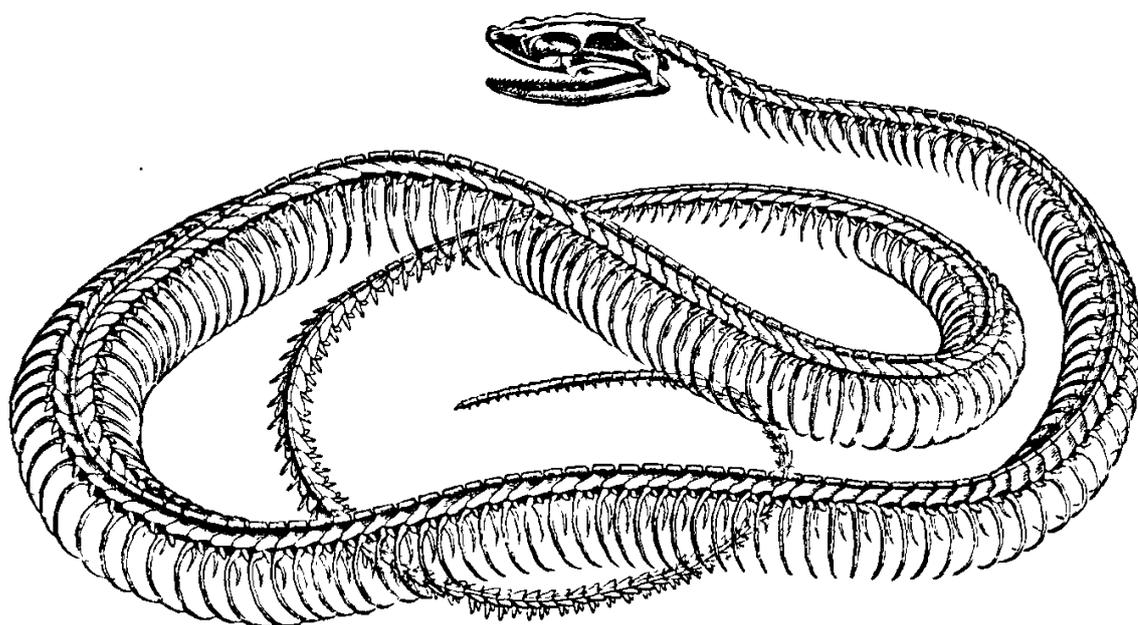


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «УДМУРТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ИНСТИТУТ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

ИЗГОТОВЛЕНИЕ СКЕЛЕТОВ ПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ

учебно-методическое пособие



Ижевск
2021

УДК 57.082.142 (075.8)
ББК 28.669.81 я73
И 358

Рекомендовано к изданию Учебно-методическим советом УдГУ

Рецензент: зав. отделом природы БУК УР «Национальный Музей
Удмуртской Республики им. Кузубая Герда» Дьяконова О.В.
Составитель: Загуменов М.Н.

И 358 Изготовление скелетов позвоночных животных: учебно-методическое пособие / Сост. М.Н. Загуменов. Ижевск: Издательский центр «Удмуртский университет», 2021. – 54 с.

ISBN 978-5-4312-0954-3

Пособие представляет собой ряд методических рекомендаций по очистке и монтажу скелетов позвоночных животных и иного остеологического материала. Пособие предназначено для студентов биологических специальностей вузов, изучающих курсы «Изготовление коллекционного материала», «Таксидермия», «Зоология позвоночных», а так же работников естественнонаучных музеев и учителей биологии.

УДК 57.082.142 (075.8)
ББК 28.669.81 я73
И 358

© М.Н. Загуменов, сост., 2021
© ФГБОУ ВО «Удмуртский
государственный университет», 2021

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ.....	5
РАЗДЕЛ 1. ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ СКЕЛЕТА ПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ.....	6
1.1. Особенности строения скелета рыб.....	6
1.2. Особенности строения скелета амфибий.....	10
1.3. Особенности строения скелета рептилий.....	16
1.4. Особенности строения скелета птиц.....	23
1.5. Особенности строения скелета млекопитающих.....	29
РАЗДЕЛ 2. ПОДГОТОВКА И ОЧИСТКА СКЕЛЕТА.....	35
2.1. Особенности сбора материала и первичная подготовка скелета.....	35
2.2. Методы очистки костей.....	36
2.2.1. Вываривание костей и механический метод очистки.....	37
2.2.2. Химические методы.....	38
2.2.3. Биологические методы.....	39
2.3. Подготовка скелета к сборке.....	43
2.3.1. Обезжиривание.....	43
2.3.2. Отбеливание.....	44
РАЗДЕЛ 3. МОНТИРОВАНИЕ СКЕЛЕТА.....	45
3.1. Монтирование скелета на связках.....	45
3.2. Монтирование скелета из отдельных костей.....	46
3.3. Финальная обработка скелета.....	49
3.4. Хранение остеологических препаратов.....	50
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	51
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	54

ВВЕДЕНИЕ

Проведение занятий по зоологии и анатомии позвоночных животных невозможно без рассмотрения особенностей строения опорно-двигательного аппарата представителей различных классов позвоночных. Основными демонстрационными препаратами в данном случае выступают скелеты. При отсутствии или порче имеющихся в материальной базе скелетов важно осуществить их замену или починку.

Так же изготовление скелетов может быть необходимо для музейных работников, монтирующих зоологические и краеведческие коллекции.

Хорошо подготовленный, очищенный и смонтированный скелет с нашей точки зрения имеет не только учебную и научную, но и определённую эстетическую ценность.

Задачей данного методического пособия является обобщение имеющихся литературных данных, которые, в основном, относятся к середине XX в. (Плавильщиков, Кузнецов, 1952; Заславский, 1966), с современным опытом. В указанных работах содержатся необходимые сведения по очистке и монтажу остеологических коллекций, однако некоторые данные требуют корректировки с учётом доступности материалов и в связи с появлением новых технологий.

Отметим, что для освоения методики изготовления остеологических препаратов требуются не только зоологические познания, но и навыки декоративно-прикладного искусства и обращения с бытовым инструментом.

В пособии, наряду с литературными данными, отражён и собственный опыт автора по изготовлению скелетов и очистке черепов позвоночных животных, наработанный в 2010-2020 гг. в Удмуртском Государственном университете.

Пособие предназначено для студентов биологических специальностей вузов, изучающих курсы «Изготовление коллекционного материала», «Таксидермия», «Зоология позвоночных». Изучение данного пособия может способствовать освоению учащимися профессиональных компетенций, к примеру «Способен применять в ходе научно-исследовательской работы базовые общепрофессиональные знания теории и методов современной биологии» и «Способен эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биологических работ, соблюдать правила и нормы техники безопасности и биоэтики»

Кроме того, пособие предназначается для работников естественнонаучных музеев и учителей биологии.

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

При изготовлении остеологических препаратов неизбежен контакт с биологическим материалом, различными химикатами, режущим инструментом, электроинструментом и нагревательными приборами. По этим причинам работы по изготовлению скелетов должны проводиться в специально оборудованных лабораториях (мастерских). Необходимо наличие чистой проточной воды, электрификация. Для хранения летучих и опасных химических веществ необходим вытяжной шкаф. При работе необходимо соблюдать требования техники безопасности при работе с вышеуказанными приборами и материалами.

Работу с перекисью водорода, жидкостью для очистки трубопроводов и другими едкими химикатами следует выполнять в защитных резиновых перчатках в оборудованном вытяжной вентиляцией месте.

В кабинете, где производятся занятия, необходимо наличие медицинской аптечки. Примерный набор необходимых препаратов и материалов: йод, перекись водорода (3%), спирт медицинский (96%), бинт стерильный, бинт нестерильный, вата, лейкопластырь, жгут эластичный.

При выполнении работ необходимо строго соблюдать прочие меры по охране труда и противопожарной безопасности, принятые в организации.

РАЗДЕЛ 1. ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ СКЕЛЕТА ПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ

Сборка скелета позвоночного животного не возможна без внимательного изучения особенностей, присущих тому или иному классу, отряду, а в некоторых случаях и виду. В текущем разделе представлена информация по основным группам позвоночных – рыбам, амфибиям, рептилиям, птицам и млекопитающим.

Скелет позвоночных животных состоит из плотных тканей, которые относятся к группе соединительных, главным образом, из хряща и костной ткани.

У позвоночных скелет можно подразделить на внешний (различные чешуи, пластины, образующиеся в коже) и внутренний. В последнем выделяют осевой скелет (мозговой череп и позвоночный столб), висцеральный скелет (висцеральные дуги и их производные: скелет жаберного аппарата, хрящи гортани, подъязычный аппарат и челюсти) и скелет конечностей (пояса и свободные части). Кроме того, имеются так называемые гетеротопные элементы, окостенения, не связанные с упомянутыми выше частями. К ним относят сезамовидные кости внутри сухожилий (самая крупная из них – коленная чашечка), бакулум в половом члене самцов некоторых отрядов млекопитающих, сердечная кость оленей и др. (Ромер, Парсонс, 1992). Основная информация по строению скелета позвоночных, приведённая ниже, взята из следующих источников: А. Ромер, Т. Парсонс (1992), Н.Н. Карташев и др. (2004), Ф.Я. Держинский и др. (2013).

1.1. Особенности строения скелета рыб

Скелет костных рыб является одним из самых сложных для препаровки, из-за большого количества костей, в том числе, не связанных с осевым скелетом (рис. 1.). Имеются специальные работы, посвящённые очистке скелетов этих животных (Vemis et al., 2004)

Осевой скелет костистых рыб составлен многочисленными костными позвонками. Тела позвонков амфицельные (двояковогнутые). Позвоночник делится на два отдела: туловищный и хвостовой

Туловищные позвонки имеют округлое в поперечном сечении тело, от которого в стороны отходят поперечные отростки. К этим отросткам присоединяются ребра, а к некоторым ребрам – тоненькие мышечные косточки. От верхней (спинной) части позвонка отходят верхние дуги замыкающиеся остистым отростком.

У карпообразных и некоторых других рыб первые 4 позвонка туловищного отдела изменены, сращены друг с другом и образуют Веберов аппарат. Эти позвонки соединяют слуховой отдел черепа и плавательный пузырь рыбы.

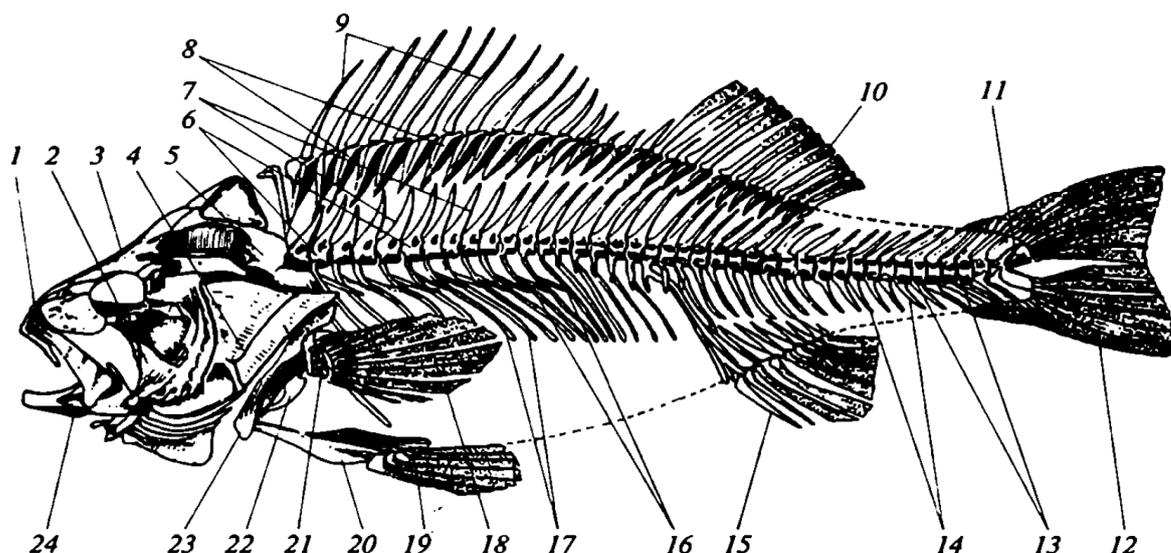


Рис. 1. Скелет костистой рыбы (окуня) (По Держинский и др, 2013):

1-вторичная верхняя челюсть; 2-первичная верхняя челюсть, 3- мозговой череп; 4-жаберная крышка; 5-задневисочная кость; 6-туловищные позвонки; 7-остистые отростки невральных дуг; 8-птеригофоры (радиальные элементы); 9 – лепидотрихии переднего спинного плавника; 10-задний спинной плавник; 11-уростиль; 12-гомоцеркальный хвостовой плавник; 13-хвостовые позвонки; 14-остистые отростки гемальных дуг; 15-анальный плавник; 16-верхние рёбра; 17-нижние рёбра; 18-грудной плавник; 19-брюшной плавник; 20-тазовый пояс; 21-радиальные элементы грудного плавника (скелет остаточной мясистой лопасти); 22-коракоид; 23-клейтрум; 24-нижняя челюсть

Хвостовые позвонки также имеют тело и верхние дуги, но поперечные отростки их смещены вниз и образуют нижние дуги, замыкающиеся непарным нижним остистым отростком.

Череп костистых рыб состоит из двух отделов: осевого черепа, или мозговой коробки, и висцерального, черепа. Череп почти целиком образован костной тканью и состоит из многочисленных отдельных костей (рис. 2.).

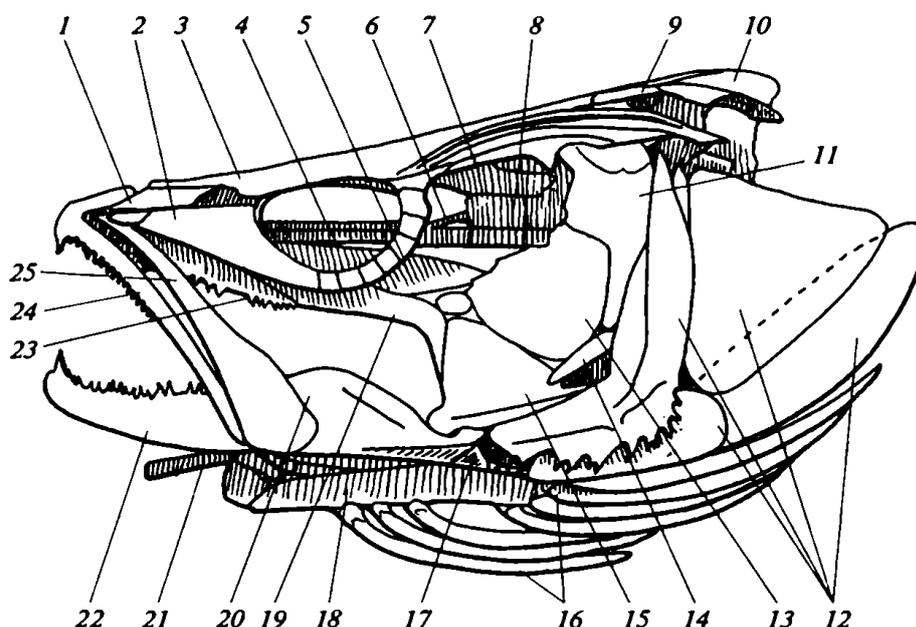


Рис. 2. Череп костистой рыбы (судака) (По Держинский и др., 2013):

1-носовая кость; 2-слёзная; 3 –лобная; 4-парасфеноид; 5- внутренняя крыловидная; 6-основная клиновидная; 7-боковая клиновидная; 8-переднеушная; 9-теменная; 10-верхнезатылочная; 11-гиомандибуляре; 12-кости жаберной крышки; 13-задняя крыловидная; 14-симплектикум; 15-квадратная; 16-лучи жаберной перепонки; 17-угловая; 18-гиоид; 19-наружная крыловидная; 20-сочленовная; 21-базигиале; 22-зубная; 23-нёбная; 24-предчелюстная; 25-верхнечелюстная

Особенно многочисленны кости, относящиеся к висцеральному скелету рыбы. Они образуют челюсти животного, подъязычную дугу и жаберные дуги. На 5-й жаберной дуге у карповых рыб развиваются глоточные зубы.

Снаружи жаберные дуги прикрывают жаберные крышки. Каждая жаберная крышка состоит из четырех костей: крышки, предкрышки, подкрышки и межкрышки. Жаберная крышка каждой стороны через предкрышечную кость прикрепляется к соответствующему подвеску (элементу подъязычной дуги) и к квадратной кости (элементу челюстной дуги).

Парные конечности представлены грудными и брюшными плавниками. Опорой грудных плавников в теле рыбы служит плечевой пояс. (рис. 3.)

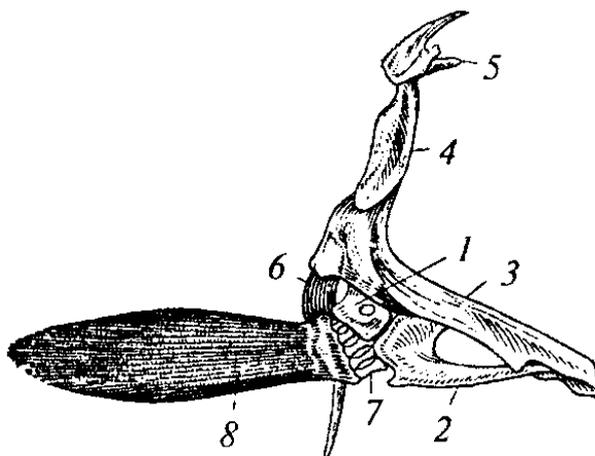


Рис. 3. Плечевой пояс и грудной плавник судака (По Карташев и др., 2004): 1-лопатка; 2-коракоид; 3-клейтрум; 4-надклейтрум; 5-задневисочная кость; 6-заднеключичная кость; 7-радиалии; 8-кожные костные лучи

Плечевой пояс подразделяют на первичный и вторичный. К первичному относят лопатку (ее легко отличить по небольшому круглому отверстию в центре кости) и коракоид, расположенный под лопаткой. Основу вторичного плечевого пояса составляет клейтрум, крупная кость, формирующая задний край жаберной полости. К нему присоединяется небольшая кость надклейтрум. Через задневисочную кость плечевой пояс прикрепляется черепу.

Тазовый пояс (рис. 4) представлен сливающимися друг с другом парными плоскими треугольными костями, лежащими в толще брюшной мускулатуры и не связанными с осевым скелетом.

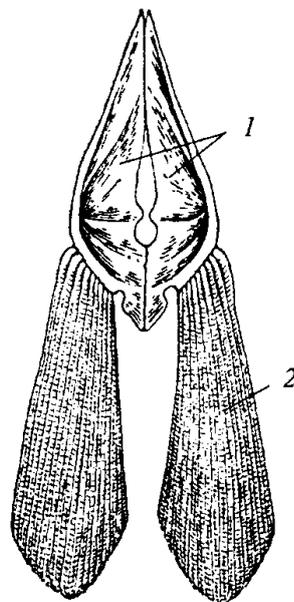


Рис. 4. Плечевой пояс и грудной плавник судака (По Карташев и др., 2004): 1-тазовые кости; 2-кожные костные лучи

К боковым сторонам тазового пояса присоединяются брюшные плавники. У большинства костистых рыб в скелете брюшных плавников отсутствуют какие-либо дополнительные костные элементы, основания кожных костных лучей непосредственно причленяются к тазовому поясу. У окунеобразных, тресковых и некоторых других отрядов рыб тазовый пояс (а, следовательно, и брюшные плавники) находится под плечевым поясом.

Непарные конечности представлены спинными, подхвостовым (анальным) и хвостовым плавниками. Анальный и спинные плавники состоят из костных лучей, подразделяющихся на внутренние (скрытые в толще мускулатуры) плавниковые лучи птеригофоры и наружные плавниковые лучи.

Хвостовой плавник (рис. 5), имеет внешне равнолопастное строение, однако при рассмотрении его внутреннего скелета видно, что концевые позвонки позвоночного столба сливаются в палочковидную косточку – уростиль, которая заходит в основание лишь верхней лопасти плавника, а основание нижней лопасти поддерживается разросшимися, довольно широкими нижними дугами позвонков – гипуралиями. Часть кожных костных лучей верхней части плавника прикрепляется к расширенным верхним позвоночным дугам – уроневральям. Такой тип строения хвостового плавника, вполне или почти симметричного по внешней форме, но асимметричного по расположению внутреннего скелета, носит название гомоцеркального. Наружный скелет хвостового плавника составлен многочисленными кожными плавниковыми лучами.

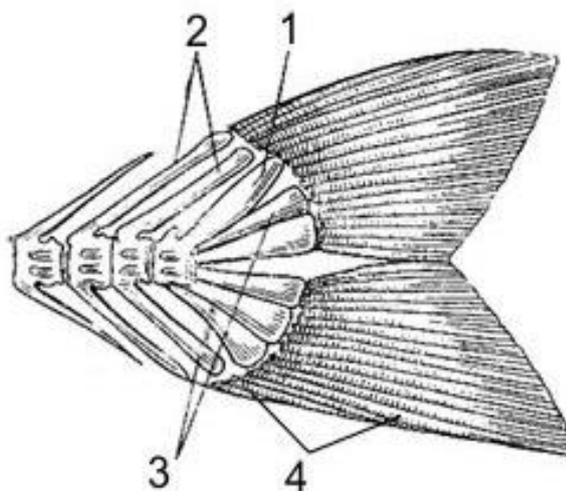


Рис. 5. Скелет хвостового плавника костной рыбы (По Пономарев, 2009): 1- уростиль, 2- уронеуралии, 3 – гипуралии, 4 – костные кожные лучи – лепидотрихии

1.2. Особенности строения скелета амфибий

Скелет земноводных (рис. 6), как и других наземных позвоночных животных, разделяется на позвоночный столб, череп (мозговой и висцеральный), парные конечности и их пояса. Непарные конечности отсутствуют. Практически во всех отделах скелета еще довольно большую роль играет хрящ.

Осевой скелет туловища у земноводных представлен позвоночным столбом (рис. 7), состоящим из окостеневших позвонков; хорда во взрослом состоянии обычно редуцируется. По сравнению с рыбами осевой скелет земноводных состоит из большего числа отделов.

1. Шейный отдел у всех земноводных представлен одним шейным позвонком, который при помощи двух суставных площадок подвижно сочленяется с черепом.
2. Туловищный отдел позвоночника лягушек состоит из 7 позвонков (у хвостатых земноводных – от 14 до 63), до 100 у червяг.
3. Крестцовый отдел у всех земноводных представлен одним крестцовым позвонком, к массивным поперечным отросткам которого прикрепляются подвздошные кости тазового пояса. Данного отдела нет у безногих.
4. Хвостовой отдел у личинок бесхвостых земноводных состоит из довольно большого числа отдельных позвонков, которые во время метаморфоза сливаются в одну хвостовую косточку – уростиль. У хвостатых земноводных в хвосте сохраняется 26–36 отдельных позвонков.

Туловищные позвонки большинства лягушек процельного типа: тело позвонка спереди вогнуто, сзади выпукло, однако последний туловищный позвонок имеет амфицельный (двояковогнутый) тип строения. Примитивные хвостатые амфибии и червяги имеют амфицельные позвонки, А тритоны и саламандры – опистоцельные, у позвонков данного типа тело спереди выпукло, а сзади вогнуто.

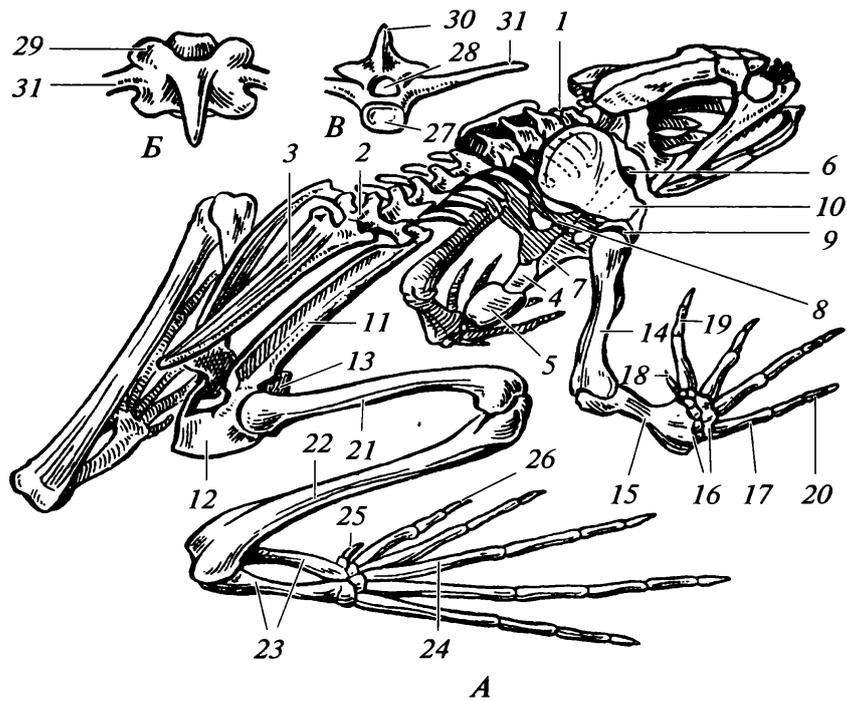


Рис. 6. Скелет лягушки (по Константинов, 2015). А – общий вид; Б – вид позвонка сверху; В – вид позвонка спереди; 1 – шейный позвонок; 2 – крестцовый позвонок; 3 – уrostиль; 4 – грудина; 5 – хрящевая задняя часть грудины; 6 – предгрудинник; 7 – коракоид; 8 – прокоракоид; 9 – лопатка; 10 – надлопаточный хрящ; 11 – подвздошная кость; 12 – седалищная кость; 13 – лобковый хрящ; 14 – плечевая кость; 15 – предплечье (лучевая+локтевая кости); 16 – запястье; 17 – пясть; 18 – зачаточный I палец; 19 – II палец; 20 – V палец; 21 – бедро; 22 – голень (большая и малая берцовые кости); 23 – предплюсна; 24 – плюсна; 25 – рудимент добавочного пальца; 26 – I палец; 27 – тело позвонка; 28 – спинно-мозговой канал; 29 – сочленовная площадка; 30 – остистый отросток; 31 – поперечный отросток

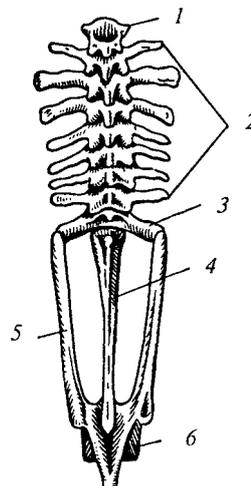


Рис. 7. Осевой скелет и тазовый пояс лягушки, вид сверху (По Карташев и др., 2004): 1 – шейный позвонок, 2 – туловищные позвонки, 3 – крестцовый позвонок. 4 – уrostиль (слившиеся хвостовые позвонки), 5 – тазовый пояс, 6 – вертлужная впадина

Осевой, или мозговой, череп земноводных, как и череп хрящевых рыб, платибазального типа: с широким основанием и широко расставленными глазницами, между которыми располагается передний конец головного

мозга. В черепе, по сравнению с костистыми рыбами, сохраняется много хряща, а число окостенений относительно невелико.

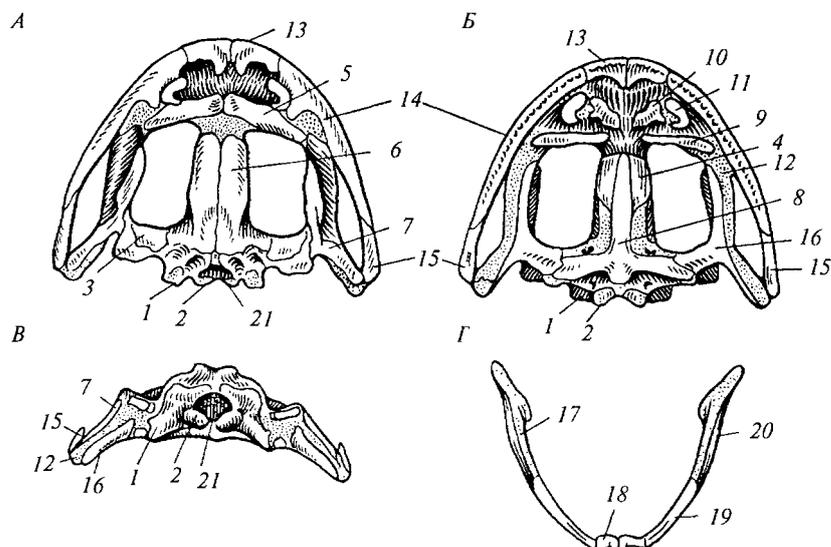


Рис. 8. Череп лягушки (По Карташев и др., 2004): А – сверху; Б – снизу; В – сзади; Г – нижняя челюсть сверху, пунктиром показаны хрящевые участки черепа 1 – боковая затылочная кость, 2 – затылочный мыщелок, 3 – переднеушная кость, 4 – клиновидно-обонятельная кость, 5 – носовая кость, 6 – лобно-теменная кость, 7 – чешуйчатая кость, 8 – парасфеноид, 9 – нёбная кость, 10 – сошник, 11 – хоана, 12 – нёбно-квадратный хрящ, 13 – межчелюстная кость, 14 – верхнечелюстная кость, 15 – квадратно-скуловая кость, 16 – крыловидная кость, 17 – меккелев хрящ, 18 – подбородочно-челюстная кость, 19 – зубная кость, 20 – угловая кость, 21 – большое затылочное отверстие

В затылочном отделе мозгового черепа образуются только парные боковые затылочные кости, окаймляющие большое затылочное отверстие. Каждая из них образует мыщелок для сочленения с шейным позвонком. В области слуховой капсулы у земноводных возникает лишь одна пара – переднеушные кости. В передней части мозгового черепа при окостенении хряща образуется непарная клиновиднообонятельная кость, имеющая вид костного кольцевого пояса.

Вся остальная часть мозгового черепа остается хрящевой. Ее укрепляют покровные кости. Сверху в передней части черепа лежат имеющие парные носовые кости, затем слившиеся из лобных и теменных костей лобно-теменные, и кнаружи от ушных костей – чешуйчатые кости сложной формы. Дно мозгового черепа прикрывает мощная покровная кость крестообразной формы – парасфеноид. Спереди от него лежат тоже покровные парные нёбные кости и парные сошники; на сошниках сидят мелкие зубы.

Висцеральный отдел черепа земноводных также сохраняет много хряща. В течение всей жизни сохраняется нёбно-квадратный хрящ,

прирастающий передним концом к обонятельной области мозгового черепа, а задним – к основанию черепа перед слуховой капсулой.

К нёбно-квадратному хрящу прилегают покровные кости вторичной верхней челюсти: парные межчелюстные кости и верхнечелюстные кости. За ними, укрепляя заднюю часть нёбно-квадратного хряща, сверху образуется покровная квадратно-скуловая кость, а снизу также покровная – крыловидная кость.

Первичная нижняя челюсть – меккелев хрящ – также остается хрящевой, только самый ее передний конец окостеневаает в маленькие парные подбородочно-челюстные кости. К ним присоединяются покровные зубные кости, у лягушки они лишены зубов. Задняя часть меккелева хряща покрыта длинной угловой костью и еще несколькими мелкими покровными косточками. Через суставной отросток меккелева хряща нижняя челюсть подвижно сочленяется с задней частью нёбно-квадратного хряща

Верхний элемент подъязычной дуги – подвесок – превратился в слуховую косточку – столбик, или стремечко. У современных бесхвостых земноводных стремечко имеет вид тонкой палочковидной косточки, лежащей перпендикулярно мозговому черепу под чешуйчатой и квадратно-скуловой костями.

Нижний элемент подъязычной дуги – гиоид – и функционирующие у личинок земноводных жаберные дуги во время метаморфоза превращаются в подъязычный аппарат. У бесхвостых земноводных он представляет собой хрящевую пластинку с двумя главными нарами отростков – рожек.

Конечности земноводных, как и конечности других классов наземных позвоночных животных, представляют в схеме систему рычагов, подвижно соединенных друг с другом. Схемы строения передней (рис. 9) и задней (рис. 10) конечностей однотипны. Выделяют проксимальный (близкий к туловищу) и дистальный (удаленный от туловища) отделы.

Проксимальный отдел передней конечности – плечо – трубчатая кость; средняя ее часть называется диафизом, а утолщенные концы – эпифизами. У земноводных эпифизы плеча (и бедра) остаются хрящевыми.

У бесхвостых земноводных лежащая снаружи локтевая и с внутренней стороны – лучевая кости сливаются в единую кость предплечья. У хвостатых земноводных эти кости самостоятельны.

Запястье состоит из двух рядов мелких косточек. К дистальному ряду косточек запястья примыкают пять удлинённых косточек пясти. С дистальными концами пястных костей сочленяются фаланги пальцев. У земноводных первый (большой) палец сильно редуцирован и кисть заканчивается лишь четырьмя хорошо развитыми пальцами. Подвижность кисти осуществляется в лучезапястном суставе. Фаланговая формула (дана на примере озерной лягушки; у разных видов может отличаться) – схематичная запись числа фаланг в пальцах конечности – для передней конечности 2-2-3-3. Это означает, что в передней конечности лягушки 4 пальца, I рудиментарен, во II и III – две фаланги; в IV и V – три.

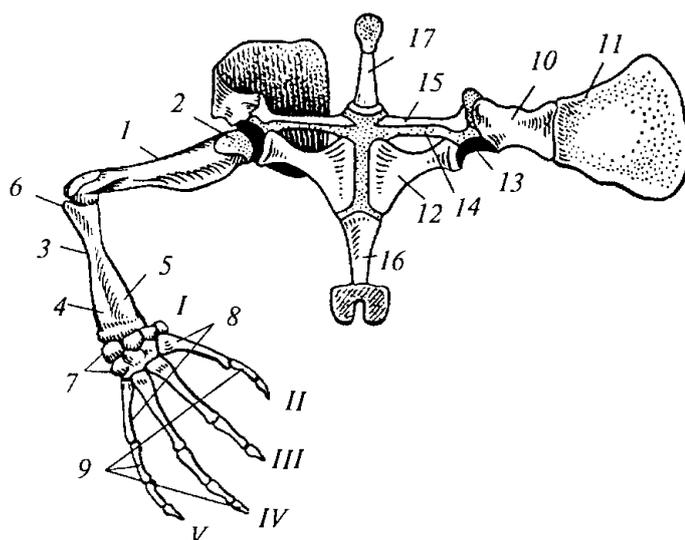


Рис. 9. Передняя конечность и плечевой пояс лягушки (По Карташев и др., 2004): 1 – плечевая кость, 2 – головка плеча, 3 – предплечье, 4 – локтевая кость, 5 – лучевая кость, 6 – локтевой отросток, 7 – запястье, 8 – пясть, 9 – фаланги пальцев, 10 – лопатка, 11 – надлопаточный хрящ, 12 – коракоид, 13 – суставная впадина для головки плеча, 14 – прокоракоидный хрящ, 15 – ключица, 16 – грудина, 17 – предгрудинник, I – редуцированный первый палец, II – V – хорошо развитые пальцы

Пояс передних конечностей, или плечевой пояс, у земноводных лежит в толще мускулатуры туловища, связывающей его с осевым скелетом. Из верхней (дорзальной) лопаточной части первичного пояса образуется лопатка; его самая верхняя часть остается хрящевой в виде широкого надлопаточного хряща. На передне-наружной поверхности надлопаточного хряща у некоторых бесхвостых амфибий имеется небольшое окостенение – остаток клейтрума рыбообразных предков. Окостеневшая коракоидная часть пояса превратилась в мощную коракоидную кость, вместе с лопаткой образующую суставную впадину для головки плеча. Кпереди от коракоида за небольшим отверстием лежит хрящевой прокоракоид, на который налегает тонкая покровная кость – ключица. Неокостеневшие хрящевые внутренние концы коракоидов и прокоракоидов правой и левой сторон сливаются вместе по средней линии. Позади коракоидов располагается костная грудина с хрящевым задним концом. Впереди от прокоракоидов выдается предгрудинник также с хрящевым концом. В поясе передних конечностей хвостатых земноводных заметно больше хряща, а окостенения имеют меньшие размеры; ключицы часто не развиваются. Грудная клетка у земноводных не развивается: грудина не сочленяется с ребрами.

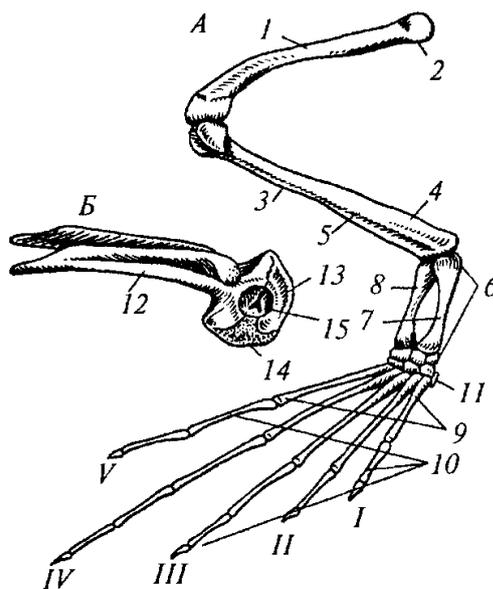


Рис. 10. Задняя конечность (А) и тазовый пояс (Б) лягушки сбоку (По Карташев и др., 2004): 1 – бедренная кость, 2 – головка бедра, 3 – голень, 4 – большая берцовая кость, 5 – малая берцовая кость, 6 – предплюсна, 7 – tibiale, 8 – fibulare, 9 – плюсна, 10 – фаланги пальцев, 11 – рудимент VI пальца, 12 – подвздошная кость, 13 – седалищная кость, 14 – лобковый хрящ, 15 – вертлужная впадина, I – V – пальцы

Задняя конечность в проксимальном отделе имеет удлиненную трубчатую кость – бедро. Большая берцовая и малая берцовая кости бесхвостых земноводных сливаются в единую кость голени; у хвостатых земноводных они сохраняются разделенными.

Проксимальный ряд костей предплюсны бесхвостых земноводных состоит из двух удлиненных костей, образующих добавочный рычаг конечности. Внутренняя из них называется tibiale (тибиале, продолжает большеберцовую), наружная – fibulare (фибуляре, продолжает малоберцовую). Между голенью и этими костями образуется голеностопный сустав. От дистального ряда костей предплюсны у земноводных сохраняются лишь 2 – 3 маленькие косточки. Плюсна образована пятью длинными косточками, к ним присоединены фаланги пальцев. Самый длинный палец у лягушек – IV. Сбоку от I (внутреннего) пальца располагается рудимент предпервого пальца. Фаланговая формула – для задней конечности озерной лягушки – 2-2-3-4-3.

Пояс задних конечностей, или тазовый, у земноводных, как и у всех наземных позвоночных, состоит из трех парных элементов; причем все они вместе образуют суставную вертлужную впадину для соединения с головкой бедра. Длинные, направленные вперед подвздошные кости своими концами причленяются к поперечным отросткам крестцового позвонка. Нижняя часть тазового пояса у земноводных не окостеневает и представлена лобковым хрящом. Позади него лежат парные седалищные кости. У хвостатых земноводных, по сравнению с бесхвостыми, в тазовом поясе много больше хряща, а сформировавшиеся кости малы.

1.3. Особенности строения скелета рептилий

Дифференцировка позвоночного столба на отделы выражена у пресмыкающихся отчетливее, чем у земноводных (рис. 11). Шейный отдел составлен 7-9 позвонками, из которых два передних имеют особое устройство. Первый шейный позвонок называется 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 единственным мыщелком черепа. Вторым шейным позвонком – эпистрофеем, имеет спереди крупный зубовидный отросток, который представляет собой тело первого шейного позвонка, сросшееся с эпистрофеем. Зубовидный отросток свободно входит в нижнее отверстие атланта. Такое строение первых шейных позвонков обеспечивает большую подвижность головы. Остальные шейные позвонки имеют обычное устройство; многие из них несут короткие шейные ребра.

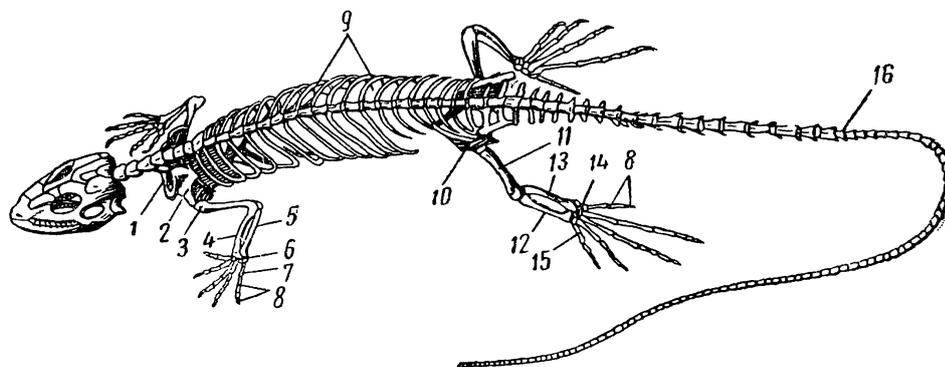


Рис. 11. Строение скелета ящерицы (по Брэму из Курс зоологии, 1966 с изменениями): 1 – ключица; 2 – лопатка; 3 – плечо; 4 – лучевая кость; 5 – локтевая кость; 6 – запястье; 7 – пясть; 8 – фаланги пальцев; 9 – ребра; 10 – таз; 11 – бедро; 12 – большая берцовая кость; 13 – малая берцовая кость; 14 – предплюсна; 15 – плюсна; 16 – хвостовые позвонки

Грудной и поясничный отделы различаются не вполне отчетливо и обычно рассматриваются как единый грудопоясничный отдел. Грудной частью отдела считается та часть позвоночника из 5-7 позвонков, в которой отходящие от позвонков ребра нижним концом прикреплены к грудины. Позвонки поясничного отдела (10-12) несут ребра, не достигающие до грудины. Тела позвонков спереди вогнутые, а сзади выпуклые (такие позвонки называются процельными). У примитивной рептилии – гаттерии – амфицельные позвонки. Над телом позвонка поднимаются верхние дуги, заканчивающиеся остистым отростком. 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, где и прикрепляются ребра.

Крестцовый отдел состоит из двух позвонков, для которых характерны мощно развитые поперечные отростки; к ним присоединяются кости таза. Хвостовой отдел представлен многочисленными позвонками, постепенно уменьшающимися в размерах.

Такое строение позвоночника типично для класса пресмыкающихся, но в некоторых группах оно претерпевает вторичные изменения. В частности, у змей (рис. 12) 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.

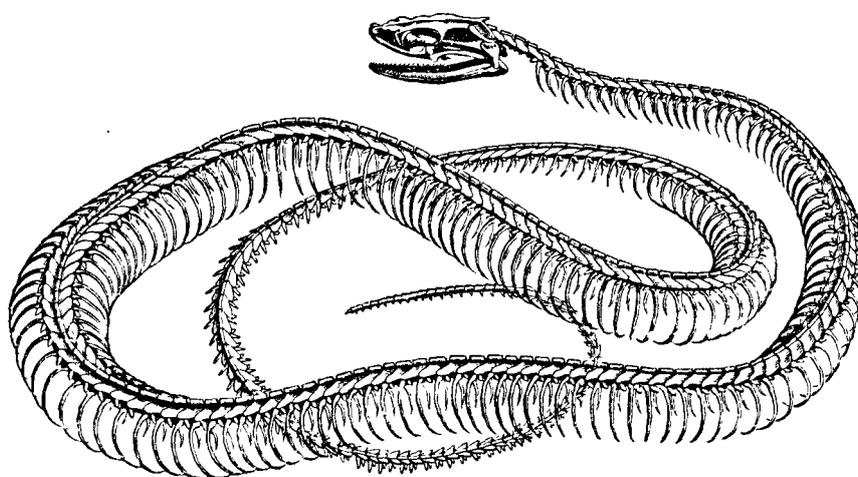


Рис. 12. Скелет змеи (по Брэм, 1895)

У черепах (рис. 13) осевой скелет принимает участие в образовании костной основы их панциря. Верхний щит панциря – карапакс – составлен несколькими рядами костных пластинок. Средний 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 покровного 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 – продельные, а между этими двумя группами располагается один позвонок, тело которого имеет выпуклую поверхность и спереди и сзади.

По сравнению с земноводными череп пресмыкающихся характеризуется значительно более полным окостенением (рис. 14). Некоторое количество хряща сохраняется лишь в обонятельной капсуле и в слуховой области.

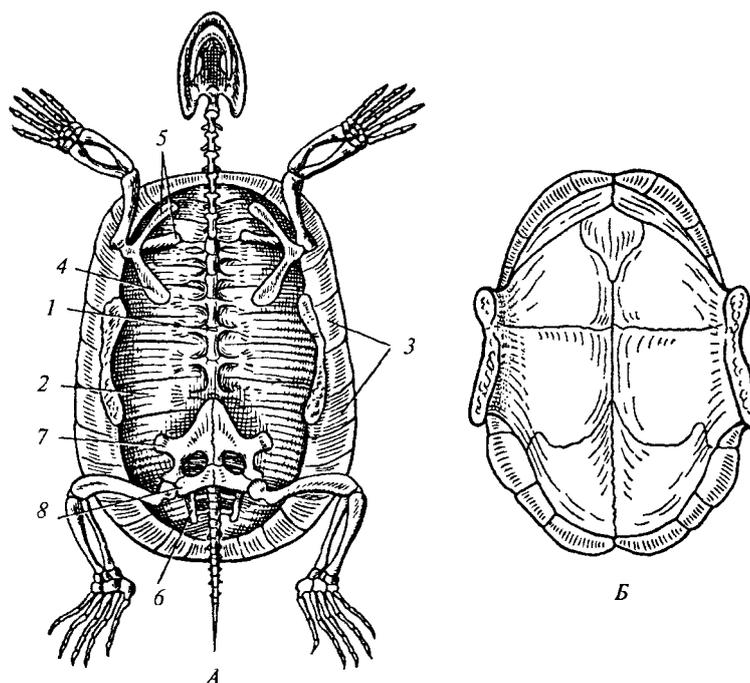


Рис. 13. Скелет болотной черепахи (по Карташев и др, 2004): А – карапакс; Б – пластрон; 1 – туловищный отдел позвоночного столба; 2 – реберные пластинки; 3 – краевые пластинки; 4 – коракоид; 5 – лопатка; 6 – подвздошная кость; 7 – лобковая кость; 8 – седалищная кость

В затылочном отделе черепа имеются четыре затылочные кости. Эти замещающие по происхождению кости окружают большое затылочное отверстие. Нижняя и боковые затылочные кости совместно образуют единственный затылочный мыщелок, подвижно сочленяющийся с первым шейным позвонком.

В слуховом отделе из замещающих костей сохраняет самостоятельность только парная переднеушная кость.

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 основная клиновидная кость. Ее передний узкий отросток гомологичен парасфеноиду, который у рептилий заметно редуцирован. В передней части дна черепа под обонятельным отделом расположен парный сошник.

Крыша черепа представлена многочисленными покровными костями, некоторые из которых опускаются книзу и прикрывают череп с боков. К ним относятся теменные, лобные и носовые кости. Впереди лобных костей обычно располагаются парные предлобные и предглазничные кости, а под ними в передней стенке глазницы – прободенные узким каналом парные слезные. Между теменными костями располагается отверстие теменного глаза.

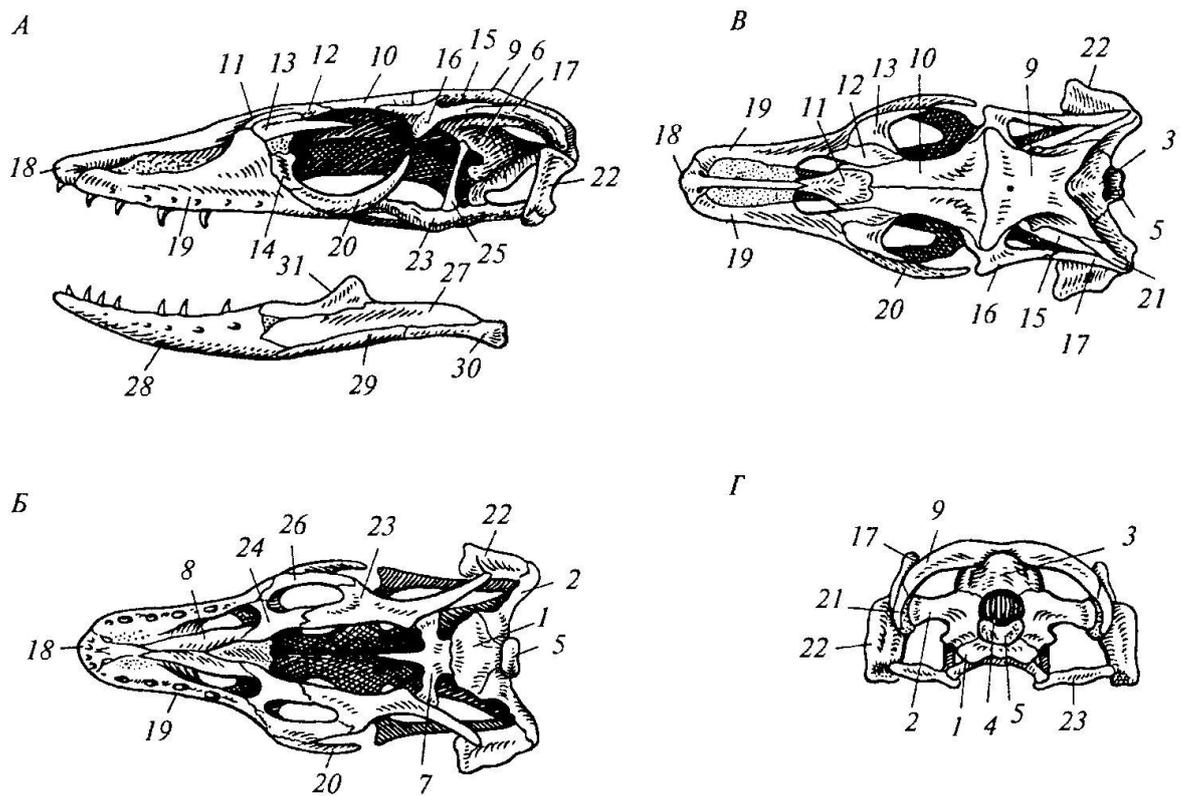


Рис. 14. Череп варана (по Карташев и др., 2004): А – сбоку; Б – снизу; В – сверху; Г – сзади; 1 – основная затылочная кость, 2 – боковая затылочная кость, 3 – верхняя затылочная кость, 4 – большое затылочное отверстие, 5 – затылочный мыщелок, 6 – переднеушная кость, 7 – основная клиновидная кость, 8 – 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

Череп варана может рассматриваться как череп диапсидного (двудужного) типа, но с редуцированной нижней дугой (имеется только скуловая кость). Сохраняется верхняя, образованная заднелобной и чешуйчатой костями. У некоторых других ящериц частично редуцируется и верхняя височная дуга, а у змей обе височные дуги редуцированы (заднелобная и чешуйчатая кости не соединяются друг с другом; обе височные ямы снаружи остаются открытыми).

У черепахи обе височные ямы отсутствуют, и боковая стенка крыши черепа, отграничивающая снаружи большую полость – так называемую ложную височную яму, образовавшуюся как выемка в затылочной части черепа, составлена плотно сросшимися костями: заднелобной, чешуйчатой, скуловой и квадратно-скуловой. Такой тип черепа, лишенный истинных

височных ям и ограничивающих их височных дуг, называется анапсидным (бездужным).

У варапа нёбно-квадратный хрящ окостеневаёт, образуя в заднем отделе квадратную кость, к нижнему концу которой причленяется нижняя челюсть; верхний конец квадратной кости подвижно сочленен с осевым черепом. Впереди квадратной кости расположена крыловидная кость, а перед ней – нёбная кость, соединяющаяся с верхнечелюстными костями и сошником. Все эти кости парные.

От крыловидной кости вверх отходит верхнекрыловидная кость. Кроме верхнекрыловидных от крыловидных костей отходят поперечные кости, которые в передней своей части присоединяются к верхнечелюстным костям. Вторичная верхняя челюсть представлена предчелюстными и верхнечелюстными костями. Нижняя челюсть состоит из первичной сочленованной кости и покровных костей: зубной, угловой, надугловой, венечной 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 кости сверху (акродонтные зубы) либо с боков (плевродонтные), или, как у крокодилов, сидят в ячейках – альвеолах (текодонтные зубы).

Подъязычная дуга, как и у земноводных, полностью утратила функцию подвешивания челюстей. Верхний элемент подъязычной дуги входит в состав среднего уха в виде палочковидной слуховой косточки – стремечка, а оставшая 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.

Плечевой пояс (рис. 15) пресмыкающихся состоит из лопатки и коракоида. Дорзальнее лопатки располагается широкий уплощенный надлопаточный хрящ, а впереди коракоида – хрящевой прокоракоид. Имеется хорошо развитая грудина, к которой прикрепляется несколько ребер. Таким образом, в отличие от земноводных у рептилий развивается грудная клетка и плечевой пояс имеет опору в осевом скелете. На вентральной стороне грудины располагается покровная кость – надгрудинник, впереди него – тоже покровные – ключицы.

У змей плечевой пояс полностью редуцирован, а у черепах ключицы и надгрудинник вошли в состав костей брюшного щита (пластрона) панциря, образовав соответственно передние парные и вклинившуюся между ними непарную костные пластинки. Лопатка и коракоид у черепах сохранены, но расположены под карапаксом.

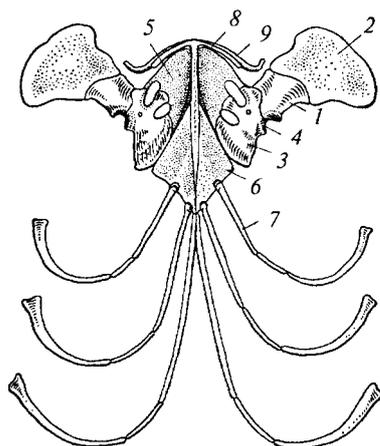


Рис. 15. Плечевой пояс варана (вид снизу) (по Карташев и др., 2004): 1 – лопатка, 2 – надлопаточный хрящ, 3 – кораконд, 4 – суставная впадина для головки плеча, 5 – прокоракондальный хрящ, 6 – грудина, 7 – ребра, 8 – надгрудник, 9 – ключица

Тазовый пояс состоит из двух симметричных половин, соединенных по средней линии хрящом (рис. 16). Каждая половина составлена тремя костями: подвздошной, лобковой и седалищной. Все эти кости принимают участие в образовании сочленовной ямки, к которой причленяется задняя конечность. Таз у рептилий закрытый: правая и левая лобковые и седалищные кости на брюшной стороне сращены между собой. У змей рудименты тазового пояса сохраняются только у представителей семейства ложноногих (рис. 17)

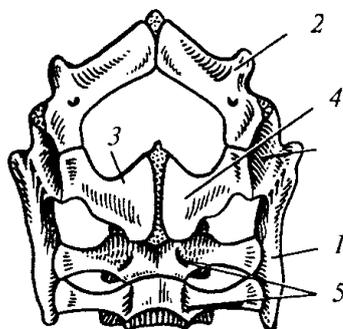


Рис. 16. Тазовый пояс варана (вид снизу) (по Карташев и др., 2004): 1 – подвздошная кость, 2 – лобковая кость, 3 – седалищная кость, 4 – вертлужная впадина (сочленовная ямка) для головки бедра, 5 – крестцовые позвонки

Конечности пресмыкающихся построены по типичной схеме конечностей наземных позвоночных (рис. 18). Проксимальный отдел передней конечности представлен одной костью – плечевой, далее следует предплечье, состоящее из локтевой и лучевой костей. Запястье состоит из относительно мелких косточек, располагающихся обычно в два ряда; сбоку от них находится еще одна косточка – грушевидная, принимаемая за остаток шестого пальца. Пясть составлена пятью удлинненными косточками, к которым прикрепляются фаланги пяти пальцев.

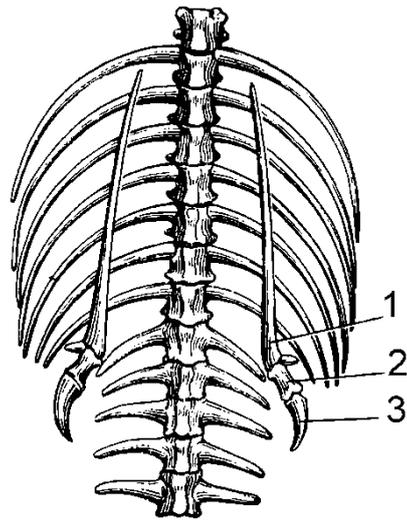


Рис. 17. Тазовый пояс питона (По Гуртовой и др., 1978, с изменениями): 1 – подвздошная кость; 2 – бедренная кость; 3 – когтевая фаланга пальца.

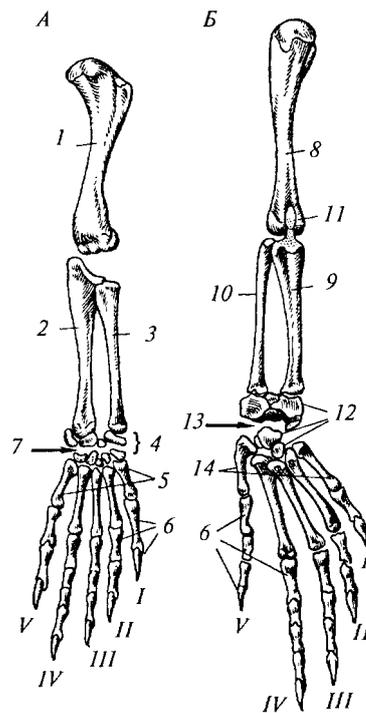


Рис. 18. Конечности варана (по Карташев и др, 2004): А – передняя; Б – задняя: 1 – плечевая кость, 2 – локтевая кость, 3 – лучевая кость, 4 – запястье, 5 – пясть, 6 – фаланги пальцев, 7 – интеркарпальный сустав, 8 – бедренная кость, 9 – большая берцовая кость, 10 – малая берцовая кость, 11 – коленная чашечка, 12 – предплюсна, 13 – интертарзальный сустав, 14 – плюсна

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.

В задней конечности проксимальный элемент – бедро – сочленяется коленным суставом с голенью, состоящей из двух берцовых костей – большой и малой. Над передней поверхностью этого сустава располагается коленная чашечка. В предплюсне проксимальный ряд косточек срастается или почти неподвижно соединяется с костями голени, а косточки дистального ряда также тесно связаны и частично сращены с плюсневыми костями. Суставная поверхность здесь расположена между проксимальным и дистальным рядами косточек предплюсны. Такой сустав называется интертарзальным. Плюсна состоит из пяти удлинённых костей, к которым прикреплены фаланги пяти пальцев. Фаланговая формула ящерицы: 2-3-4-5-3 (передняя конечность) и 2-3-4-5-4 (задняя конечность), у черепах в связи с особенностями расположения конечностей фаланговая формула иная, число фаланг уменьшено, так, болотная черепаха имеет 2-3-3-3-2 фаланги, считая от I к V пальцу в передней и задней конечностях.

1.4. Особенности строения скелета птиц

В скелете птиц (рис. 19) 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. Так же в скелете птиц много общих черт с их предками – пресмыкающимися.

Позвоночный столб, как и у пресмыкающихся, разделяется на пять отделов шейный, грудной, поясничный, крестцовый и хвостовой.

Шейный отдел очень подвижен. Число шейных позвонков варьирует в широких пределах: от 11 (попугаи) до 23–25 (лебеди, утки); у вороны и голубя 14 шейных позвонков. Первый шейный позвонок – атлант имеет форму кольца. На нижней части его передней поверхности есть глубокая сочленовная ямка, в которую входит единственный затылочный мышцелок черепа; Второй шейный позвонок – эпистрофей имеет хорошо развитое тело с направленным вперед зубовидным отростком.

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.

Птицы, как и пресмыкающиеся, имеют шейные ребра; они рудиментарны и только последние одно-два шейных ребра достаточно длинны и подвижны, но не доходят до грудины. Шейное ребро прирастает своей головкой к телу позвонка, а бугорком – к поперечному отростку.

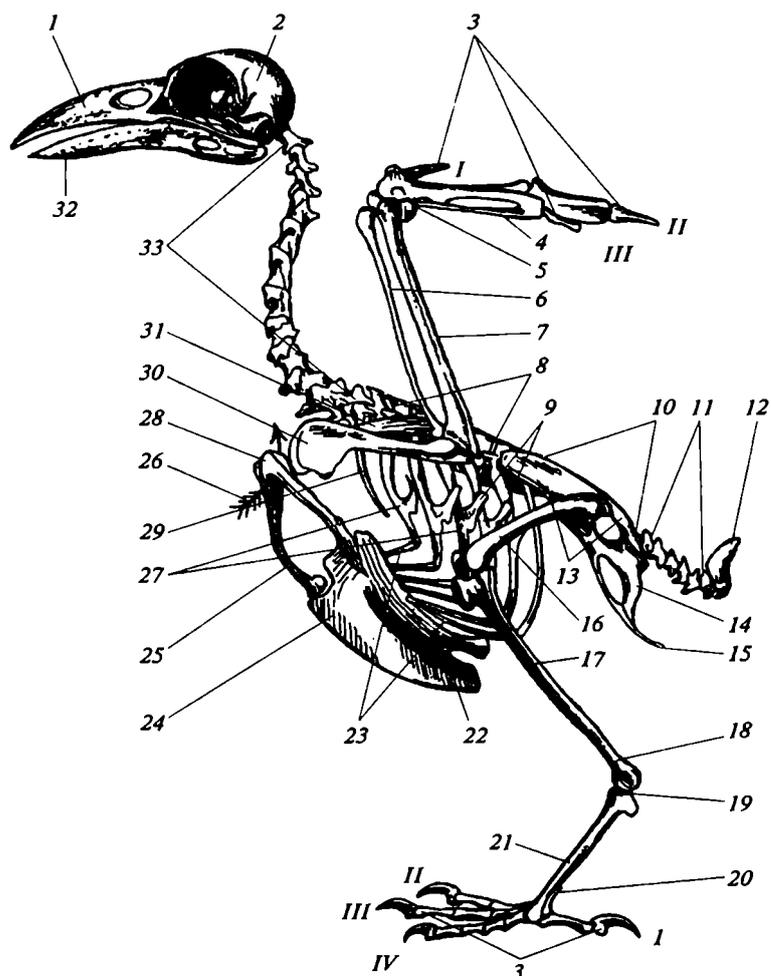


Рис. 19. Скелет вороны (по Держинский и др., 2013): 1 – верхняя челюсть; 2 – мозговая капсула; 3 – фаланги пальцев; 4 – пряжка; 5 – область интеркарпального сочленения; 6 – лучевая кость; 7 – локтевая кость; 8 – грудные; 9 – крючковидные отростки ребер; 10 – область сложного крестца; 11 – хвостовые позвонки; 12 – пигостиль; 13 – подвздошная кость; 14 – седалищная кость; 15 – лобковая кость; 16 – бедренная кость; 17 – малая берцовая кость; 18 – тибiotарзус; 19 – интертарзальное сочленение; 20 – первая плюсневая кость; 21 – кость цевки; 22 – тело грудины; 23 – грудинные отделы двучленных ребёр; 24 – киль грудины; 25 – вилочка (ключицы); 26 – трёхкостный канал; 27 – позвоночные отделы двучленных ребёр; 28 – коракоид; 29 – шейноспинное ребро; 30 – плечевая кость; 31 – лопатка; 32 – нижняя челюсть; 33 – шейные позвонки; I-IV – номера пальцев

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.

К грудным позвонкам подвижно присоединены грудные ребра; число их пар равно числу грудных позвонков. Ребра плоские, слегка изогнутые костные пластинки, состоящие из двух подвижно соединенных друг с другом отделов – спинного и брюшного. Жесткость грудной клетки усиливается костными образованиями – крючковидными отростками ребер, укрепляющимися на спинном отделе и налегающими на последующее ребро.

Грудина, или грудная кость – широкая и длинная, вогнутая изнутри пластинка, несущая по средней линии высокий гребень – киль грудины. Киль отсутствует у многих нелетающих птиц (киль есть у пингвинов, так как их передние конечности участвуют в движении под водой).

За грудным отделом позвоночного столба расположен сложный крестец (синсакрум), представляющий собой слившиеся в общую монолитную кость все поясничные (у ворон и голубей 6), все крестцовые и часть хвостовых позвонков. Сложный крестец неподвижно срастается с последним грудным позвонком. Кости тазового пояса также неподвижно срастаются с позвонками сложного крестца. Благодаря срастаниям позвонков туловищный участок осевого скелета птиц представляет собой прочное, монолитное образование

Число свободных, подвижно соединенных друг с другом хвостовых позвонков 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 (пигостиль), к боковым поверхностям которой веером прикрепляются основания рулевых перьев.

Череп птиц имеет узкое основание. По сравнению с пресмыкающимися резко бросается в глаза значительное увеличение объема мозговой полости, большие глазницы, появление клюва, полное исчезновение зубов. Кости черепа тонки, так что соединение их друг с другом при помощи швов становится невозможным (рис. 20).

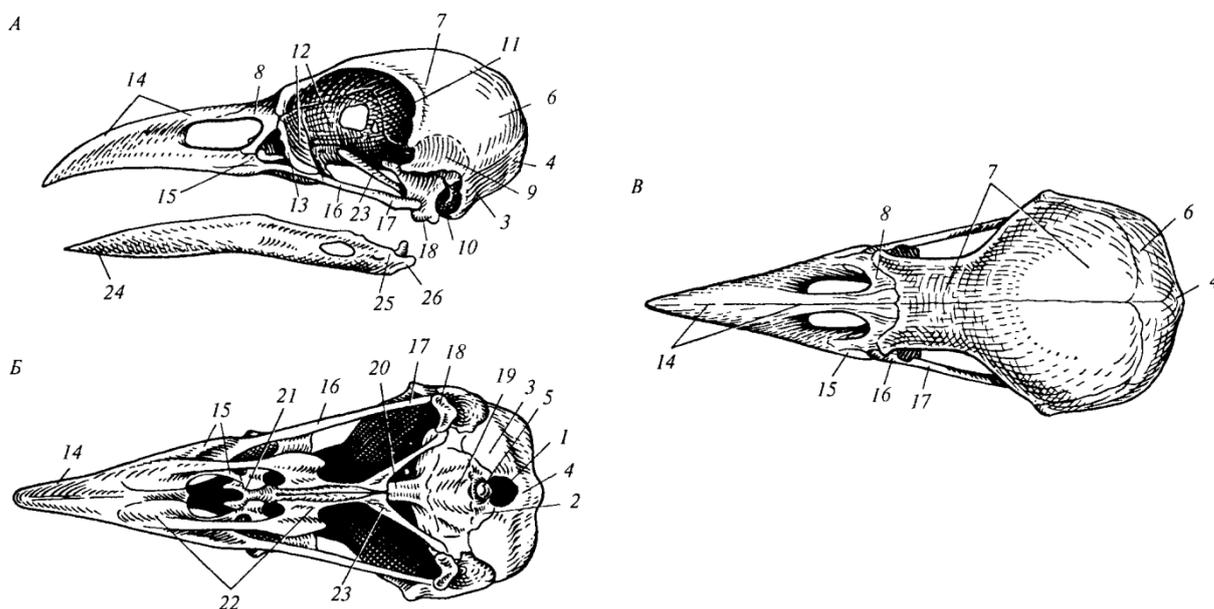


Рис. 20. Череп вороны (по Карташев и др., 2004): А – сбоку; Б – снизу; В – сверху; 1 – большое затылочное отверстие, 2 – основная затылочная кость, 3 – боковая затылочная кость, 4 – верхняя затылочная кость, 5 – затылочный мышцелок, 6 – теменная кость, 7 – лобная кость, 8 – носовая кость, 9 – чешуйчатая 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

На задне-нижней стенке черепной коробки находится большое затылочное отверстие, окруженное четырьмя сросшимися затылочными костями. У птиц один затылочный мыщелок.

Спереди от верхней и боковых затылочных костей лежат парные теменные кости. Крышу черепа над глазницами, верхние и задние стенки глазниц и всю переднюю часть мозговой коробки образуют длинные и широкие лобные кости. Впереди лобных костей у основания клюва лежат парные носовые кости. Боковую часть мозговой коробки образуют парные крупные чешуйчатые кости. 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.

Ниже лобных костей переднюю часть мозговой коробки (являющуюся также задней стенкой глазницы) образуют небольшие парные боковые клиновидные кости. Практически почти всю тонкую межглазничную перегородку образует непарная средняя обонятельная кость. Передние стенки глазницы образуют парные предлобные кости; у вороны и других воробьиных 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. Небольшие верхнечелюстные кости 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 перекладина, состоящая из двух слившихся костей – скуловой и квадратно-скуловой. 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. Нижний конец квадратной кости образует суставную поверхность для присоединения нижней челюсти. Другой удлиненный конец квадратной кости подвижно сочленяется с чешуйчатой и переднеушной костями.

В основании черепа, впереди основной затылочной кости лежит небольшая основная клиновидная кость. Она полностью прикрыта широкой основной височной костью – производной парасфеноида. Передняя часть парасфеноида сохраняется в виде направленного вперед узкого клювовидного отростка. У его переднего конца лежит сошник. По бокам сошника располагаются хоаны – внутренние отверстия ноздрей.

Нёбные отростки предчелюстных и верхнечелюстных костей сливаются с удлиненными парными нёбными костями 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, задние концы которых также суставом соединяются с квадратными костями.

Пояс передних конечностей (плечевой пояс) птиц образован парными коракоидами, лопатками и ключицами. Мощные удлиненные коракоиды своими расширенными нижними концами прочно соединяются малоподвижными суставами с передним краем грудины. Между передними концами коракоидов расположена прикрепляющаяся к ним вилочка, возникшая путем слияния обеих ключиц. Длинные и узкие лопатки лежат над ребрами; их передние концы прочно соединены со свободными концами коракоидов.

Скелет передней конечности, превратившейся в крыло, подвергся значительным изменениям. Плечо – мощная трубчатая кость. Эпифизы дистального конца плеча образуют суставные поверхности для сочленения с двумя костями предплечья: более прямой и тонкой лучевой и более крупной, слегка изогнутой локтевой костью. На поверхности локтевой кости видны бугорки – места прикрепления очинцов второстепенных маховых перьев.

Особенно резкие изменения в связи с приспособлением к полету произошли в строении кисти (рис. 21). В проксимальном отделе запястья сохраняются только две самостоятельные косточки. 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. Резко редуцируется скелет пальцев. Фаланговая формула кисти – 1-2-1.

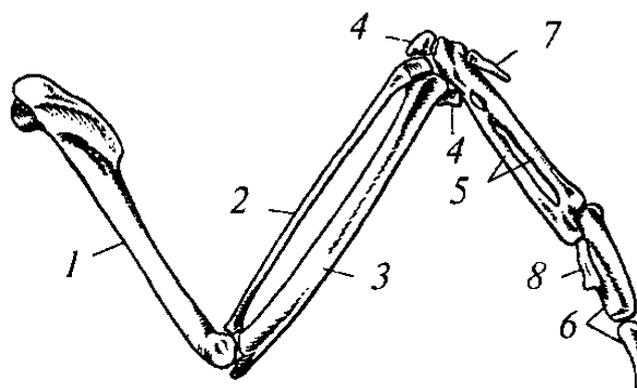


Рис. 21. Скелет крыла вороны (по Карташев и др., 2004): 1 – плечевая кость, 2 – лучевая кость, 3 – локтевая кость, 4 –самостоятельные косточки запястья, 5 – пряжка (слившиеся косточки запястья и пясти), 6 – фаланги II пальца, 7 – единственная фаланга I пальца, 8 – единственная фаланга III пальца

Тазовый пояс состоит из трех пар срастающихся вместе костей: подвздошная кость на большом протяжении срастается со сложным крестцом. К ее наружному краю прирастает седалищная кость, а ниже расположена направленная назад палочкообразная лобковая кость. Лобковые

и седалищные кости правой и левой сторон не соединяются друг с другом на брюшной поверхности. Такой таз называют открытым.

Скелет задней конечности представлен мощными трубчатыми костями (рис. 22). Бедро 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.

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 тибiotарзус. Малая берцовая кость сильно редуцирована.

Дистальные элементы предплюсны и все элементы плюсны сливаются у птиц в единую кость – цевку, или плюсну-предплюсну. Таким образом, подвижное сочленение располагается между двумя рядами костей предплюсны, поэтому, как и у пресмыкающихся, этот сустав называется интертарзальным.

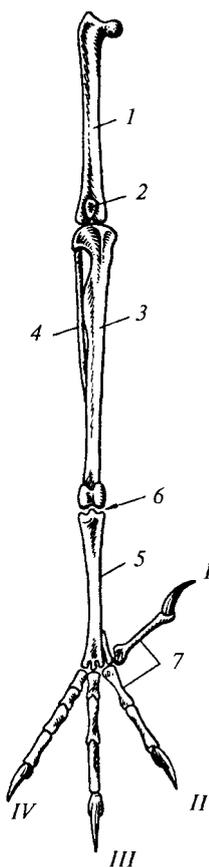


Рис. 22. Скелет задней конечности вороны (по Карташев и др., 2004): 1 – бедренная кость, 2 – коленная чашечка, 3 – голено-предплюсна (tibio-tarsus), 4 – малая берцовая кость, 5 – цевка (слившиеся кости предплюсны и плюсны), 6 – интертарзальный сустав, 7 – фаланги пальцев; I – IV – пальцы

На дистальном конце цевки образуются хорошо выраженные суставные поверхности для прикрепления фаланг пальцев. У подавляющего большинства птиц в задней конечности развиваются четыре пальца, из которых I направлен назад, а II, III, IV – вперед. Фаланговая формула задней конечности птиц 2-3-4-5.

1.5. Особенности строения скелета млекопитающих

Позвоночник большинства млекопитающих (за исключением китообразных и сирен), разделяется на 5 отделов: шейный, грудной, поясничный, крестцовый и хвостовой (рис. 23).

Передняя и задняя поверхности тел позвонков млекопитающих плоские; такие позвонки относятся к платицельному типу. Между телами позвонков в виде прокладок расположены межпозвоночные дискообразные хрящи – мениски.

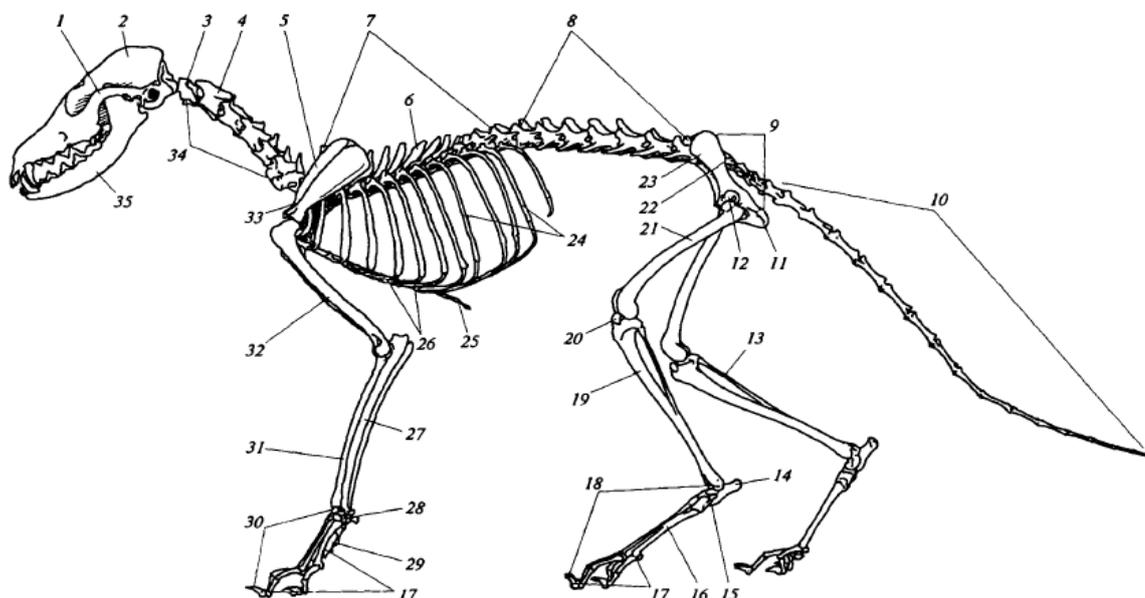


Рис 23. Скелет лисицы (по Держинский и др., 2013, с изменениями): 1 – скуловая дуга; 2 – череп; 3 – атлант; 4 – эпистрофей; 5 – лопатка; 6 – остистый отросток; 7 – грудные позвонки; 8 – поясничные позвонки; 9 – таз; 10 – хвостовые позвонки; 11 – седалищная кость; 12 – вертлужная впадина; 13 – малая берцовая кость(приросшая); 14 – пяточная кость; 15 – предплюсна; 16 – плюсна; 17 – фаланги пальцев; 18 – стопа; 19 – большая берцовая кость.; 20 – коленная чашечка; 21 – бедренная кость; 22 – крестец; 23 – подвздошная кость; 24- позвоночные отделы ребер; 25 – грудина; 26 – грудинные отделы ребер (хрящевые); 27 – локтевая кость; 28 – запястье; 29 – пясть; .30 – кисть; 31 – лучевая кость; 32 – плечевая кость; 33 – лопатка; 34 – шейные позвонки; 35 – нижняя челюсть

Шейный отдел почти всех млекопитающих содержит 7 позвонков, иное число только у сирен и ленивцев. Первый шейный позвонок – атлант имеет вид кольца и причленяется к двум затылочным мышцелкам черепа. Сзади в атлант входит зубовидный отросток второго шейного позвонка – эпистрофея.

Остальные шейные позвонки характеризуются тем, что к их поперечным отросткам прирастают рудименты шейных ребер; при этом

образуется отверстие, сквозь которое проходят кровеносные сосуды. 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; их обычно 12-13. По бокам позвонка находятся короткие поперечные отростки с сочленовными поверхностями на концах, к которым подходит бугорок ребра. На теле позвонка спереди и сзади основания верхней дуги имеются суставные поверхности, к которым прикрепляется головка ребра; она сочленяется сразу с двумя соседними позвонками). Таким образом обеспечивается двойное присоединение ребра к позвонку: головкой и бугорком. При этом образуется отверстие, через которое проходят кровеносные сосуды. 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. 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 млекопитающих череп полностью окостеневает (рис. 24). 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, окружающей большое затылочное отверстие. Эта кость образовалась путем слияния всех четырех затылочных костей. Она несет два затылочных мышечка, обеспечивающих подвижное сочленение черепа с первым шейным позвонком.

Верхнюю часть мозгового черепа образуют несколько покровных костей. Впереди затылочной кости лежат непарная межтеменная кость и парные теменные кости. Кпереди от них расположены парные лобные кости, боковые края которых образуют нависающие над глазницей надглазничные отростки. Передняя часть крыши черепа занята удлинненными носовыми костями.

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

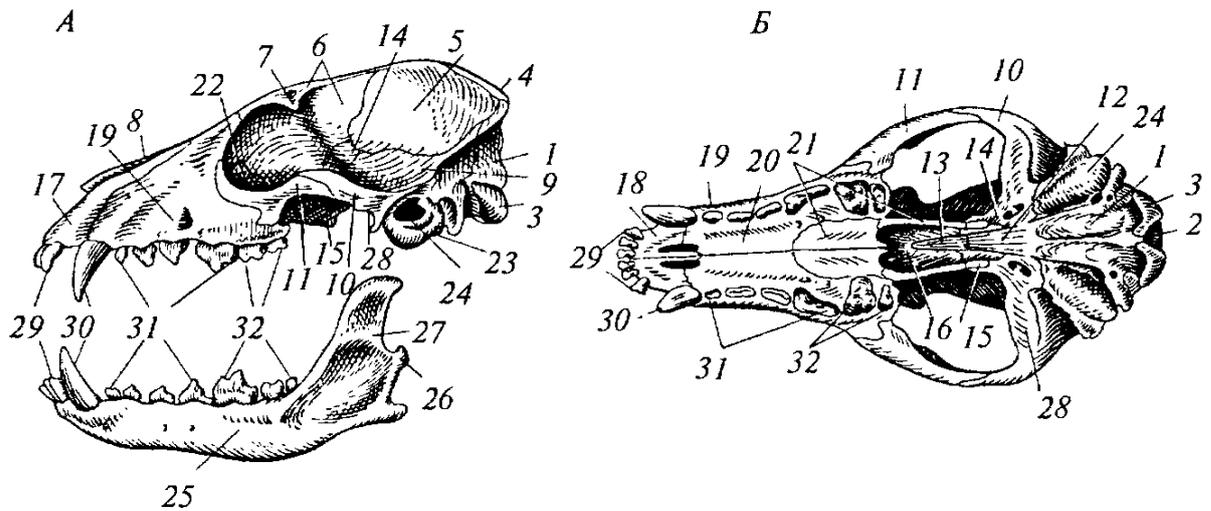


Рис. 24. Череп лисицы. (по Карташев и др., 2004): А – сбоку; Б – снизу. 1 – затылочная кость, 2 – большое затылочное отверстие, 3 – затылочный мыщелок, 4 – межтеменная кость, 5 – теменная кость, 6 – лобная кость, 7 – надглазничный отросток лобной кости, 8 – носовая кость, 9 – височная кость, 10 – скуловой 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

Дно мозгового черепа в заднем отделе составлено затылочной костью и лежащей впереди нее основной клиновидной костью, перед которой лежат узкая передняя клиновидная кость и маленький сошник. По сторонам от основной клиновидной кости лежат парные крылоклиновидные кости, а по бокам передней клиновидной – крыловидные кости. Они образуют нижнюю часть стенки глазницы. Переднюю стенку глазницы замыкает небольшая слезная кость.

Висцеральный череп, как и у других позвоночных, составлен несколькими костями. Спереди расположены небольшие предчелюстные кости. Позади них находятся массивные верхнечелюстные кости. Нёбные отростки этих костей вместе с нёбными костями образуют характерное для всех млекопитающих твердое костное нёбо, отграничивающее носовой проход от ротовой полости. Твердое нёбо закрывает лежащую впереди клиновидных костей и имеющую очень сложную форму решетчатую, или обонятельную, кость. К задним выступам нёбных костей, образующим желоб, прирастают небольшие крыловидные кости. Подвижных элементов в верхней челюсти нет, все сращения прочные.

Нижняя челюсть млекопитающих представлена только одной зубной костью. Подвижное сочленение ее с черепом осуществляется при помощи

венечного отростка, соединяющегося суставом со скуловым отростком височной кости (чешуйчатой). Освобожденные от функции причленения нижней челюсти квадратная и сочленовная 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.

Для млекопитающих характерна сложно дифференцированная гетеродонтная зубная система. Различают следующие группы зубов: резцы, клыки, предкоренные и коренные. Зубы млекопитающих сидят в особых углублениях костей – альвеолах.

Пояс передней конечности хищных состоит только из лопатки (рис. 25). Около суставной ямки виден коракоидный отросток, представляющий собой редуцированный и приросший к лопатке коракоид. Коракоид (и надгрудник) из всех млекопитающих сохраняется только у однопроходных. Ключица у лисицы отсутствует, как и у большинства хищных (а также копытных, хоботных и китообразных). У большинства сумчатых, насекомоядных, рукокрылых, приматов, грызунов, зайцеобразных ключицы развиты хорошо.

Передняя конечность состоит из трех отделов: плеча, предплечья и кисти. В плечевом отделе всего одна кость – плечевая. Предплечье образовано локтевой костью и несколько более толстой лучевой. Локтевая кость имеет в проксимальном отделе крупный локтевой отросток. Кисть разделяется на проксимальный отдел – кости запястья, промежуточный – кости пясти и дистальный – фаланги пальцев. Сустав, обеспечивающий подвижность кисти у млекопитающих, как и у амфибий, лучезапястный.

Тазовый пояс состоит из двух безымянных костей. Каждая из них образована срастанием костей; подвздошной, седалищной и лобковой. Таз млекопитающих закрытый: лобковая и седалищная кости правой и левой сторон срастаются друг с другом по средней линии.

В задней конечности имеется три отдела: бедро, голень и стопа. Бедренный отдел содержит одну кость. Бедро сочленяется с голенью коленным суставом, на передней поверхности которого расположена небольшая округлая косточка – коленная чашечка. Голень имеет крупную большую берцовую кость и тонкую малую берцовую кость. Стопа образована предплюсной, плюсной и фалангами пальцев. Предплюсна в проксимальном отделе содержит две косточки: внутреннюю – таранную и наружную – пяточную 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. Обычная фаланговая формула и в передней, и в задней конечностях – 2-3-3-3-3.

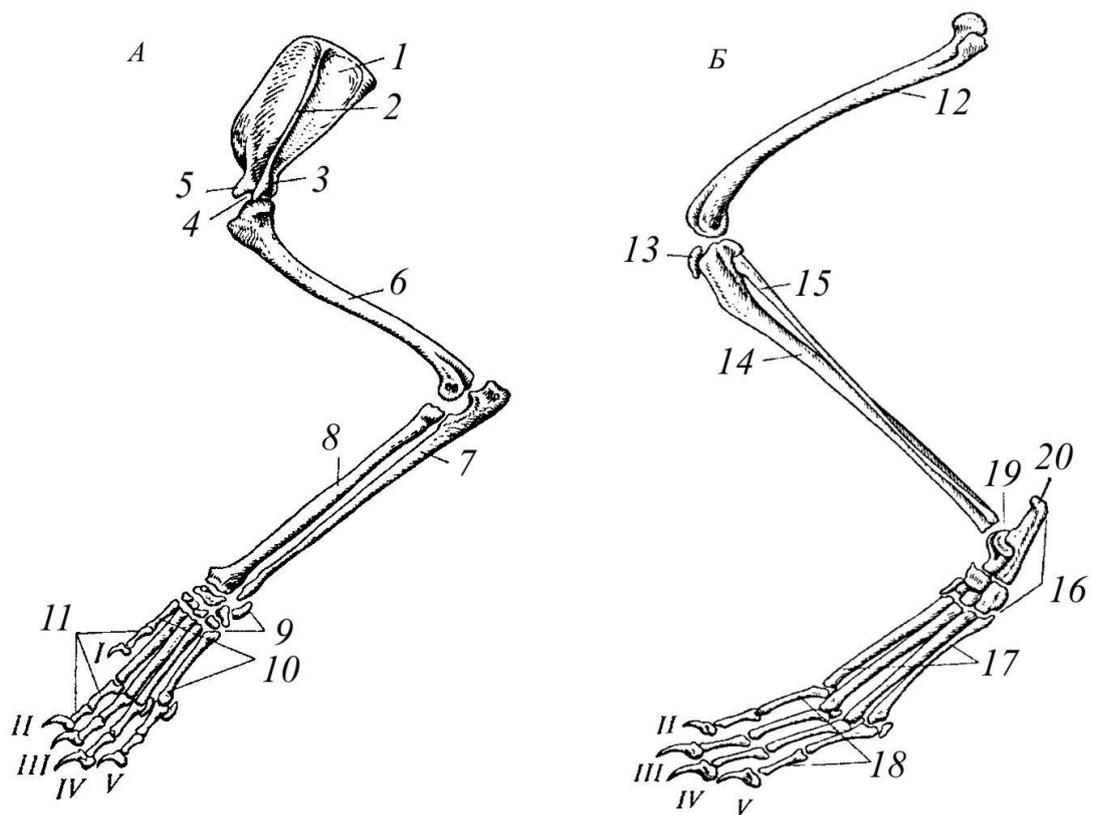


Рис. 25. Конечности лисицы (по Карташев и др., 2004, с изменениями): А- передняя конечность, Б – задняя. 1 – лопатка, 2 – гребень лопатки, 3 – акромиальный отросток, 4 – суставная ямка, 5 – коракоидный отросток, 6 – плечевая кость, 7 – локтевая кость, 8 – лучевая кость, 9 – запястье, 10 – пясть, 11 – фаланги пальцев кисти, 12 – бедренная кость, 13 – коленная чашечка, 14 – большеберцовая кость, 14 – малоберцовая кость, 16 – предплюсна, 17 – плюсна, 18 – фаланги пальцев стопы, 19 – таранная кость, 20 – пяточная кость

Копытные млекопитающие при движении опираются на дистальные фаланги пальцев, поэтому скелет их конечностей своеобразен. У парнокопытных опора идёт на III и IV пальцы, II и V имеются, но развиты в разной степени у представителей различных семейств (Гуртовой, 1992). Отличия в строении кистей и стоп могут быть у представителей разных родов семейства (Gustafson, 2015). У представителей семейства лошадиных отряда непарнокопытных развит только III палец (Гуртовой, 1992).

Так же для млекопитающих характерны некоторые гетеротопные окостенения, которые не являются частью собственно скелета, а появляются в качестве вспомогательных элементов. Обычно они замещают волокнистую соединительную ткань, присутствующую в данном месте у других форм; кость может формироваться прямо из такой ткани или проходить промежуточную хрящевую стадию. У млекопитающих маленькие кости и хрящи часто образуются в сухожилиях. Такие структуры, часто встречающиеся в кисти и стопе, называются сесамовидными, или сесамоидами. Коленная чашка, или надколенник является крупным сесамоидом.

В половом члене самцов ряда групп млекопитающих (насекомоядные, хищные, грызуны, приматы) обнаруживается специальная поддерживающая кость – бакулум. У самок в пределах тех же систематических групп его заменяет баубеллум, поддерживающий клитор. Прочие гетеротопные элементы имеют более ограниченное распространение. На конце морды некоторых млекопитающих обнаруживаются ростральные кости: пяточковая косточка у свиней, хоботковая – кротов. У парашютирующих форм присутствует специальная кость, служащая для растягивания летательной кожной складки. У летучих мышей имеется костная шпора, поддерживающая межбедренную летательную перепонку. В перегородке сердца оленей, полорогих и верблюдов сформированы маленькие сердечные косточки, предоставляющие дополнительную опору напряженно работающим мышцам и клапанам сердца. Имеются и другие подобные примеры.

Кожные окостенения представляют собой вторичные окостенения, развивающиеся в мезодермальном слое кожи. У млекопитающих они присутствуют только у броненосцев. К окостенениям дермы относятся и т. н. роговые кости, которые прирастают к лобным костям и формируют костную основу рогов жвачных. У полорогих они постоянные. У оленей рога сменяемые.

РАЗДЕЛ 2. ПОДГОТОВКА И ОЧИСТКА СКЕЛЕТА

2.1. Особенности сбора материала и первичная подготовка скелета

Для изготовления остеологических препаратов подходят как свежие трупы животных, так уже и находящиеся в стадии разложения. В любом случае, при работе с трупным материалом следует проявлять осторожность и выполнять ряд санитарных правил: использовать перчатки, прикрывать органы дыхания медицинской маской или тканевой повязкой. После работы необходимо вымыть руки и инструмент тёплой водой с мылом, обработать руки антисептическим средством (<http://rusmam.ru/faq/index>). Особую опасность представляют трупы грызунов мелкого и среднего размера, так как эти животные являются потенциальными переносчиками многих опасных инфекционных заболеваний (чума, туляремия, геморрагическая лихорадка с почечным синдромом и другие). Труп животного помещается в один или несколько полиэтиленовых пакетов, обязательно этикеткируется. На этикетке указываются вид животного (если удалось определить), место сбора (при возможности - географические координаты), биотоп, дата, ФИО исследователя.

Тушки мелких животных или их головы для сохранения в полевых условиях можно поместить в 96% этиловый спирт. У тушек для лучшего сохранения следует сделать разрез на брюхе. На возможность дальнейшей обработки спиртование материала не влияет (Бобринский, Четвериков, 1925)

В лабораторных условиях для обеззараживания и сохранения перед началом обработки труп животного следует поместить в морозильную камеру. В зимний период можно хранить материал на открытом воздухе. При этом необходимо оберегать его от повреждения: мясо может привлечь хищных млекопитающих.

Практически в любом случае, вне зависимости от методов дальнейшей очистки, подготовка скелета начинается с механического удаления шкуры животного, внутренних органов, мышц и жира.

Размороженную тушку животного разместите на столе, для мелких и средних объектов используйте металлические ванночки. Для удобства дальнейшей работы можно постелить под тело лист бумаги.

Далее следует произвести снятие шкуры. Если в дальнейшем планируется использовать шкуру для изготовления чучела, коллекционной тушки или иных целей, снятие следует производить осторожно и аккуратно, стараясь не делать лишних разрезов и проколов шкуры. В случае, когда планируется изготовить только скелет, съёмку кожи можно производить отдельными кусками, к примеру, у мелких и средних млекопитающих удобно произвести разрез кожи кольцом между передними и задними конечностями и снять шкуру последовательно с передней и задней частей зверька.

Особенную осторожность следует проявлять при снятии кожи с конечностей, головы и хвоста. Кожа с хвоста мышей может быть снята

трубкой, для этого достаточно ногтями сжать основание хвостовых позвонков и осторожно стянуть кожу с хвоста лёгким усилием, удерживая шкуру руками либо пинцетом. У прочих зверей, включая землероек и крота, применение подобной методики может привести к отрыву хвостового отдела позвоночника. В случае отрыва элементов скелета, эти части следует этикетировать и завернуть в марлевый бинт. Кожу на пальцах мелких животных рекомендуем оставить и удалить при дальнейшей очистке скелета. У птиц хвостовой отдел позвоночника, как было отмечено в разделе 1, заканчивается костным сращением, пигостилом. К нему крепятся очины рулевых перьев, поэтому при съёмке шкуры с птицы на скелет удобнее всего сначала обрезать перья (если нет необходимости в сохранении шкуры), чтоб не повредить кости хвоста. Схожую методику можно применить и при снятии кожи с крыльев: очины маховых перьев 1-2 порядков прикрепляются к костям кисти и локтевой кости соответственно.

После снятия шкуры удаляются внутренние органы, у животных среднего (размером с хорька, лисицу) и крупного (волк, медведь) размеров рекомендуем отделить от позвоночника голову, чтобы удалить через большое затылочное отверстие мозг. Удалить мозг удобно с помощью пинцета и проволочного крючка. Сначала крючком разделяют мозг на мелкие части, после удаляют их пинцетом. Мелкие части мозга вымываются из черепа струёй воды.

Далее следует удалить крупные мышцы. При этом у мелких животных кости скелета предпочтительнее не разделять на отдельные части, оставлять части скелета соединёнными связками. У животных среднего и крупного размера лучше отделить голову, конечности, разделить осевой скелет на удобные для хранения и дальнейшей обработки части. При этом лучше не разделять грудной отдел позвоночника, не отделять рёбра от грудины. При отсутствии опыта в сборке скелетов отделённые части, особенно правые и левые конечности и их части необходимо маркировать, это упростит дальнейшую работу и сборку.

После всех проделанных этапов в руках остаётся соединённый связками скелет (возможно, разделённый на отдельные части) с прирезами мяса и связками (рис. 26). Дальнейшая обработка зависит от выбора методов очистки.

2.2. Методы очистки костей

Методики очистки костного материала от мягких тканей можно подразделить на термические, механические, химические и биологические. В первом случае для освобождения скелета от кожи, мышц, связок и жира используется нагрев до высоких температур (вываривание); во втором - различный ручной или электрический инструмент; в третьем – химикаты; в четвертом – процесс естественного разложения тканей или какие-либо

животные. Отметим, что наилучшие результаты даст сочетание методов, в зависимости от качества и размеров исходного материала.



Рис. 26. Подготовленный к дальнейшей очистке скелета труп крысы

Обращаем ваше внимание, что при работе с едкими и ядовитыми химическими веществами и электрическими приборами следует соблюдать все необходимые меры предосторожности.

2.2.1. Вываривание костей и механический метод очистки

Отдельно отметим такой простой и доступный способ очистки костей как вываривание. Чаще всего данный способ применялся нами для очистки черепов животных крупного и среднего размера.

Перед вывариванием рекомендуется выдержать материал в проточной воде для удаления крови. Если осуществление постоянного тока воды по каким-либо причинам не возможно, то можно ограничиться многократной сменой воды в ёмкости, куда помещён объект.

Для вываривания используется крупная ёмкость, куда объект помещается целиком. Кости необходимо полностью покрыть водой, иначе на готовом изделии могут остаться темные следы. Кости помещают в холодную воду и начинают постепенный нагрев. Помещение объекта сразу в кипяток может привести к порче внешнего вида скелета, особенно страдают (растрескиваются) зубы. После закипания воды кости варят около 10-20 минут, после рекомендуется слить воду, остудить кости, удалить отходящие

от костей мягкие ткани и продолжить вываривание в чистой воде. При необходимости (в случае большого содержания жира в костях) смену воды можно производить неоднократно. При последующих варках мы добавляли в воду небольшое количество пищевой соды. Это ускоряло размягчение мягких тканей. Кроме того, щелочь омыляет жиры и способствует их удалению из костей. Так же можно добавлять бытовые моющие средства. Специалистами ВНИИОЗ опробован метод варки костей в растворе тетрабората натрия ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$, боракс, бура). Отмечено, что это вещество обладает отбеливающим и обезжиривающим эффектом (Соловьев и др., 2007).

Отметим, что кости мелких животных и кости рыб не рекомендуется варить долгое время: разрушатся связки и сборка скелета будет затруднена. Так же не стоит добавлять выше упомянутые химикаты. К таким объектам после краткосрочной выварки (если она необходима), лучше применять иные методы очистки.

Метод вываривания – легкодоступен и может применяться в полевых условиях, к примеру, для первичной очистки черепов мелких млекопитающих. Для них мы использовали небольшие консервные банки либо металлические стаканы. Весь процесс варки черепов зверьков продолжался не более 20 минут.

После варки мягкие ткани удаляются с помощью ножа или скальпеля. Старайтесь делать не режущие, а скользящие движения, чтобы меньше повреждать кость. После остатки мягких тканей осторожно удаляются жесткой щёткой. Для крупных костей можно использовать металлические щётки.

Особенную трудность представляет очистка черепа и позвонков из-за большого количества мелких отверстий в костях. Для удаления мягких тканей из нервных каналов черепа мы обычно применяли проволочные крючки, стоматологические зонды и ёршики. Нижечелюстной канал у крупных млекопитающих следует очищать длинной проволокой с крючком на конце. Для удаления остатков мозговых оболочек можно применить длинный пинцет или хирургические зажимы и корнцанги.

Удаление мягких тканей с костей без предварительной химической либо термической обработки – трудоёмкий процесс. Механическое очищение костного материала обычно дополняет либо завершает предшествующие этапы очистки.

2.2.2. Химические методы

Для очистки скелета могут применяться различные органические и неорганические химические вещества.

Из органических веществ в химической мацерации применяется трипсин, пепсин и панкреатин, эти вещества относятся к группе протеолитических ферментов. К примеру (Заславский, 1966), для химической

мацерации тканей может использоваться раствор трипсина с добавлением сульфида натрия (Na_2S). Мацерация трипсином используется (Sandström, 1969) для очистки тонких и мелких костей

Среди неорганических веществ, используемых в практике очистки костей, применяются, в основном, щелочные среды. Мацерация производится в растворах гидроксида калия (KOH) и натрия (NaOH), соды (NaHCO_3). М.А. Заславский (1966) рекомендует мацерацию антиформинном (смесь равных объемов 20% раствора гипохлорита натрия (NaOCl) и 15% раствора гидроксида натрия). Согласно рекомендациям Ярославцева (1961), после использования щелочей кости следует промыть слабым уксусной кислоты для нейтрализации. Так же применяются разбавленные кислоты, к примеру, серная (H_2SO_4) (Заславский, 1966). Для скелетов рыб используется 6% раствор нашатырного спирта (NH_4OH) с последующей механической очисткой костей от мягких тканей и, при необходимости, погружением в 10% раствор NaOH (Стариков, 2001).

Из неорганических веществ нашей практике для химической мацерации тканей мы использовали средство для очистки канализационных труб, содержащий в своём составе гипохлорит натрия и гидроксид натрия. Эта жидкость была выбрана нами исходя из рекомендаций М.А. Заславского (1966), так как содержит гипохлорит натрия. Это щелочное средство омыляет жиры, вызывает набухание мягких тканей, после чего они легко счищаются с костей.

Применять упомянутое средство следует с большой осторожностью. В опыте мышцы на скелете домашней мыши размягчились через час после пребывания в очистителе. А за сутки скелет мыши растворился практически полностью, сохранились только зубы и фрагменты крупных трубчатых костей конечностей. По этой причине наилучшие результаты даёт выемка скелета каждые полчаса (для мелких объектов – каждые 10 – 15 минут) и очистка набухших мягких тканей с помощью щётки.

2.2.3. Биологические методы

К биологическим методам мы относим очистку скелета с помощью процесса естественного гниения, а так же с помощью насекомых.

Очищение тканей с помощью гниения – надёжный метод очистки костей от мягких тканей, не требующий специального оборудования и навыков. Этот метод является наиболее щадящим с точки зрения сохранности костного материала. Предварительно материал следует вымочить в воде, очистив от крови. Скелеты мелких и молодых птиц рекомендуется (Заславский, 1966) выдержать в 70% спирте перед мацерацией гниением. Кости заливаются тёплой водой в ёмкости с крышкой. Для того, чтобы не потерялись и не перепутались мелкие кости, отдельные части скелета следует мацерировать в отдельных ёмкостях или отдельных марлевых мешочках (Заславский, 1966).

Далее начинается процесс гниения мягких тканей. По прошествии определённого (обычно около 10 дней) времени, кости вынимаются, промываются водой и очищаются от остатков мышц и связок с помощью жесткой щётки. Ускорить процесс можно нагреванием раствора до 30-40° С (Заславский, 1966; Пикалюк и др, 2004). Тела крупных животных требуется разделить на части, так как скорость очистки разных частей неодинакова.

При частом использовании этого метода рекомендуется оставить небольшое количество жидкости с культурой бактерий. При начале обработки следующего объекта жидкость добавляется в воду: это ускоряет начало процесса гниения.

К недостаткам такого метода относится неприятный запах, сопровождающий процесс гниения. Некоторое время запах сохраняют и вынутые и очищенные кости скелета. Другой отрицательной стороной метода является продолжительное время очистки и сложность в сохранении связок.

Возможен иной подход к очистке костного материала гниением. Сходные процессы происходят при захоранивании объекта в земле. Это может быть специально подготовленный грунт или влажный песок (Заславский, 1966), помещённый в большую ёмкость в лабораторных условиях, либо почва на открытом участке. В последнем случае высока вероятность перемешивания и разрушения костей скелета почвенными беспозвоночными. Чтобы предотвратить порчу материала, объект следует перед закапыванием в землю поместить в мешок из тканого материала. Данный метод применяется так же при необходимости использования костных останков для изучения последовательности ДНК особи.

В летнее время возможна очистка скелета путём выдерживания в стоячем водоёме. Для этого неочищенный скелет опускается в металлической решетке у берега пруда. При этом к процессу очистки присоединяются и водные беспозвоночные (Заславский, 1966).

Очистка с помощью насекомых

К биологическим методам очистки скелета так же относится использование колоний мелких насекомых, содержащихся в лабораторных условиях или в природе.

Любой оставленный на открытом воздухе труп животного заселяется специфической некрофауной (Лябзина, 2018): личинками мух, жуками-могильщиками, кожеедами. Через определенное время кости животного будут очищены от мягких тканей и могут быть использованы для дальнейшей работы. Чтобы снизить вероятность потери костей и их растаскивания, так же как и при использовании метода захоранивания, рекомендуется поместить объект в мешок из проницаемого материала. Для лучшей сохранности мешок можно повесить над землёй. В опыте очистка костей журавля таким образом (мешок с тушкой был повешен на дереве) заняла около года.

Использование для подобных целей колоний муравьёв иногда рекомендуется в литературе (Заславский, 1966). Существует и иное мнение (Программы и наставления... 1891; Сугробов, 2007): использование муравьёв не желательно, животными портят тонкие концы костей. Мы придерживаемся второй точки зрения, добавим, что для муравьёв характерно растаскивание мелких объектов.

В лабораторных условиях нам известно об использовании для очистки костей колоний тараканов, личинок мясной мухи («опарышей»), личинок мучного хрущака и кожеедов (Абрамов, 2007). Наибольший опыт мы наработали в применении кожеедов (*Dermestes sp.*).

Содержание колонии кожеедов

Колония кожеедов содержится нами в пластиковой ёмкости с крышкой. В крышке для вентиляции проделано крупное отверстие, затянутое мельничным газом. В качестве наполнителя используется картон. Удобно применять части картонных кассет из-под яиц. Кожееды требуют для нормальной жизнедеятельности поддержания температуры около 30 °С. Указывается (Нюм, 2012), что при температуре ниже 16°С жуки становятся малоактивными и мало питаются, при температуре выше оптимальной – могут погибнуть, кроме того, взрослые насекомые могут начать летать. По этой причине нами собрана тёплая подстилка для коробки. Подстилка представляет собой часть системы «тёплый пол», закрепленную на листе ламинированной ДСП. Размеры подстилки 40x55 см. Без теплой подстилки и вентиляционных отверстий в крышке в ёмкости повышается влажность, что приводит к намоканию подстилки и гниению пищи. В итоге это может привести к гибели колонии.

Зарубежными таксидермистами (<https://www.taxidermy.net/>) для содержания крупных колоний используются переоборудованные морозильные камеры с организованной вентиляцией и подогревом.

Для питания колонии (в тех случаях, когда это не связано с очисткой скелетов животных) можно использовать подсушенные обрезки мяса, рыбу. Нюм (2012) предлагает использовать для кормления мясные паштеты.

Негативным аспектом содержания колонии является неприятный запах. При правильной подготовке корма и материала для очистки, запах не сильный, но при порче пищи или отсыревании подстилки может усиливаться. По этой причине рекомендуется следить за чистотой колонии и содержать её отдельно. Кроме того, выбравшиеся из колонии насекомые могут повредить коллекционные экспонаты. В связи с этим необходимо следить за целостностью ёмкости с жуками.

Для очистки колонии от старой подстилки мы применяли следующий способ. Пищу для насекомых оставляли в стеклянной ёмкости. По мере того, как жуки и их личинки садились на кормовой объект, стряхивали их в другую коробку для временного содержания. Когда новые насекомые перестали появляться на корме, просеяли подстилку через сито с ячейей 2 мм. Отсеяны оказались фекалии жуков и мелкие части подстилки. Экзувии

личинок, куколки, крупные части подстилки и очищенные кости оставались в сите, их мы вернули обратно в коробку. После туда же вернули насекомых из ёмкости для временного содержания.

Очистка скелетов с помощью кожеедов

Основное преимущество кожеедов для очистки скелетов – это возможность удаления мяса и жира из самых труднодоступных мест скелета, а так же возможность работы с самыми мелкими объектами. Чаще всего мы использовали колонию для очистки черепа и посткраниальных скелетов мелких млекопитающих: землероек, мышей и полёвок, рукокрылых. Имеется и опыт очистки скелетов рыб. В отличие от скелетов, очищенных методом мацерации, при очистке насекомыми не повреждаются связки, скелет мелкого животного не распадается (рис. 27). При недостаточном высушивании мелкого объекта или слишком длительном нахождении в колонии могут отпасть мелкие кости конечностей, рёбра. По этой причине рекомендуется мелкий объект помещать не непосредственно на подстилку в ёмкости, а в отдельных пластиковых коробках, закрытых сеткой с диаметром ячеей около 3-5 мм. Проникновению жуков и их личинок сетка не мешает, но препятствует растаскиванию мелких элементов скелета.

Перед очисткой костей с помощью колонии кожеедов подготовленный скелет необходимо высушить до состояния, при котором мышцы и связки потеряют большую часть влаги, но ещё сохранят некоторую эластичность. Для ускорения данного процесса можно использовать фен. Отметим, что при использовании спиртованного материала, его следует предварительно промыть от спирта. Для этого тушка животного помещается в ёмкость и ставится под струю проточной воды.

Если перед очисткой скелет содержался в спирте, формалине или соли, необходимо тщательным образом вымочить материал в чистой воде. Фиксированные в спирте черепа мышевидных грызунов мы вымачивали в 0,5 л. банках в течение суток, несколько раз меняя воду.

После скелет помещается в ёмкость с колонией. Время полной очистки зависит от подготовки материала, размеров колонии, температуры и многих иных факторов. В нашем опыте колония, содержащаяся в ёмкости размером (28x20x9 см) очищала скелет мыши за сутки. Мелких животных следует класть сначала в пластиковую или стеклянную ёмкость с сетчатой крышкой (диаметр ячеей должен позволять жукам беспрепятственно добираться до пищи). В противном случае после очистки скелет может распасться, и насекомые перемешают кости в подстилке, найти мелкие детали может быть нелегко. После первоначальной очистки скелета жуками на скелете обычно остаются чрезмерно подсохшие мумифицированные куски мягких тканей. Чтобы жуки их объели можно слегка сбрызнуть скелет водой или положить на него влажную тряпку (<https://www.taxidermy.net/>).

После очистки взрослых жуков и личинок необходимо стряхнуть с помощью кисти, пинцета и препаровальной иглы с костей. Если кости, очищенные с помощью колонии кожеедов, не планируются в дальнейшем

варить, обезжиривать или отбеливать, то их необходимо проморозить при -18°C в течение 3 суток (McDonald, 2006) это убьет кожеедов, оставшихся на скелете и предотвратит их распространение в коллекции и порчу материала.



Рис. 27. Скелет крысы после очистки колонией кожеедов

2.3. Подготовка скелета к сборке

Перед подготовкой к монтированию скелета очищенные кости необходимо промыть от возможных загрязнений и химикатов, и при необходимости, произвести процедуру обезжиривания и отбеливания. Данные процедуры улучшают внешний вид изделия, способствуют более полному очищению от остатков мягких тканей.

2.3.1. Обезжиривание

Обезжиривание скелета необходимо для удаления жира, который содержится и в самой костной ткани и внутри трубчатых костей. Кроме того, жировая ткань может находиться и снаружи. При вываривании вытопившийся жир может проникать в кость. В случае крупных, сильно за жиренных костей этот этап становится самым длительным и трудоёмким в очистке скелета (Ярославцев, 1961; Квашин, Каменева, 2008).

Для обезжиривания используются органические растворители, так как они растворяют жиры. Так же обезжиривающим эффектом обладает варка с добавлением щелочей и соды (эти вещества омыляют жиры). Кроме того, известен способ (McDonald, 2006) обезжиривания костей раствором аммиака.

Из всех способов обезжиривания нами применялось погружение костей в чистый бензин-растворитель «Нефрас С2-80/120» («Калоша»). Использовать керосин и смеси органических растворителей, применяемые для растворения лаков и красок, мы не рекомендуем: эти вещества более плотные, хуже проникают в кости.

Костный материал находился в ёмкости с бензином на протяжении 1-3 недель, в зависимости от размеров и за жиренности объекта. В случае крупных объектов с большим содержанием жира этот процесс может затянуться и на несколько месяцев, с заменой бензина при загрязнении (это отражается в пожелтении жидкости).

Для лучшего выхода жира рекомендуется сделать в костях незаметные отверстия с помощью дрели. Впоследствии эти отверстия маскируются или используются при монтаже скелета.

После выдерживания в бензине крупные кости для лучшего выхода жира можно опустить в кипящую воду и проварить в течение 5-10 минут. Это позволит выйти из костей бензину и растворённому жиру.

2.3.2. Отбеливание

Отбеливание скелета необходимо для улучшения внешнего вида будущего экспоната. Кроме того, в ходе этого процесса кости дополнительно обрабатываются и очищаются от возможных остатков мышц, связок и кожи. Мелкие остатки мягких тканей после подобной обработки становятся незаметными и не портят вид готового изделия.

Применение в данных целях бытовых отбеливателей, содержащих хлор, нами не рекомендуется, так как поверхность костей в них становится рыхлой и начинает разрушаться. Мелкие объекты могут раствориться полностью. Для крупных костей применяется отбеливание на солнце.

Среди всех способов отбеливания костей нами чаще всего применяется способ выдерживания материала в разбавленной перекиси водорода (H_2O_2). Для этого кости погружаются в воду, куда впоследствии добавляется, приблизительно, 100 мл концентрированной (30%) перекиси на 5 литров воды. Вместо концентрированной перекиси можно применить продающуюся в аптеке разбавленную 3% перекись без добавления воды. Так же в опытах мы применяли гидроперит (клатрат H_2O_2 с мочевиной). На 5 литров воды растворяли 10 таблеток по 1,5 г. препарата. Через сутки кости вынимаются, споласкиваются проточной водой, очищаются от оставшихся мягких тканей и высушиваются.

Так же можно смазывать кости 30% перекисью. При выпадении этой операции следует использовать кисть из натурального волоса и соблюдать необходимые при работе с едкими веществами меры предосторожности.

В том случае, если после прохождения этапов обезжиривания и отбеливания кости остались недостаточно отбеленными, на них выступили пятна жира, то этапы можно повторить или использовать иные методики.

РАЗДЕЛ 3. МОНТИРОВАНИЕ СКЕЛЕТА

Перед началом сборки скелета необходимо выложить очищенные кости на ровной поверхности, убедиться в комплектности элементов. Сломанные кости необходимо склеить. Сломанные трубчатые кости укрепляются проволокой, закрепленной внутри. После производится склеивание цианакрилатным («секундным») клеем по месту перелома. При склеивании плоских костей обычно достаточно цианакрилатного клея с добавлением пищевой соды.

Отдельно мы рассмотрим варианты монтирования скелета на связках и монтирования скелета из отдельных костей. Следует отметить, что чаще всего сборка производится комбинированным способом: отдельные части, к примеру, кисти и стопы, остаются на связках, а крупные трубчатые кости монтируются с помощью проволоки.

3.1. Монтирование скелета на связках

Монтирование на связках применяется, обычно, для животных небольшого размера. В этом случае при очистке костей следует сохранять скрепляющие их связки.

Работа производится с влажным скелетом, связки должны быть эластичными, суставы – подвижными. Сначала в невральный канал внутри позвоночного столба устанавливается тонкая проволока из нержавеющей стали, меди или латуни. Позвоночнику придаются необходимые изгибы. Для удобства перед этой операцией череп можно отсоединить от шейных позвонков. Для последующего закрепления черепа следует оставить 1-2 см проволоки. Впоследствии череп через большое затылочное отверстие надевается на проволоку и подклеивается к шейным позвонкам. Для лучшего соединения внутреннюю полость черепа можно предварительно заполнить расплавленным термопластичным клеем.

Далее скелет устанавливается на проволочные стойки, укрепленные в пенопластовой пластине. С помощью булавок и проволочных шпилек конечности устанавливаются и закрепляются в нужной позе (рис. 28).

Скелет сохнет в течение суток. Если нужно изменить позу изделия, то можно смочить водой необходимый участок (для этого сустав можно обернуть мокрой ватой), дождаться размягчения связок и поменять положение объекта.

После высыхания к скелету подклеиваются цианакрилатным клеем отпавшие элементы. В некоторых случаях уместно использования термопластичного клея. К примеру, у хищных млекопитающих ключицы рудиментарны и плечевой пояс прикрепляется к осевому скелету только мышцами. Поэтому передние конечности и лопатки собираются и высушиваются отдельно в нужном положении, а затем лопатки прикрепляются каплей термоклея к грудной клетке.

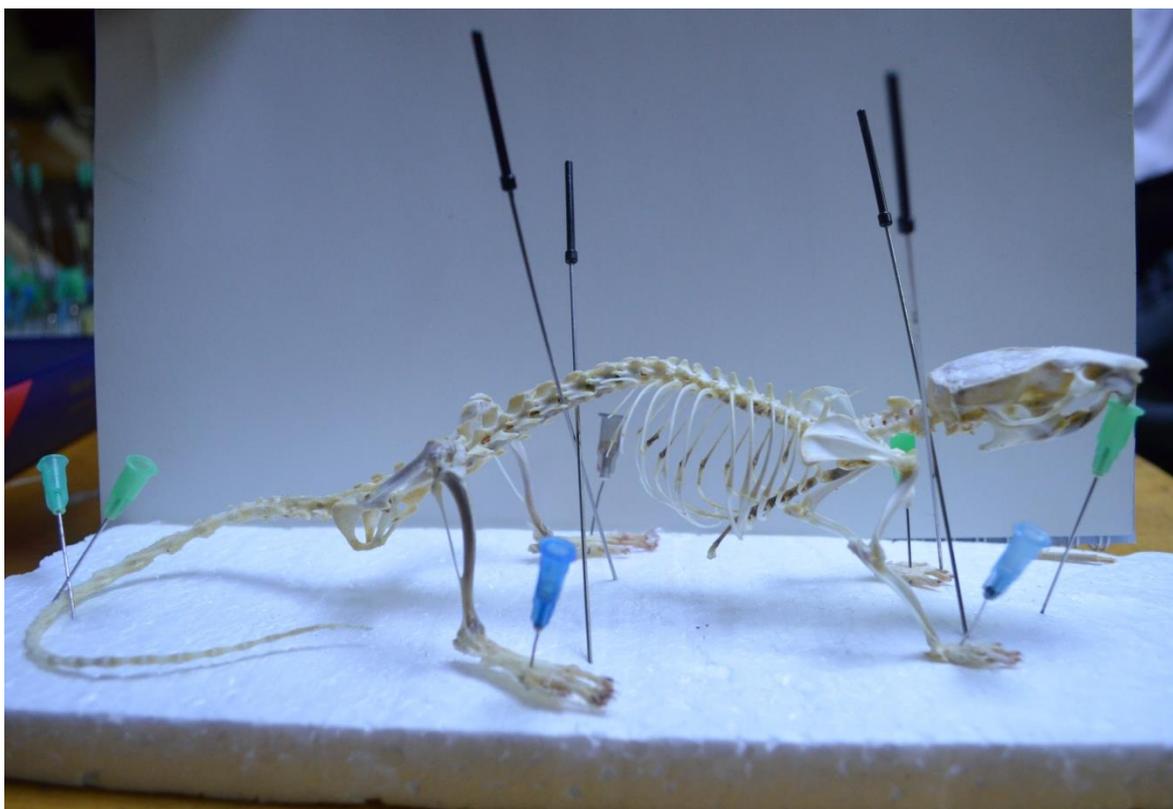


Рис. 28. Смонтированный на связках скелет крысы

3.2. Монтирование скелета из отдельных костей

Из отдельных костей обычно собираются скелеты животных среднего и крупного размера. Отметим, что чаще всего методики сборки скелетов на связках и из отдельных костей сочетаются друг с другом. Отдельные элементы скелета, например, грудная клетка, кисти и стопы, остаются скрепленными связками, другие кости соединяются проволокой и клеем. Так же для удобства работы (экономится время на определение верного положения костей) можно полностью очищать кости от связок непосредственно перед сборкой. Эта рекомендация относится, в первую очередь, к сборке кистей и стоп.

Сборку скелета удобно проводить на лабораторном штативе (рис. 29). В зажиме штатива закрепляется проволока, на которую через отверстие спинномозгового канала надеваются позвонки.

Проволоку в позвоночнике следует закрепить клеем и клиньями из дерева или плотного пенопласта. Как и в случае со скелетом на связках, для последующего закрепления черепа следует оставить 1-2 см проволоки. Позвоночный столб, кроме проволоки, продетой через невральный канал, скрепляется проволоками, проходящими через тела позвонков, а так же клеем. Для склеивания позвонков птиц мы обычно используем клей ПВА или цианакрилатный клей, для рыб и млекопитающих – термопластичный клей, который имитирует остатки хорды и межпозвоночные диски соответственно. Можно использовать и другие, к примеру, столярный клей или силиконовый

герметик. Хвостовые позвонки просверливаются и надеваются на проволоку. Кости таза соединяются проволочными штифтами и клеем с крестцовыми позвонками.



Рис. 29. Сборка скелета на лабораторном штативе

После отдельно собираются конечности. Крупные трубчатые кости (плечевая и локтевая, бедренная и большеберцовая) соединяются прочной проволокой (для животных среднего размера мы использовали медную проволоку диаметра 2 – 4 мм). Лучевая кость к локтевой и малоберцовая к большеберцовой прикрепляются проволочными штифтами. Небольшие отверстия в костях для проволок удобнее сверлить не дрелью, а бормашиной с мягким валом, зажав в цангу сверло, или бур подходящего диаметра. Перед сверлением следует наметить отверстие шилом. Проволочный штифт вклеивается в отверстие, соединяющее кости. Другой вариант соединения костей: просверлить сквозное отверстие через обе кости, продеть в отверстие проволоку и закрутить её концы круглогубцами. Суставы между поясами конечностей, плечевой костью и костями предплечья (бедренной и костями голени), а так же предплечьем и кистью (голенью и стопой) лучше оставить подвижными до финальной установки скелета на подставке: это позволит скорректировать позу животного.

Для закрепления ребер животных используются проволочные штыри, соединяющие головку ребра и тело позвонка. Так же для соединения ребер и выдерживания необходимого расстояния между ними все ребра скрепляются между собой тонкой проволокой. Спинные части ребер птиц жестко

приклеиваются к позвоночнику (спинной кости). Брюшные части ребер лучше оставить на связках, если же они отделились (от грудины или спинных частей ребер), то прикрепить их можно тонкой (0,3 мм) медной проволокой и приклеить.

Кости черепа после очистки обычно остаются соединёнными друг с другом (на многочисленные мелкие части может рассыпаться череп рыб). Отделившиеся части и выпавшие зубы вклеиваются. Так же можно смазать шейки шатающихся зубов клеем ПВА, чтобы закрепить их. Разделившиеся половины нижней челюсти склеиваются термопластичным или столярным клеем. Нижняя челюсть прикрепляется с помощью проволочных штифтов и клея

После сборки осевого скелета и конечностей они скрепляются друг с другом. В некоторых случаях удобнее начинать с закрепления конечностей на подставке. Начинать сборку лучше с прикрепления задних конечностей к тазовому поясу. Для этого в вертлужных впадинах просверливается отверстие, через которое продевается проволока. Концы проволоки вставляются в отверстия, сделанные в головках бедренных костей. Чтобы придать конструкции неподвижность, головки смазываются клеем, устанавливаются в нужном положении и закрепляются штифтами.

Плечевой пояс птиц собирается достаточно просто: коракоиды приклеиваются к крупной грудины, к ним на проволоку присоединяются лопатки и плечевые кости. Для укрепления тяжелых крыльев можно соединить проволокой правые и левые плечевые кости с позвоночным столбом. У млекопитающих удобнее сначала соединить лопатки и плечевые кости проволокой. После передние конечности с плечевым поясом прикрепляются к грудной клетке. Для этого необходимо приклеить к ребрам пенопластовые пластинки (они нужны для того, чтобы лопатки не лежали вплотную на рёбрах) и прикрепить штифтами лопатки к ребрам. Для увеличения прочности конструкции так же можно соединить проволоками правые и левые лопатки с позвоночным столбом.

В конце к позвоночнику прикрепляются хвостовые позвонки и череп. Для прикрепления хвостового отдела обычно достаточно закрепить проволоку в теле последнего крестцового позвонка и надеть на неё заранее собранный хвост. Череп надевается на передний конец проволоки, идущей внутри позвоночника. Гетеротопные элементы (сезамоиды, коленная чашечка) подклеиваются к костям или (например, бакулюм) их можно подвесить на тонкую проволоку.

После установки всех элементов, суставы закрепляются в нужном положении проволочными штифтами и клеем. Для закрепления суставов лучше использовать термопластичный клей.

3.3. Финальная обработка скелета

Темные пленки, остатки сухожилий можно удалить механическим путем с помощью мелкозернистой наждачной бумаги, напильника или шлифовальной шарошки. Работать следует с осторожностью, чтобы не повредить кость.

Недостающие части скелета можно восстановить, используя различные материалы. Так, для восстановления повреждённых хрящевых частей рёбер млекопитающего мы применяли полимерную глину. Первоначально подготовили слепки нижних частей ребер. Внутрь полимерной глины поместили медную проволоку. После запекли пластику, ошкурили полученные детали и восстановили грудную клетку животного. Так же можно использовать и самоотверждающуюся на воздухе полимерную глину. Эти материалы после установки на скелет окрашиваются акриловыми красками в необходимый цвет.

Мелкие дефекты и трещины можно замаскировать гипсом, шпаклевкой или иными сходными по свойствам материалами. Так же дефекты можно устранить с помощью цианакрилатного клея и пищевой соды. Трещина в кости заполняется содой, наносится капля клея. При этом сода практически мгновенно схватывается. При необходимости добавляются новые слои соды и клея. После полного высыхания, это место шлифуется наждачной бумагой и, при необходимости, окрашивается в нужный цвет.

Натёки термоклея можно удалить резаком для бумаги, но удобнее производить эту операцию горячим ножом для пластика.

После сборки и скрепления всех элементов скелета кости следует промазать жидким клеем ПВА. Клей дополнительно скрепит кости друг с другом и предохранит их от растрескивания.

Подставка для скелета обычно изготавливается из дерева. Можно так же использовать фанеру, ДСП, пенопласт и прочие материалы. Скелеты эффектнее смотрятся на подставках тёмного цвета, поэтому древесину следует пропитать тёмной морилкой и покрыть лаком.

На подставке скелеты животных мелкого размера закрепляются с помощью проволочных скоб. Самые мелкие скелеты можно прикреплять только клеем. Крупные и средние объекты прикрепляются к подставке прочными штырями, закрепленными в костях конечностей клеем. Так же можно использовать саморезы, но предварительно следует просверлить отверстия в костях, чтобы избежать раскалывания. Дополнительно фаланги пальцев прикрепляются в нужном положении к подставке проволочными штырями или скобами.

Скелеты животных крупного и среднего размера следует дополнительно укрепить с помощью стоек из проволоки или металлических трубок. Нижний конец стойки закрепляется в подставке, верхний – в позвоночнике животного.

Мелкие и хрупкие экспонаты, которые готовятся для использования в учебном процессе можно поместить в короб, изготовленный из плотного картона, фанеры или тонкого (1,5-2 мм толщиной) оргстекла.

3.4. Хранение остеологических препаратов

Обычные вредители биологических коллекций – моль и музейные жуки – не могут повредить кость, но способны повредить связки и сохранные на препарате перья и участки кожи. По этой причине следует проводить регулярную обработку препаратов инсектицидами и репеллентами.

В случае появления на костях плесени и признаков гниения, можно повторно выварить кость, выдержать в перекиси водорода, либо обработать антисептиком.

Открытые экспонаты и скелеты, используемые в учебном процессе, через некоторое время могут потребовать очистки от загрязнений, ремонта. Очистку от пыли можно произвести влажной щёткой, или, лучше, щёткой, смоченной в горячем слабом растворе соды. Очищение хрящей следует производить ватной палочкой, смоченной в том же растворе соды. При этом хрящ не должен намокать (Поляницкая-Образцова, 2014).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Абрамов А.В. Методические рекомендации по подготовке остеологических препаратов для учебных и научных коллекций /А.А. Абрамов. // Экология и жизненные циклы животных: научные труды каф. зоологии. Вып. 7.– Спб., 2007. – С.115-123.
2. Бобринский Н.А. Сбор и приготовление зоологических коллекций / Н.А. Бобринский, С.С. Четвериков. – М.-Л., 1925. – 107 с.
3. Брэм А.Э. Жизнь животных. Т. 7 / А.Э. Брэм. – Спб.: Общественная польза и К°, 1895. – 834 с.
4. Гуртовой Н.Н. Практическая зоотомия позвоночных. В 3 томах / Н.Н. Гуртовой, Б.С. Матвеев, Ф.Я. Дзержинский. – М.: Высшая школа, 1976, 1978, 1992.
5. Дзержинский Ф.Я. Сравнительная анатомия позвоночных животных / Ф.Я. Дзержинский. – М.: Изд-во Аспект-Пресс, 2005 –320 с.
6. Дзержинский Ф.Я. Зоология позвоночных / Ф.Я. Дзержинский, Б.Д. Васильев, В.В. Малахов. – М.: Академия, 2013 – 465 с.
7. Заславский М.А. Таксидермия птиц / М.А. Заславский. – Л.: Наука, 1966 – 303 с.
8. Карташев Н.Н., Соколов В.Е., Шилов И.А. Практикум по зоологии позвоночных. 3-е изд., испр. и доп. / Н.Н.Карташев, В.Е. Соколов, И.А. Шилов. – М.: Аспект-пресс, 2004. – 383 с.
9. Квашин В.Г., Реставрация и сборка скелета кита малого полосатика *Balaenoptera acutorostrata*. Опыт музея Института биологии моря имени А.В. Жирмунского ДВО РАН / В.Г. Квашин, Н.В. Каменева. // Труды Государственного Дарвиновского музея. Вып. XII, 2008. – С. 316-358.
10. Константинов, В. М. Зоология позвоночных : учеб.для вузов рек. МО РФ / В. М. Константинов, С. П. Шаталова. – М. :Владос, 2004. – 527с.
11. Курс зоологии /под ред. Б.С. Матвева. Т. 2. Изд 7-е. – М.: Высшая школа, 1966. – 493 с.
12. Лябзина С.Н. Экология комплекса некрофильных беспозвоночных Северо-Запада европейской части России: дисс... док. биол. наук / С.Н. Лябзина. – Петрозаводск, 2018. – 404 с.
13. Пикалюк В.С. Методическое пособие по изготовлению анатомических препаратов / В.С. Пикалюк, Г.А. Мороз, С.А. Кутя – Симферополь, 2004. – 76 с.
14. Плавильщиков Н.Н. Собираение и изготовление зоологических коллекций / Н.Н. Плавильщиков, Н.В. Кузнецов. – М.: Госкультпросветиздат, 1952. – 137 с.
15. Поляницкая-Образцова Е.М. Реставрация остеологического материала из учебной и научной коллекции кафедры зоологии позвоночных СПбГУ / Е.М. Поляницкая-Образцова. // Проблемы реставрации предметов из

естественнонаучных коллекций: теория и практика: мат. всерос. конф. – М., 2014. – с.106-115.

16. Пономарев А.К. Ихтиология: Учебно-практическое пособие. Модуль 1. Сер. Система вузовской учебной документации / А.К. Пономарев. – М.: МГУТУ, 2009 – 68 с.

17. Программы и наставления для наблюдений и собирания коллекций по геологии, почвоведению, зоологии, ботанике, сельскому хозяйству, метеорологии и гидрологии / Императорский Санкт-Петербургский ун-т. – Спб.: изд-во общества естествоиспытателей, 1891. – 350 с.

18. Ромер А. Анатомия позвоночных. В 2 т. / А. Ромер, Т. Парсонс – М.: Мир, 1992.

19. Соловьев В.А. Эффективный способ обработки остеологического материала млекопитающих и птиц / В.А. Соловьев, А.А. Сергеев, А.С. Жиряков, С.В. Фоминых // Современные проблемы природопользования, охотоведения и звероводства: мат. м-нар. науч-практ. конф. Киров, 2007. – С. 411-412.

20. Стариков Ю. В. Краткое руководство по фиксации рыб и изготовлению из них музейных экспонатов. / В.Ю. Стариков – М.:Государственный Дарвиновский музей., 2001. – 59 с.

21. Сугробов Ю.В. Изготовление чучел / Ю.В. Сугробов – М.: Аквариум-принт, 2007. – 46 с.

22. Ярославцев Б.М. Анатомическая техника / Б.М. Ярославцев. – Фрунзе, 1961. – 446 с.

23. Bemis W. E. Methods for Preparing Dry, Partially Articulated Skeletons of Osteichthyans, with Notes on Making Ridewood Dissections of the Cranial Skeleton / W. E. Bemis, Hilton E. J., Brown B. et al. // *Copeia*, 2004(3). – pp. 603-609.

24. Gustafson E.P. An Early Pliocene North American Deer: *Bretzia pseudalces*, Its Osteology, Biology, and Place in Cervid History / E.P. Gustafson. // *Bulletin of the Museum of Natural History*, No. 25, University of Oregon, 2015. – 78 p.

25. Hiom I. looking after dermestid beetles / I. Hiom. // *The Guild of Taxidermists*. Vol. 35, 2012. – pp. 28-31.

26. McDonald H. Vertebrate Skeletons: Preparation and Storage. / H. McDonald.// *Conserve O Gram 11/7 National park service*, 2006. – 8 p.

27. Sandström B. Enzymatic maceration of delicate bone and small skeletons / B. Sandström. // *Acta Anatomica*, 74(3), Basel, 1969 – pp. 487-488. doi: 10.1159/000143413.

28. Портал «Млекопитающие России» URL: <http://rusmam.ru/faq/index> (дата обращения 16.11.2021)

29. URL: <https://www.taxidermy.net/> (дата обращения 16.11.2021)

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 1.

Список необходимых инструментов и оборудования

Инструмент	Область использования
Лабораторный штатив	Временное крепление скелета и его частей
Нож для бумаги со сменными лезвиями	Очистка от мягких тканей, удаление капель клея, резка пенопласта
Плоскогубцы	Работа с проволокой
Круглогубцы	Работа с проволокой
Кусачки	Работа с проволокой
Ножницы	Очистка от мягких тканей
Скальпель	Очистка от мягких тканей
Нож анатомический	Очистка от мягких тканей
Стоматологический зонд	Очистка от мягких тканей
Стоматологический ёршик	Очистка нервных каналов
Зажим хирургический	Очистка от мягких тканей
Щётка	Очистка от мягких тканей
Точильный брусок	Правка режущего инструмента
Пистолет для термопластичного клея	Склеивание костей
Бормашина с набором шарошек	Очистка костей, сверление отверстий
Электрическая дрель с набором свёрл	Сверление отверстий
Булавки	Фиксация костей при сушке
Металлические эмалированные ёмкости объёмом 5-20 л.	Вываривание костей, мацерация, отбеливание, обезжиривание
Ёмкости 0,3-1,5 л	отбеливание, обезжиривание
Губка	Очистка костей
Плитка электрическая	Вываривание костей

Таблица 2.

Список необходимых расходных материалов

Материал	Область использования
Мягкая проволока (медная, латунная, стальная, алюминиевая) различных диаметров	Для изготовления стоек, соединения костей
Клей ПВА	Склеивание костей, финальная обработка всего скелета для прочности

Цианакрилатный клей	Склеивание костей
Столярный клей	Склеивание костей
Термопластичный клей	Склеивание костей
Пенопласт	Наполнитель для сломанных костей, временная плашка для монтирования скелета
Деревянные палочки	Для изготовления клиньев, временного скрепления костей, скрепления сломанных костей
Нитки хлопчатобумажные	Временное скрепление костей при склеивании, варке
Перекись водорода концентрированная	Отбеливание
Спирт медицинский	Обеззараживание рук и инструментов после работы
Бензин «Калоша»	Обезжиривание костей
Пищевая сода	Вываривание костей, склеивание с помощью цианакрилатного клея
Средство для мытья посуды	Очистка костей
Жидкое средство для удаления засоров в трубах (с содержанием гипохлорита натрия)	Химическая мацерация

Учебное издание

Составитель
Загуменов Михаил Николаевич

ИЗГОТОВЛЕНИЕ СКЕЛЕТОВ ПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ
Учебно-методическое пособие

Авторская редакция

Подписано в печать 00. Формат 60 x 84 1/16.

Печать офсетная. Усл. печ. л. Уч.-изд. л.

Тираж экз. Заказ №

Издательский центр «Удмуртский университет»
426034, Ижевск, Университетская, д. 1, корп. 4
Тел./факс: +7 (3412) 500-295 E-mail: editotial.udsu.ru

ISBN 978-5-4312-0954-3



9 785431 209543