

Скелет позвоночных



- Скелет позвоночных представляет собой опорную и защитную структуру, вместе с мышцами формирует **опорно-двигательную систему**. В скелете выделяют следующие части:
- Осевой скелет (хорда и позвоночник)
- Череп
- Скелет парных конечностей
- Скелет поясов конечностей
- Скелет хрящевых рыб полностью состоит из хряща, у остальных частично или полностью – из костной ткани
- Часть костей формируется в покровах, а затем опускаются вглубь тела – **кожные или покровные кости**, другие формируются путём окостенения хрящей – **замещающие или хрящевые кости**
- В эволюционном ряду прослеживается уплотнение и упрочнение структуры костей от волокнистой кости рыб до пластинчатых костей с **остеоновой** организацией у рептилий, птиц и млекопитающих.

Гиалиновый хрящ

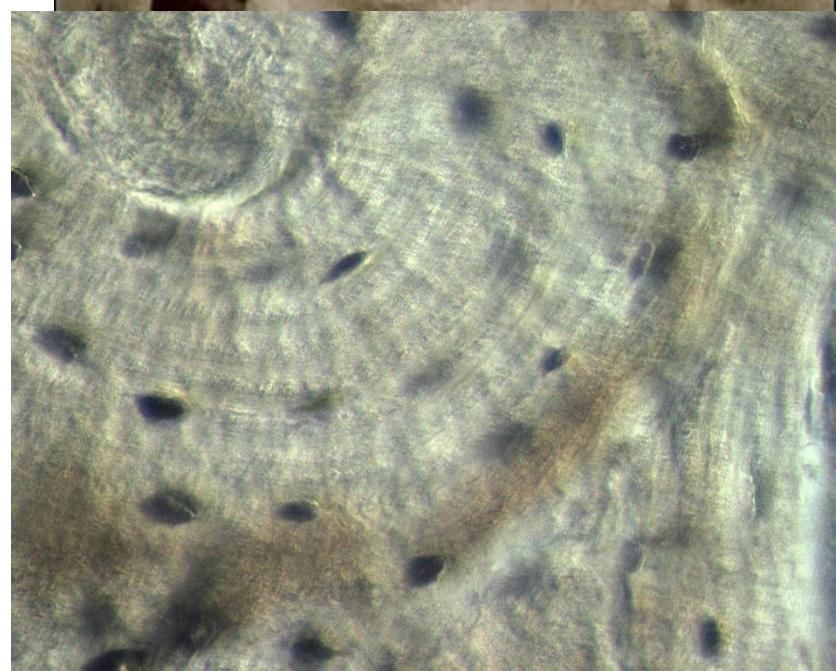
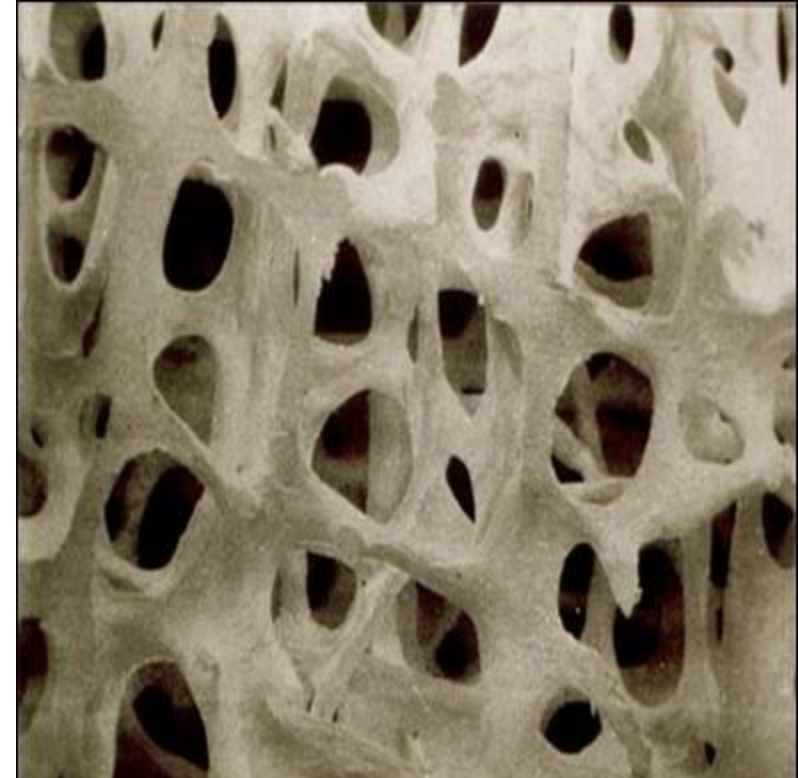
Эластический хрящ

Волокнистый хрящ

Хондроциты



Хрящевой матрикс

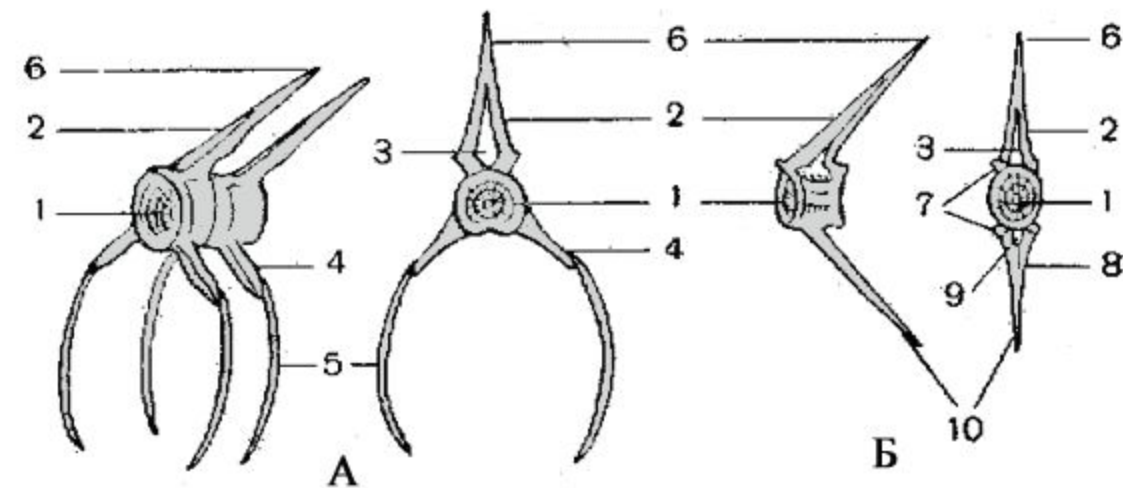


Строение хрящевой и костной ткани

Осевой скелет .

У позвоночных хорда формируется на ранних стадиях развития, а затем полностью или частично заменяется позвоночником. Ткань позвонков закладывается и развивается по бокам от хорды, в её соединительнотканной оболочке и охватывает её. Позвоночник состоит из отдельных позвонков. У круглоротых и рыб окружённая позвонками хорда сохраняется всю жизнь, хоть и не несёт опорной функции, у остальных классов – полностью исчезает.

Каждый позвонок состоит из тела и двух пар отростков: верхней и нижней. Внутри позвонка у рыб, амфибий находится полость, в которой лежат остатки хорды. Верхняя пара отростков соединяются в верхнюю дугу, внутри которой проходит спинной мозг. Нижние отростки также могут срастаться и образовывать нижнюю дугу или к ним причленяются рёбра.



Строение туловищного (А) и хвостового (Б) позвонков костистой рыбы (сбоку и спереди): 1 - тело позвонка; 2 - верхняя дуга; 3 - спинномозговой канал; 4 - поперечные отростки; 5 - рёбра. 6, 10 – остистые отростки, 9 – гемальный канал

Между позвонками лежат хрящевые пластинки, обеспечивающие подвижность позвоночника. По форме тела позвонка различают:

Амфицельные - двояковогнутые - у рыб, примитивных амфибий

Опистоцельные - тела позвонков спереди выпуклые, сзади вогнутые – саламандры, часть бесхвостых амфибий,

Процельные - спереди вогнутые, сзади выпуклые – бесхвостые амфибии и рептилии

Гетероцельные - длинное тело каждого позвонка спереди и сзади имеет седлообразную поверхность, но прогиб спереди и сзади - в разных плоскостях - птицы.

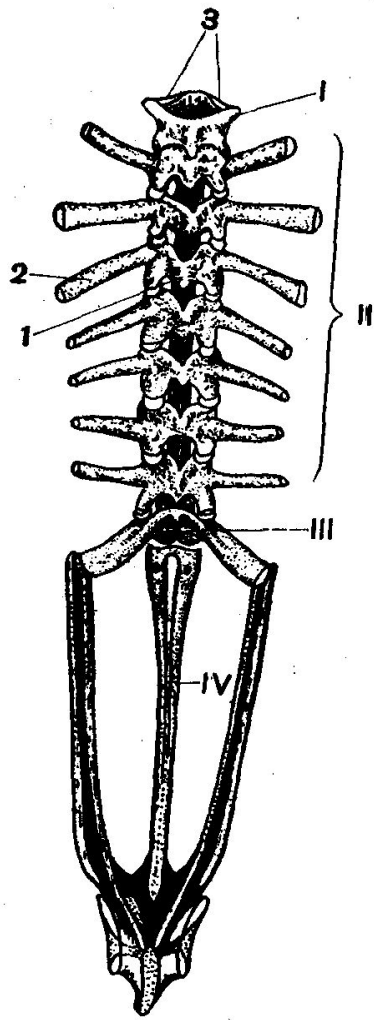
Платицельные - с плоскими поверхностями - млекопитающие

Позвоночник делится на отделы.

У рыб выделяют всего два отдела: **туловищный и хвостовой**. К поперечным отросткам позвонков туловищного отдела причленятся рёбра, а в хвостовом – они срастаются в нижний остистый отросток.

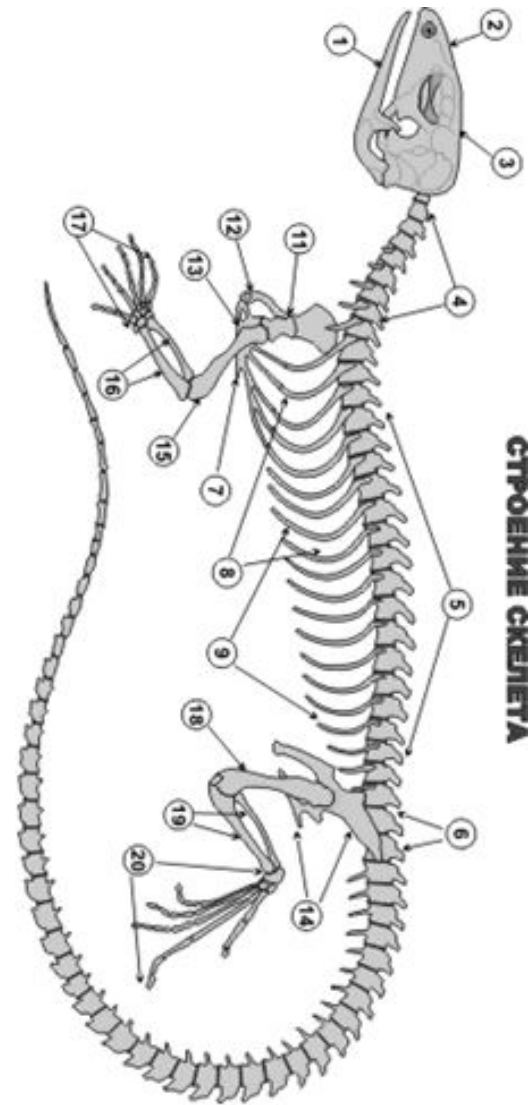
У амфибий – появляется 1 **шейный** позвонок, затем идёт **туловищный** (7 - 60 позв), **крестцовый** (1 позвонок) и **хвостовой** (12-36). Шейный отдел служит для увеличения подвижности головы. К крестцовому причленяется тазовый пояс. Рёбра короткие, грудная клетка не оформлена. Хвостовые позвонки бесхвостых срастаются в единую кость – **уростиль**.

У рептилий – 5 отделов. Продолжает развиваться шейный отдел. Подвижность головы обеспечивается наличием атласа, или **атланта, и эпистрофея** – двух первых шейных позвонков. Количество остальных варьирует. **Грудной** отдел несёт длинные рёбра, которые спереди прирастают к груди и образуют **замкнутую грудную клетку**. Шейный и поясничные отделы несут короткие рёбра. Крестцовый отдел включает 2 позвонка.



Позвоночный столб лягушки вместе с тазовым поясом (со спинной стороны):

I — шейный отдел (из одного позвонка); **II** — туловищный отдел; **III** — крестец; **IV** — уростиль; **1** — остистый отросток 3-го туловищного позвонка; **2** — поперечный отросток того же позвонка; **3** — сочленовые поверхности на 1-м шейном позвонке.



СТРОЕНИЕ СКЕЛЕТА

Строение позвоночника рептилий

У птиц

Позвоночный столб подразделяется на пять отделов: **шейный, грудной, поясничный, крестцовый и хвостовой.**

Шейных позвонков от 11 до 25, имеют рудиментарные рёбра. С черепом сочленяются как у рептилий. Грудных позвонков у птиц 3-10. Они срастаются друг с другом, образуя **спинную кость**, и очень тугим суставом соединяются со сложным крестцом. К грудным позвонкам подвижно причленяются ребра. Каждое **ребро состоит из двух отделов** - спинного и брюшного, подвижно сочленяющихся друг с другом. Большая **грудина** имеет вид тонкой широкой и длинной пластинки, на которой у большинства птиц расположен высокий **киль** грудины. Все поясничные, крестцовые (их два) и часть хвостовых позвонков неподвижно срастаются друг с другом в монолитную кость - **сложный крестец**. Со сложным крестцом неподвижно срастаются кости тазового пояса. Число свободных хвостовых позвонков не превышает 5-9. Последние 4-8 хвостовых позвонков сливаются в уплощенную с **большой костью - пигостиль.**

Позвоночник состоит из тех же отделов.

Хорошо выражены верхние дуги. В шейном отделе имеется семь позвонков. К позвонкам грудного отдела причленяются ребра, образующие грудную клетку. Замыкающая ее грудина плоская. В грудном отделе 9-24 (чаще 12-15) позвонков, последние 2-5 грудных позвонков несут ложные ребра, не достигающие до грудины., В поясничном отделе от 2 до 9 позвонков; с их крупными поперечными отростками сливаются рудиментарные ребра. Крестцовый отдел образован 4-10 сросшимися позвонками, из которых только два первых истинно крестцовые, а остальные - хвостовые. Число свободных хвостовых позвонков колеблется от 3 до 49.

Череп позвоночных.

расположен в головной части животного, окружая головной мозг и передний отдел пищеварительной системы.

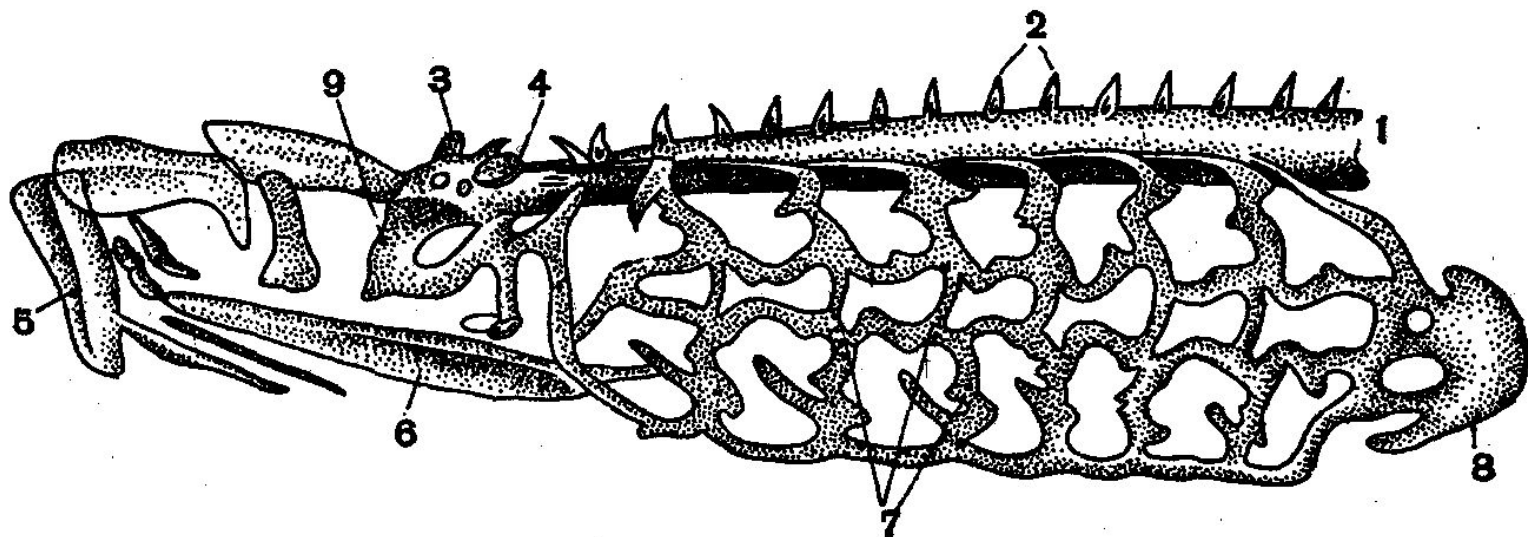
Делится на две части:

Мозговой череп (Neurocranium) – окружает и защищает мозг и органы чувств головы.

Висцеральный отдел первоначально состоит из жаберных дуг. Их начальное число – 7. Однако, первая у всех челюстноротых позвоночных преобразуются в челюсти, вторая - в подъязычную дугу, служит для крепления челюстей к мозговому черепу. Собственно жаберных дуг остается 5 пар. У тетрапод они преобразуются в подъязычный аппарат, хрящи трахеи, элементы уха или исчезают.

Череп впервые формируется **круглоротых** в виде хрящевой пластинки под головным мозгом. Отдельно развиваются хрящевые **капсулы органов осязания: обонятельные, слуховые, глазницы**. Сверху череп остаётся открытым.

У Круглоротых висцеральный череп преобразуются в сложную хрящевую жаберную коробку, поддерживающую и окружающую жаберные мешки. А остатки передних дуг образуют околосоудочный хрящ и скелет ротовой воронки: кольцевой, подъязычный и др. Некоторые из них (задний верхний) прирастают к мозговой коробке.



Череп и скелет жаберного аппарата миноги:

1 — хорда; 2 — зачатки верхних дуг позвонков; 3 — обонятельная капсула; 4 — слуховая капсула; 5 — скелет присасывательной воронки; 6 — подъязычный хрящ; 7 — жаберные дужки; 8 — околосердечный хрящ; 9 — Подъязычная дуга.

У Рыб образуется крыша черепа. У **Хрящевых рыб** в крыше черепа остаётся крупное отверстие – **фонтанель**, затянутое соединительной тканью, в остальном сам мозговой череп представляет единую хрящевую капсулу, у акул - с вытянутым вперёд отростком – **ростром**., в котором также вычленяются капсулы органов чувств.

Висцеральный скелет разделяют на челюстную дугу, подъязычную (гиоидную) дугу и жаберные дуги.

Жаберных дуг 5 пар, каждая состоит из 4 подвижно-сочленённых парных элементов и одного непарного – **копулы**. От переднего края жаберных дуг отходят отростки – тычки, служащие опорой для межжаберных перегородок.

Челюстная дуга образована двумя парными хрящами, левые и правые части которых соединены (срастаются) Верхняя часть (челюсть) – **представлена нёбно-квадратным хрящём**, а нижняя – **Маккелевым хрящём**. На них располагаются зубы. Спереди могут лежать 1-2 пары губных хрящей.

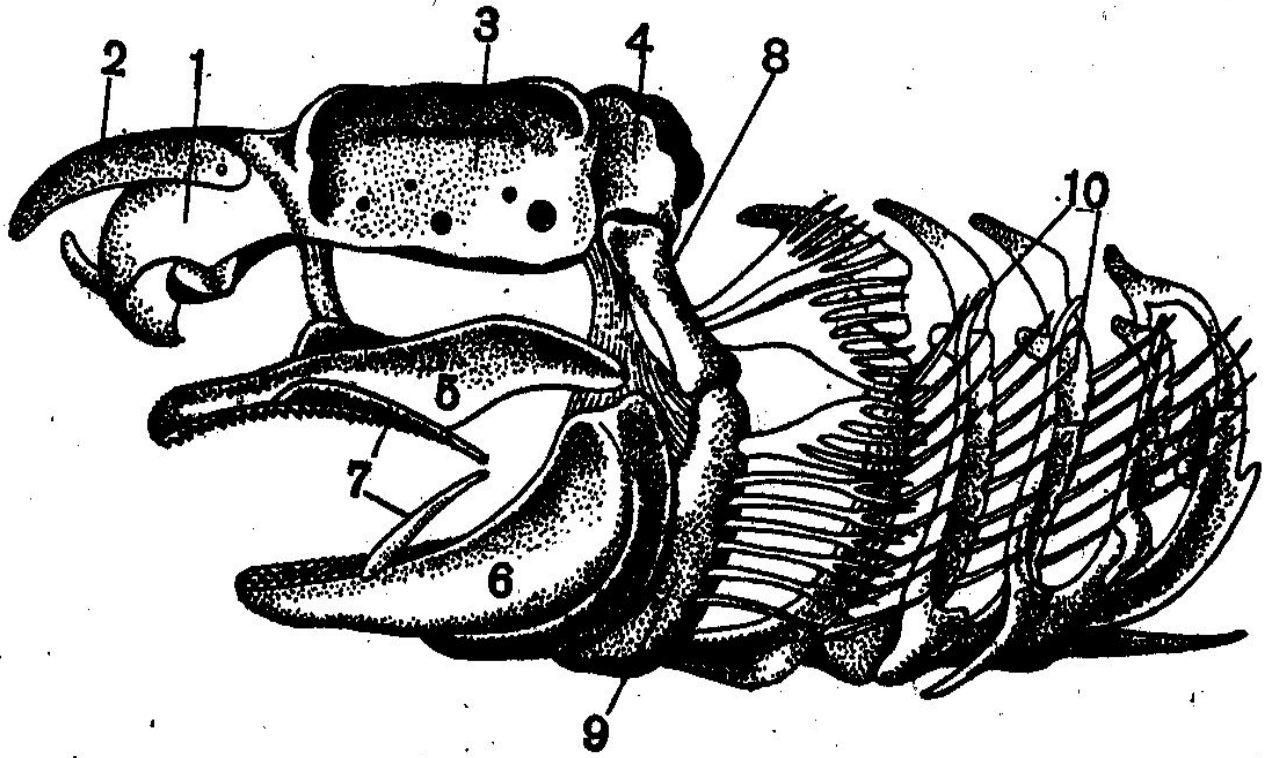
Подъязычная дуга лежит за челюстной и состоит из 2 парных (**подвеска и гиоид**) и 1 непарного хряща - копулы.

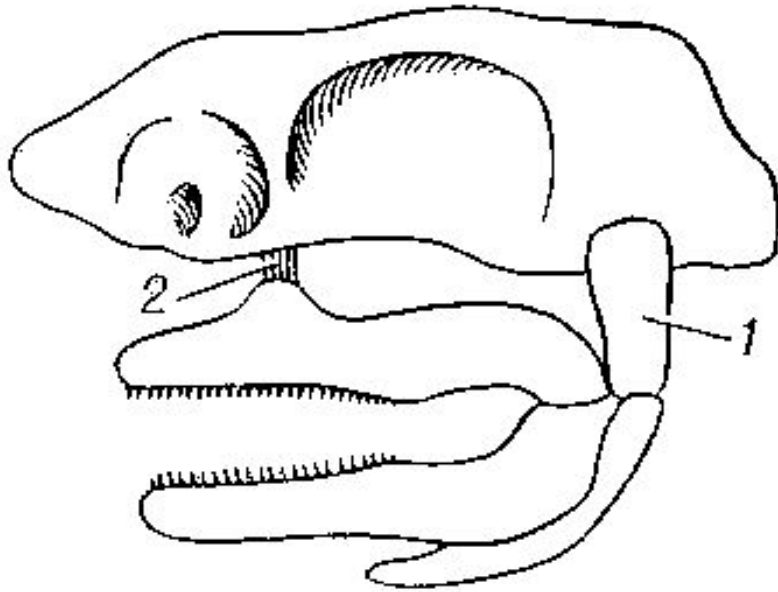
С помощью подвесок к мозговому черепу крепятся верхняя и нижняя челюсти. Такой тип крепления челюстей называется **ГИОСТИЛИЯ**

У некоторых древних акул наблюдается **АМФИСТИЛИЯ**, когда кроме подвеска верхняя челюсть крепиться к мозговому отделу отростком нёбно-

Череп акулы:

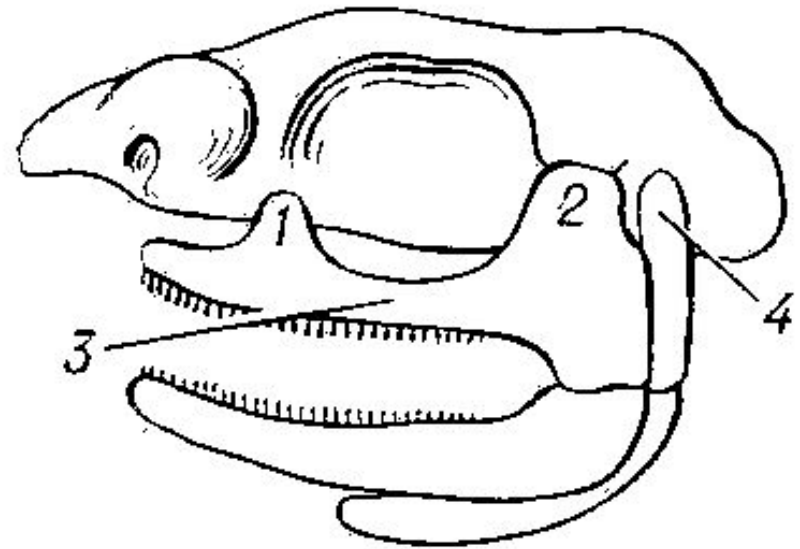
1 — носовая капсула; 2 — носовой вырост (рострум);
3 — орбита; 4 — затылочная капсула; 5 — нёбно-квадратный хрящ; 6 — меккелев хрящ (нижняя челюсть); 7 — губные хрящи;
8 — подвесок (гиомандибуляре); 9 — гионд; 10 — жаберные дуги.





ГИОСТИЛИЯ

1 – гиоид, 2- связки между
небно-квадратным хрящём и
мозговым черепом



амфистилия

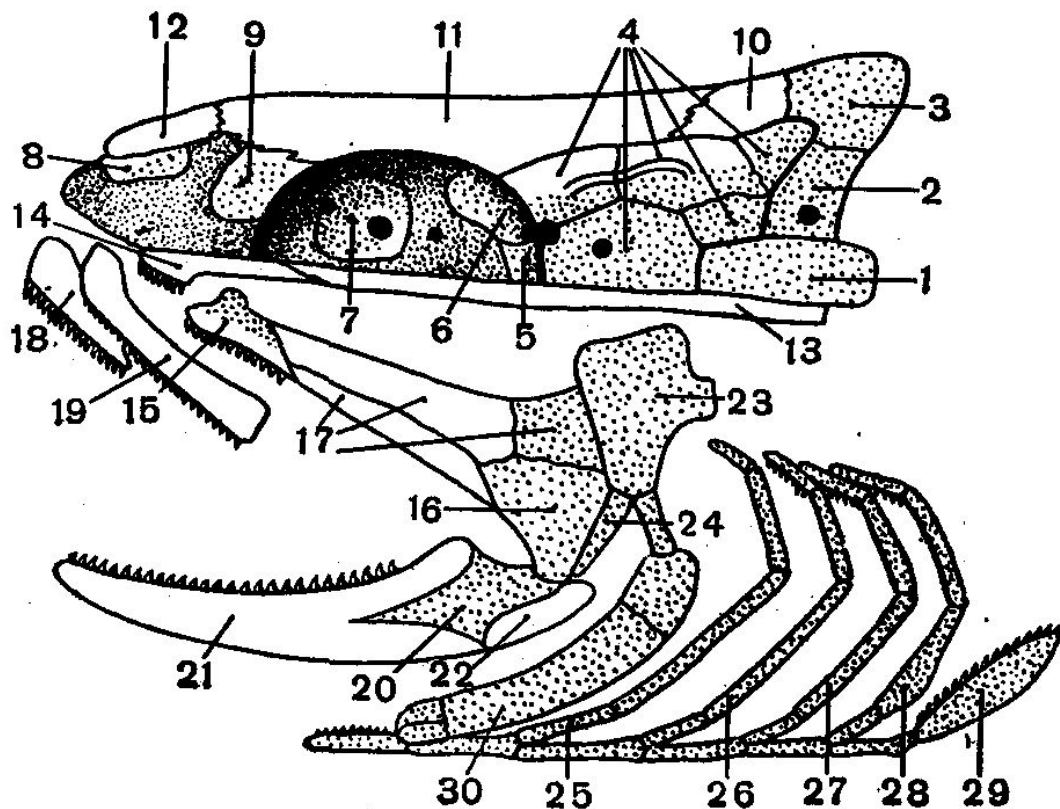
1,2 – отростки нёбно-квадратного
хряща, 3 – нёбно-квадратный
хрящ, 4 – гиод.

- У **Костных рыб** – происходит частичное окостенение черепа, что ведёт к расчленению черепной капсулы на множество костей. Это объясняется особенностями роста хрящевой и костной тканей. Состав неирокраниума:
- **Затылочная часть** – основная, две боковые, верхняя – затылочные кости
- **Боковая стенка** – 5 ушных костей
- **В области глазницы** – глазоклиновидная, основная клиновидная и боковая клиновидная
- **Обонятельный отдел** - непарная средняя и парные боковые обонятельные кости (этмоидные)
- **Крыша черепа** (дерматокраниум - из покровных костей) – носовые, лобные, теменные.
- **Дно черепа** (покровные кости) – парасфеноид, сошник (непарные)

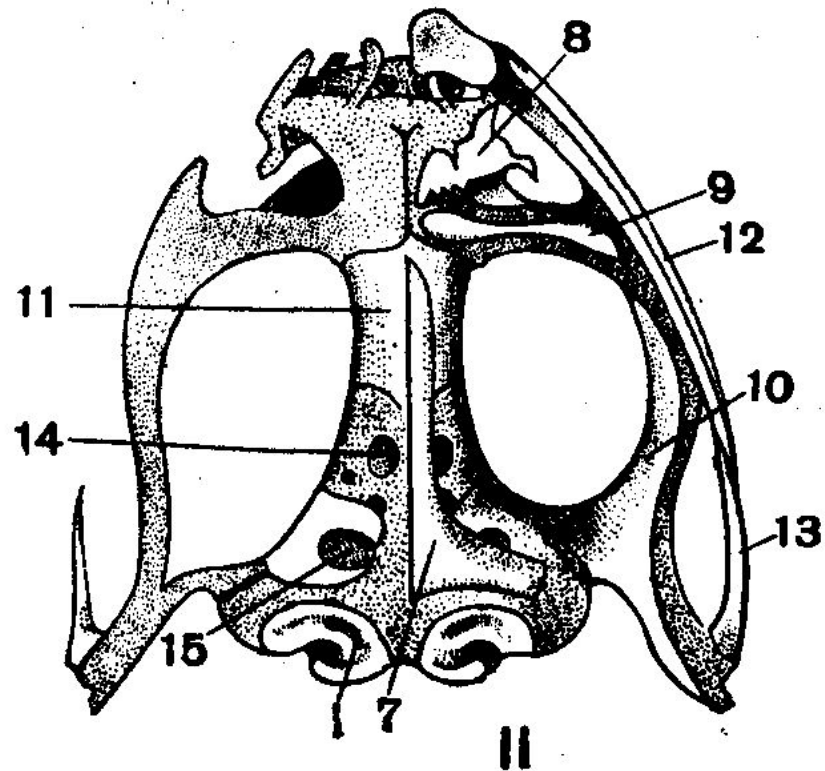
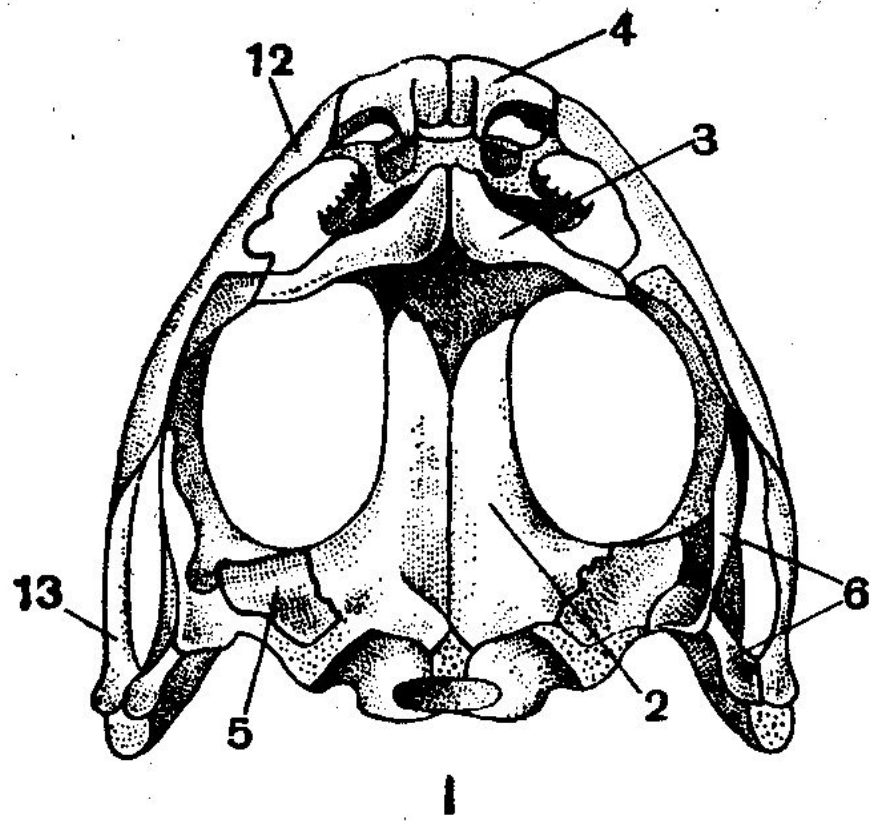
- **Висцеральный отдел** состоит из тех же частей (5 жаберных дуг, челюстной и подъязычной), но они также окостеневают и к ним добавляются покровные кости .
- В **жаберных дугах** появляются четыре покровные парные кости, которые образуют **жаберную крышку**.
- **Челюстная дуга** также дополняется покровными костями (**вторичные челюсти**). Сверху – **предчелюстная и верхнечелюстная кости**, несущие зубы. Снизу – **зубная кость**. Вторичные челюсти частично срастаются или соединяются связками с окостеневшими первичными.
- Из нёбноквадратного хряща образуются **нёбная, задняя крыловидная и квадратная кости**. Из маккелева хряща – **сочленовная кость**.
- Сочленовная и квадратная кости образуют челюстной сустав.
- Для большинства костных рыб характерна гиостилия.
- Только у двокодышащих рыб – верхняя челюсть срастается с мозговым отделом, а подвесок сильно редуцируется и теряет свою функцию. Такой способ крепления называется **АУТОСТИЛИЯ** и характерен также для всех четвероногих

Схема черепа костистой рыбы. Жаберная крышка и окологлазничное кольцо удалены. Хрящевые кости обозначены пунктиром:

1 — нижневатылочная кость; 2 — боковая ватылочная; 3 — верхневатылочная; 4 — ушные; 5 — основная клиновидная; 6 — крылоклиновидная; 7 — глазоклиновидная; 8 — межобонятельная; 9 — боковая обонятельная; 10 — теменная; 11 — лобная; 12 — носовая; 13 — парасфеноид; 14 — сошник; 15 — нёбная; 16 — квадратная; 17 — крыловидные; 18 — межчелюстная; 19 — верхнечелюстная; 20 — сочленовная; 21 — зубная; 22 — угловая; 23 — гиомандибуляре; 24 — симплектикум; 25—29—I—V — жаберные дуги; 30 — гиоид,



- В мозговом черепе **амфибий** сохраняются большие участки хряща между костями. У современных видов количество костей несколько сокращается по сравнению с рыбами.
- В **затылочной области** – парные боковые затылочные кости окружают затылочное отверстие. Каждая несёт по **мышцелку** для соединения с позвоночником.
- В **слуховой области** остаётся 1 пара костей – переднеушная и 1 пара покровных чешуйчатых костей
- В **глазничной** – кольцевидная клиновиднообонятельная кость.
- **Крыша черепа** – парные теменные и лобные (или 1 пара – лобнотемные)
- В **переднем отделе** – парные носовые (иногда 1-2 пары предлобных)
- **Дно черепа** - парасфероид , парные нёбные, сошники (или нёбосошниковые)

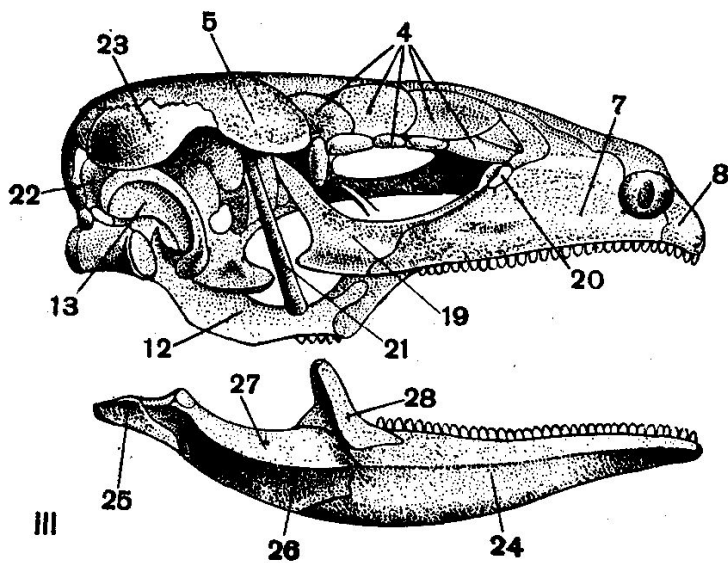
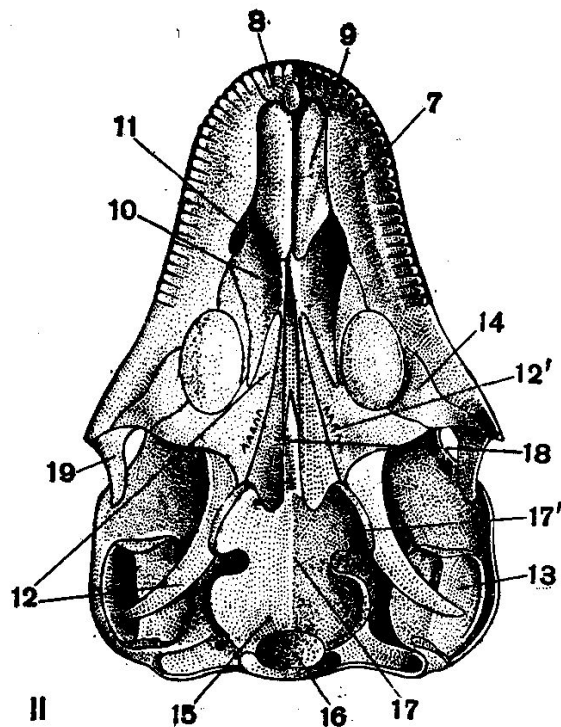
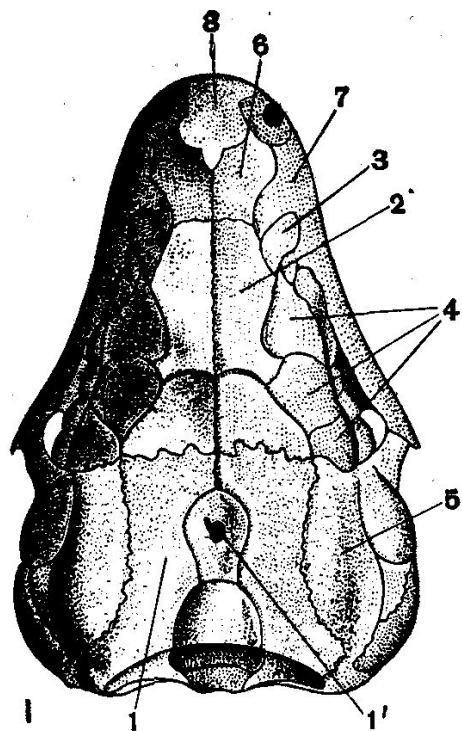


Череп лягушки:

I — вид сверху; *II* — вид снизу (накладные кости с одной стороны удалены). Обозначение костей: 1 — боковая затылочная; 2 — лобно-теменная; 3 — носовая; 4 — межчелюстная; 5 — переднеушная; 6 — чешуйчатая; 7 — парасфеноид (левая его половина); 8 — сошник; 9 — нёбная; 10 — крыловидная; 11 — клиновиднообонятельная; 12 — верхнечелюстная; 13 — квадратночелюстная; 14 — отверстие для выхода зрительного нерва; 15 — отверстие для тройничного нерва.

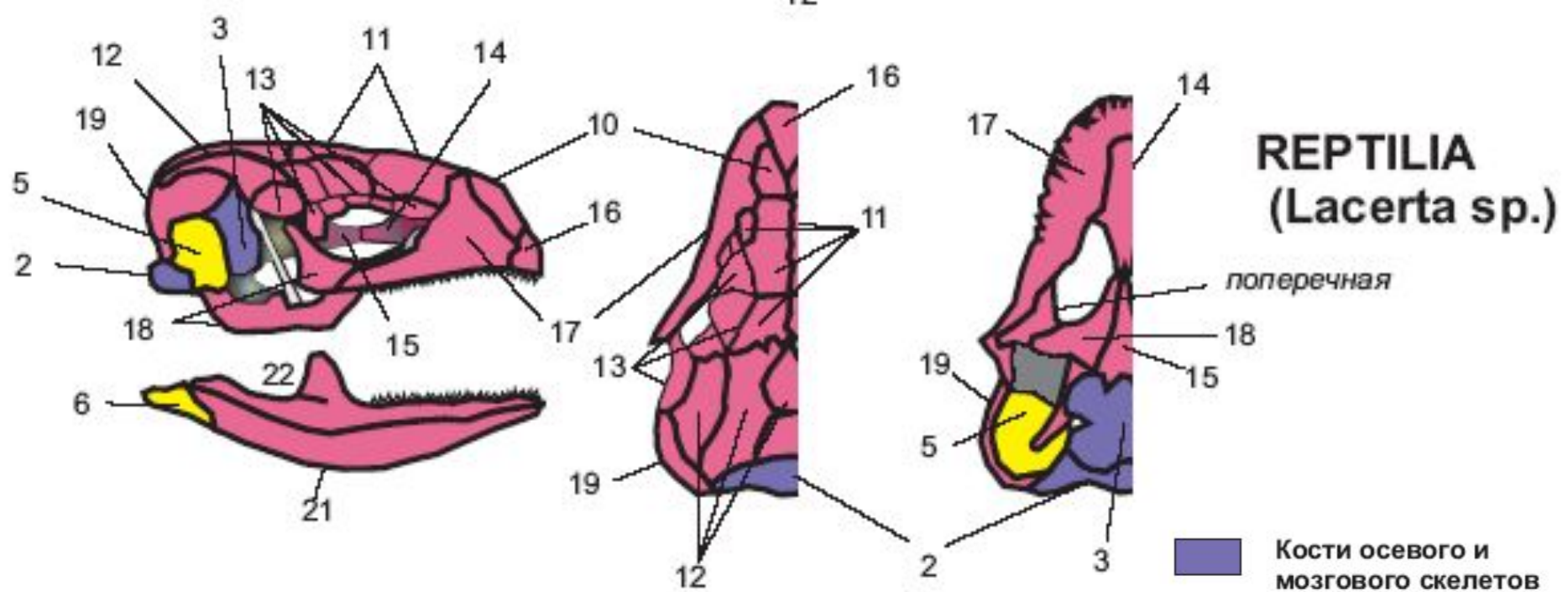
- **Висцеральный отдел** черепа амфибий частично окостеневает и заменяется покровными костями, хотя окостенение менее выражено, чем у рыб.
- В **челюстной дуге** сохраняется нёбно-квадратный хрящ, прирастая к мозговому отделу (аутостилия), к нему примыкают переднечелюстные и верхнечелюстные покровные кости (вторичные челюсти), несущие зубы. С низу к маккееву хрящу примыкают зубные кости, не несущие зубов.
- Челюстной сустав образуют нёбноквадратный и маккеев хрящи.
- Жаберные дуги редуцируются и исчезают полностью.
- **Подъязычная дуга** в связи с аутостилией утрачивает свои функции. Верхний его элемент – подвесок превращается в слуховую косточку – **стремечко**, расположенную в полости среднего уха. Нижний элемент – гиоид преобразуется в подъязычный аппарат.
- Из остатков жаберных дуг могут формироваться хрящи гортани.

- **У рептилий** череп почти полностью окостеневает во взрослом состоянии, что снова ведёт к увеличению количества костей в каждом отделе.
- Приобретает вытянутое вперёд рыло.
- **Затылочная область** – верхнезатылочная, основная, 2 боковых – как у рыб. Они образуют **единственный мышцелок**.
- **Дно черепа** – покровная основная клиновидная кость, парасфеноид, сошники, а также парные нёбные и крыловидные кости – возникшие из нёбно-квадратного хряща (первичной челюсти).
- Сохраняются три **ушные кости**
- **Крыша черепа (дерматокраниум)** – парные носовые, предлобные, лобные, заднелобные, теменные, непарная межтеменная
- **Боковые части** черепа также заменяются покровными костями – межчелюстными, верхнечелюстными, надглазничными, скуловыми, квадратно-скуловыми и чешуйчатыми.
- У части рептилий (черепахи и крокодилы) – отростки межчелюстных, верхнечелюстных и небных костей образуют **вторичное нёбо**, отделяющее носоглоточный отдел и ротовую



Череп ящерицы
(*Lacerta*).

Обозначения костей: 1 — теменные (1' — отверстие для теменного глаза); 2 — лобные; 3 — предлобные; 4 — надглазничные; 5 — заглазничные; 6 — носовые; 7 — верхнечелюстные; 8 — межчелюстные; 9 — сошники; 10 — нёбные; 11 — хоаны; 12 — крыловидные (12' — зубы на крыловидных костях); 13 — квадратные; 14 — поперечные; 15 — основная затылочная; 16 — затылочный мыщелок; 17 — основная клиновидная; 18 — остаток парасфеноида; 19 — скуловая; 20 — слезная; 21 — столбчатая (надкрыловидная); 22 — чешуйчатая; 23 — надвисочная; 24 — зубная; 25 — сочленовная; 26 — угловая; 27 — надугловая; 28 — вечная.

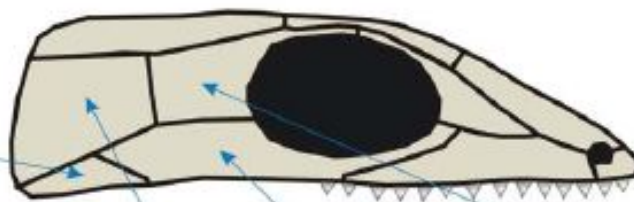


- Покровные кости**
- 1 - обонятельная 2 - затылочная
3 - клиновидная
- Кости висцерального скелета**
- 4 - небная 5 - квадратная
6 - сочленованная 7 - подвесок Hyomandibulare
8 - гиоид 9 - жаберные дуги
- 10 - носовая 11 - лобная
12 - теменная 13 - окологлазничные
14 - сошник 15 - парасфеноид
16 - переднечелюстная и межчелюстная 17 - челюстная
18 - крыловидная 19 - чешуйчатая
20 - ушные и слуховые 21 - угловая
22 - зубная

- Таким образом, часть костей **висцерального** отдела у рептилий принимает участие в образовании черепной коробки, её дна и боковой части. – межчелюстные и верхнечелюстные кости, а также производные нёбно-квадратного хряща – нёбные, крыловидные кости.
- **Нижняя челюсть** образуется из маккеева хряща – сочленовная и квадратная кости, а также из ряда покровных костей – зубной, угловой, надугловой, венечной.
- Верхняя и нижняя челюсти несут зубы, как правило имеющие одинаковое строение. У некоторых они могут заменяться роговыми пластинами (черепахи).
- части подъязычной дуги как и у амфибий формируют **слуховую кость и подъязычный аппарат**.
- По сравнению с амфибиями у рептилий происходит **перестройка жевательной мускулатуры** и связанные с этим изменения черепа. В разных группах формируются разные типы крепления мускулатуры и формы черепа.
- **Анапсиды** (котилозавры и черепахи) – сохраняется сплошная крыша черепа и в ней образуются задняя вырезка для жевательной мускулатуры.
- **Диапсиды** – (гаттерии, крокодилы, ящерицы, птицы) – образуются две височные ямы для крепления мускулатуры, ограниченные двумя дугами: верхняя – заднелобной (заглазничной) и чешуйчатой, нижняя – скуловой и квадратно-скуловой. (иногда одна из дуг могут редуцироваться)
- **Синапсиды** – (звероящеры, млекопитающие) – образуется одна височная ямка и одна ограничивающая её дуга из скуловой, квадратно-скуловой и чешуйчатой костей.

анапсидный

квадратно-скуловая кость



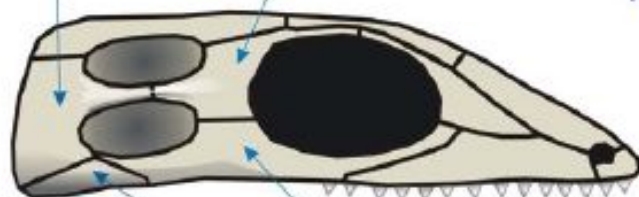
скуловая кость

заглазничная кость

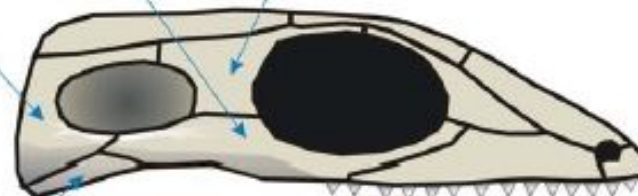
чешуйчатая кость

заглазничная кость

чешуйчатая кость



скуловая кость

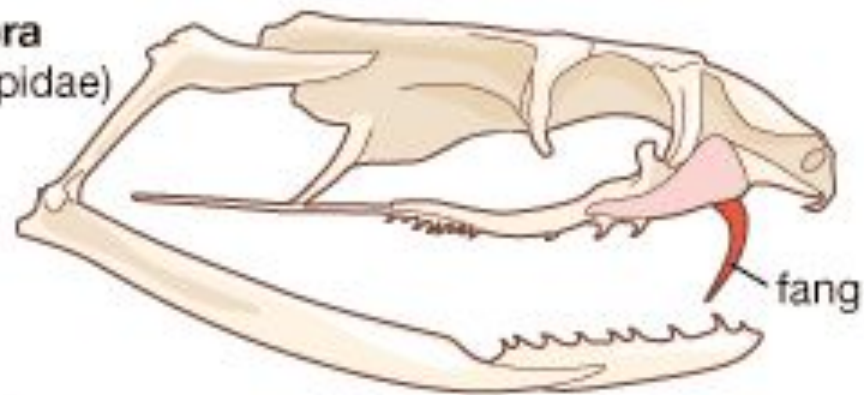


диапсидный

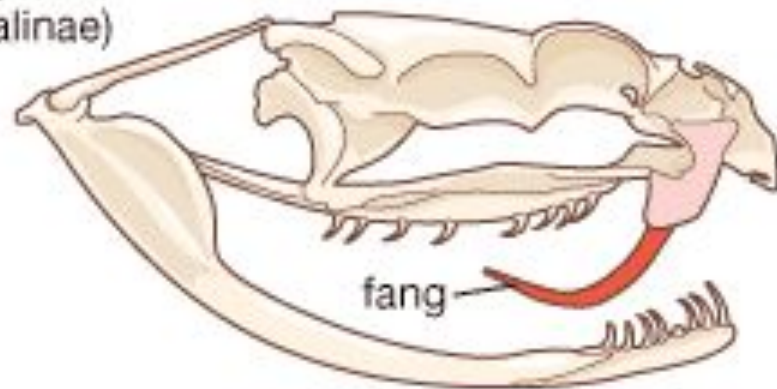
синапсидный

квадратно-скуловая кость

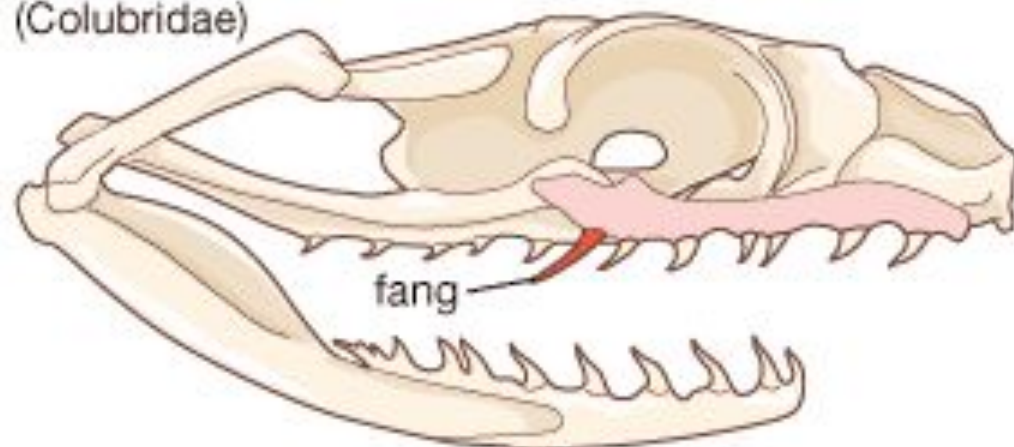
cobra
(Elapidae)



pit viper
(Crotalinae)

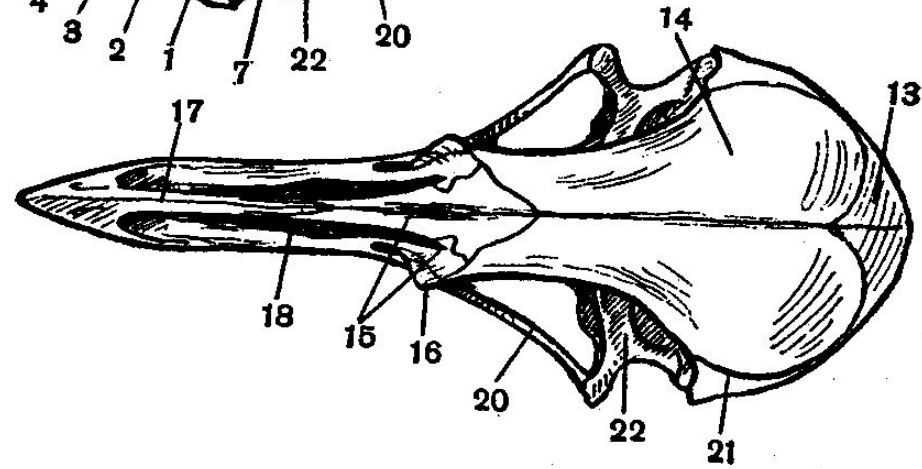
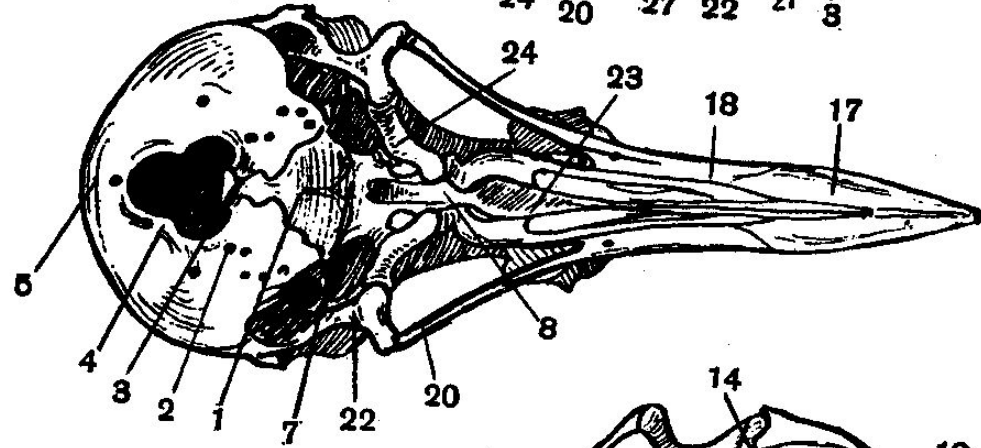
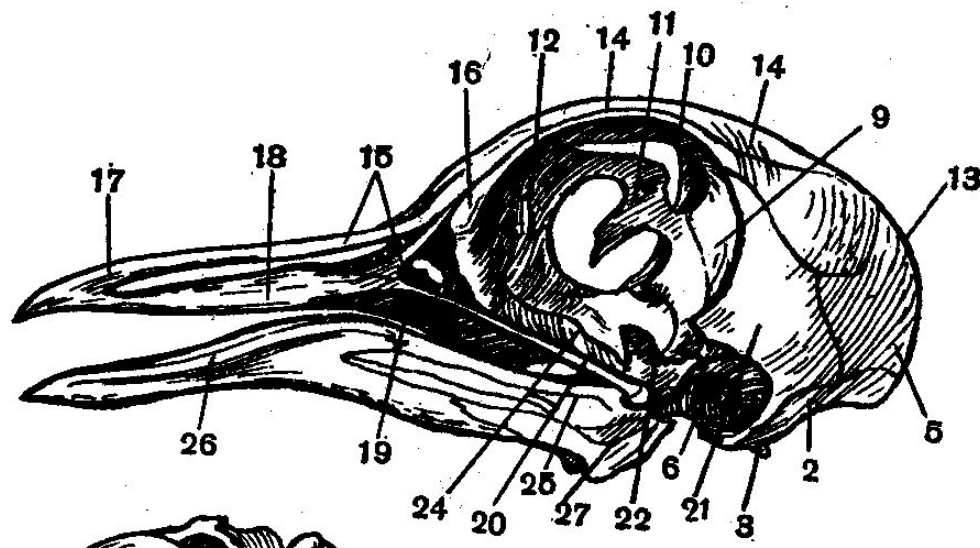


rear-fanged snake
(Colubridae)



Череп птиц

- по строению похож на череп рептилий **диапсидного типа с редуцированной верхней дугой.**
- Состоит практически из тех же костных элементов.
- Череп **тропибазальный** (глазницы расположены впереди головного мозга),
- Кости черепа тонкие, губчатые, поэтому череп относительно лёгок.
- Границы между отдельными костями у взрослых птиц плохо заметны
- Также как рептилии имеют один мышцелок в затылочной части.
- Челюсти образуют клюв.
- Верхняя его часть – **надклювье** – образована предчелюстными , носовыми и верхнечелюстными костями и соединяется с лобными костями и обонятельной костью
- нижняя челюсть – **подклювье** – состоит из сросшихся зубной, сочленовной, угловой и некоторых других костей.
- Надклювье обладает кинетизмом – подвижностью, относительно черепа, что обусловлено особым строением костного нёба.



Череп молодого голубя:

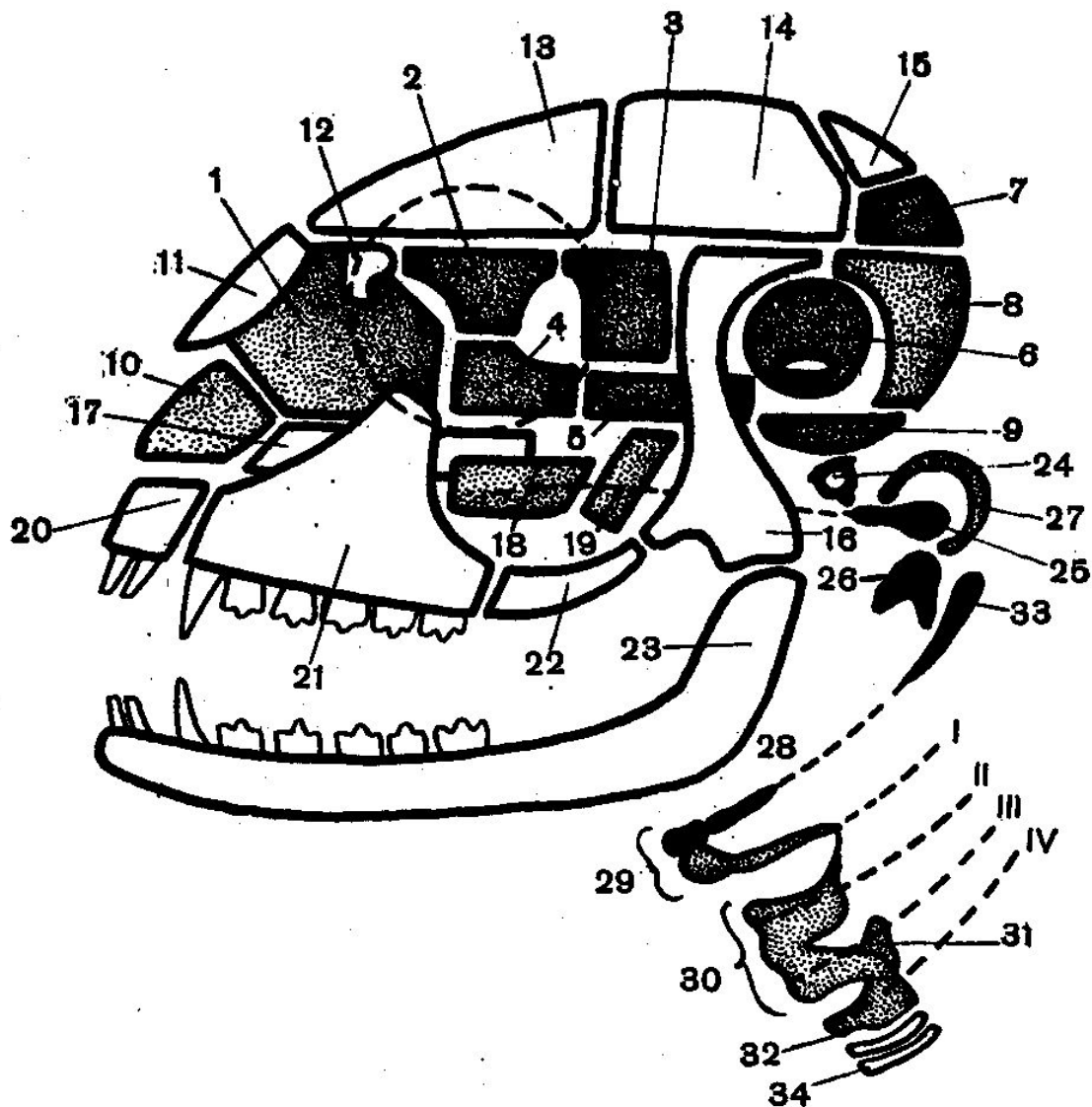
I — сбоку; *II* — снизу; *III* — сверху; 1 — основная затылочная кость; 2 — боковая затылочная; 3 — затылочный мышцелок; 4 — большое затылочное отверстие; 5 — верхнезатылочная кость; 6 — ушная; 7 — основная клиновидная; 8 — переднеклиновидная; 9 — крылоклиновидная; 10 — главоклиновидная; 11 — межглазничная перегородка; 12 — средняя обонятельная кость; 13 — теменная; 14 — лобная; 15 — носовая; 16 — слезная; 17 — межчелюстная; 18 — верхнечелюстная; 19 — скуловая; 20 — квадратноскуловая; 21 — чешуйчатая; 22 — квадратная; 23 — сошник; 24 — крыловидная; 25 — сочленовная; 26 — зубная; 27 — угловая.

• **Череп млекопитающих**

- **Синапсидного типа**, с одной скуловой дугой, образованной верхнечелюстной, скуловой и чешуйчатой костями.
- По сравнению с рептилиями возрастает объём мозговой коробки.
- Имеется **пара мышцелков** как у амфибий
- Количество костей уменьшается за счёт их редукции и срастания. Швы между костями выражены в течение всей жизни.
- **Мозговой отдел**: 1 затылочная кость, парная височная, дно – клиновидная, передклиновидная, решетчатая, нёбные, крыловидные, сошник; в области глазниц – парные глазоклиновидные и крылоклиновидные, крыша – носовые, слёзные, лобные, теменные и межтеменная.
- **Верхняя челюсть** состоит из межчелюстной и верхнечелюстной костей,
- **Нижняя** - 1 парной костью – зубной, непосредственно образующей состав со скуловым отростком чешуйчатой кости.
- Скуловая и квадратная кости рептилий превращаются в кости среднего уха – **молоточек и наковальню**. Стремечко остаётся как у всех четвероногих.

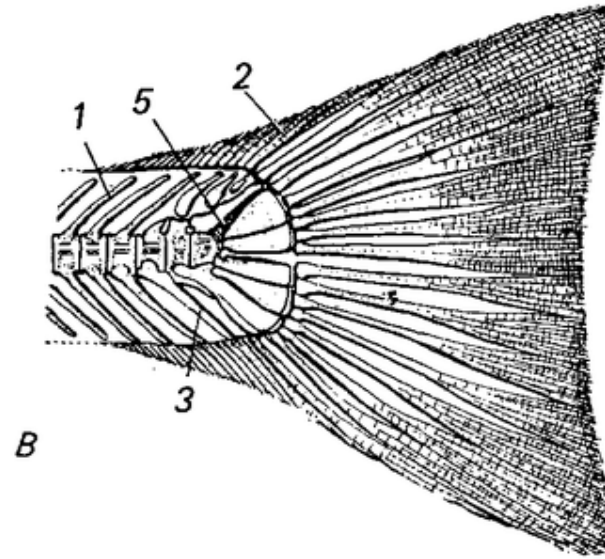
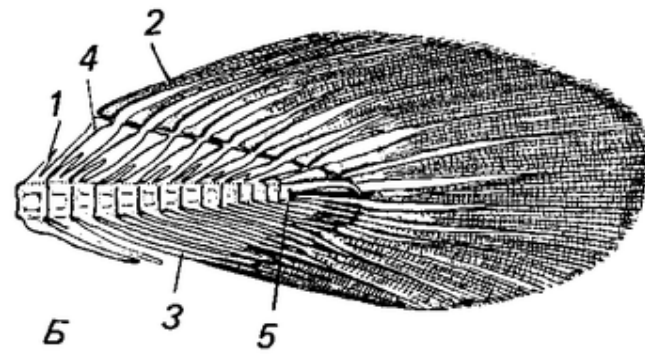
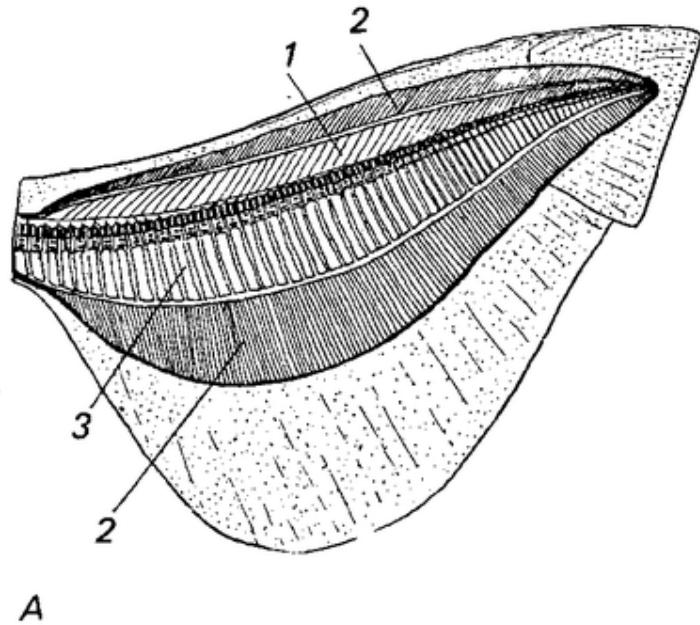
Схема строения черепа млекопитающих:

1 — решетчатая кость; 2 — глазоклиновидная; 3 — крылоклиновидная; 4 — передняя клиновидная; 5 — основная клиновидная; 6 — каменная; 7 — верхняя затылочная; 8 — боковая затылочная; 9 — основная затылочная; 10 — хрящ носовой перегородки; 11 — носовая; 12 — слезная; 13 — лобная; 14 — теменная; 15 — межтеменная; 16 — чешуйчатая; 17 — сошник; 18 — нёбная; 19 — крылоклиновидная; 20 — межчелюстная; 21 — верхнечелюстная; 22 — скуловая; 23 — зубная; 24 — стремечко; 25 — наковальня; 26 — молоточек; 27 — барабанная перепонка; 28 — остатки гиоида; 29 — подъязычный аппарат; I—IV — остатки жаберных дуг; 30 — щитовидный хрящ; 31 — черпаловидный хрящ; 32 — перстневидный хрящ; 33 — шиловидный отросток; 34 — трахея.

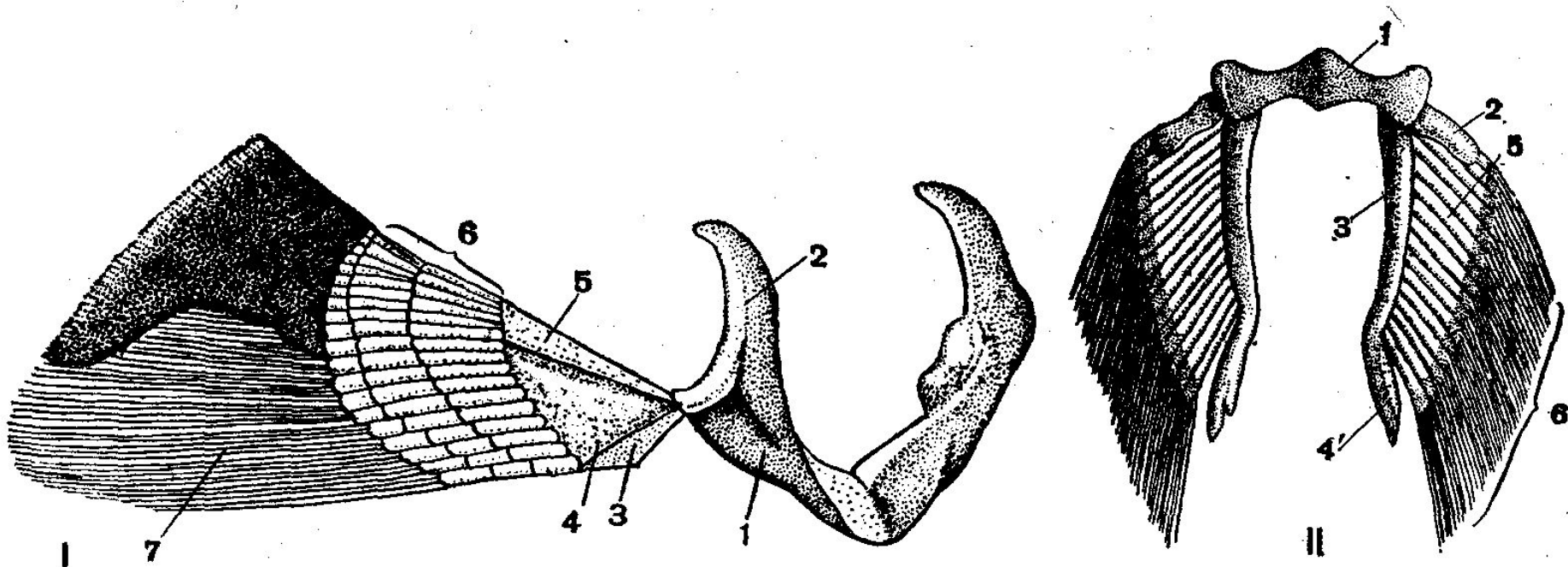


• Скелет конечностей.

- У Рыб развиваются органы движения – плавники (парные и непарные).
- Скелетом непарных плавников (хвостовой, спинной, анальный) являются различные по длине радиальными палочковидными хрящами или костными лучами, погружёнными в толщу мышц.
- Парные конечности представлены **грудными и брюшными** плавниками.
- Скелет плавников состоит из **радиалий** - тонких лучей, лежащих в основании плавника и соединяющихся с его поясом. Внешняя часть плавника опирается на **лепидотрихии** (у костных рыб) или **эластотрихии** (у хрящевых) – опорные элементы, возникающие в коже. Иногда они могут сразу присоединятся к поясу конечности, а радиалии исчезают.
- **У хрящевых радиалии соединяются с поясами через базальный элемент.**
- У **лопастепёрых** рыб скелет парных конечностей состоит из **центральной расчленённой оси**, к которой прирастают радиалии и лепидотрихии
- Пояс передних парных конечностей закладывается в виде **хрящевой дуги**. У всех костистых рыб он окостеневает и делится на две парные кости – **лопатку и коракид**. К нему присоединяется вторичный пояс – из кожных костей – **клейтрумов**. Они соединяются между собой и с чередом



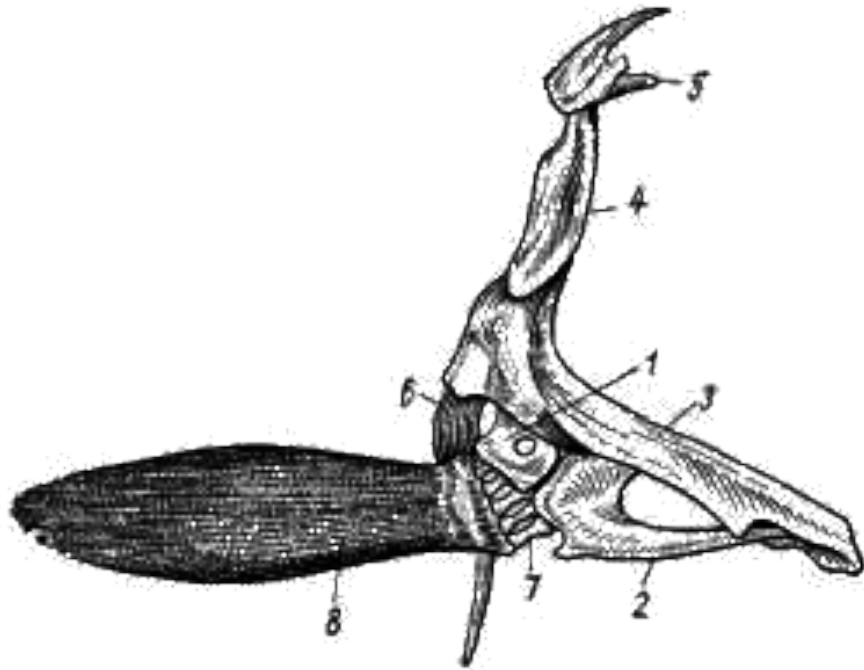
Хвостовые плавники. А. Гетероцеркальный тип, характерный для акул (сходное строение наблюдается у осетров и веслоноса). Б. Дифицеркальный тип, характерный для многопёра (*Polypterus*). В. Гомоцеркальный тип костистых рыб. 1 - невральные дуги; 2 - кожные лучи плавника; 3 - гемальные дуги; 4 - радиальные элементы плавника; 5 - уростиль. На В увеличенные элементы позади 3 - это гипуральные кости.



Скелет поясов и парных конечностей самца акулы:

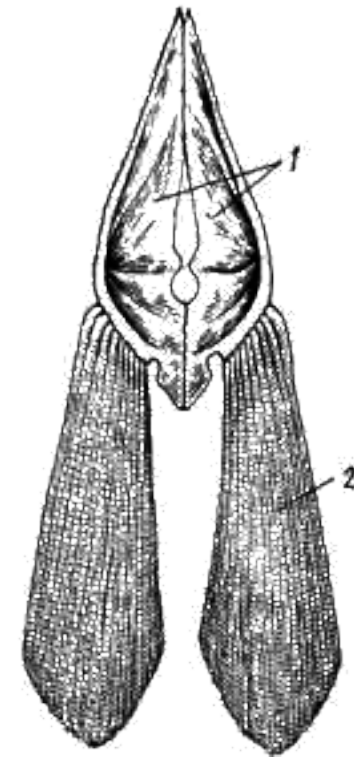
I — плечевой пояс и грудные плавники: 1 — коракоидный отдел; 2 — лопаточный отдел; 3, 4, 5 — базалии; 6 — радиалии; 7 — эластоидиновые нити.

II — пояс задних конечностей и брюшные плавники: 1 — пояс; 2, 3, 4 — базалии; 5 — радиалии; 6 — эластоидиновые нити.



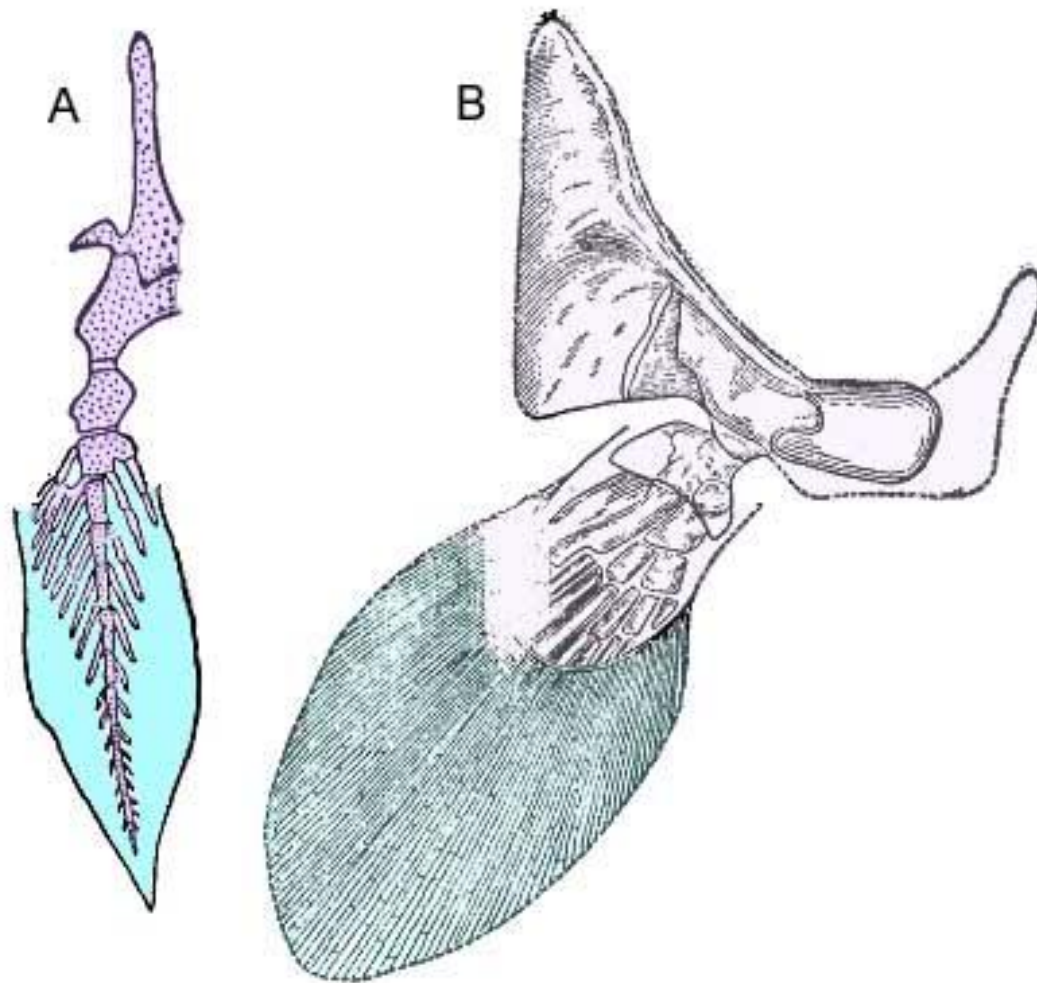
Плечевой пояс и грудной плавник судака:

1 — лопатка, 2 — коракоид, 3 —
 клейтрум, 4 — надклеитрум, 5 —
 заднетеменная кость,
 6 — заднеключичная кость, 7 —
 радиалии, 8 — костные кожные
 лучи



Тазовый пояс и брюшной плавник судака:

1 — тазовые кости, 2
 — кожные костные
 лучи



Плавники лопастеперых рыб. А - плечевой пояс и бисериальный плавник неоцератода - *Neoceratodus* (двоякодышащие); В - плечевой пояс и унисериальный плавник ископаемой кистеперой рыбы *Sauripterus*

- **Скелет парных конечностей** всех четвероногих построен по одному принципу - по типу **системы рычагов**, соединенных **шарнирными суставами**
- Усложнение строения поясов обеспечивает конечностям прочную опору, укрепляя их связь с туловищем.
- Обе пары конечностей построены по одной схеме, общей для всех наземных позвоночных.
- Передняя конечность состоит из **плеча (левая кость)**, **предплечья (лучевая и локтевая кость)**, **запястья (9-10 костей, располагающихся в 3 ряда)**, **пясти (5 костей)** и **фаланг пальцев (5 пальцев по 2-3 фаланги)**;
- задняя – из **бедренной кости**, **голени (большая и малая берцовая кость)** **предплюсны (9-10 костей, располагающихся в 3 ряда)**, **плюсны (5 костей)** и **фаланг пальцев**.

отделы Передней конечности		Кости передней конечности	отделы Задней конечности		Кости задней конечности
плечо		Плечевая кость	бедро		Бедренная кость
предплечье		Локтевая и лучевая кости	голень		Большая и малая берцовые кости
кисть	Запястье	Кости запястья	стопа	предплюсн а	Кости предплюсн ы
	пясть	Кости пясти		плюсна	Кости плюсны
	пальцы	фаланги		пальцы	фаланги



Человек



Рыба



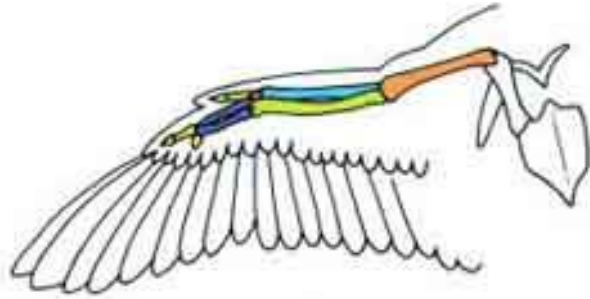
Лягушка



Ящерица



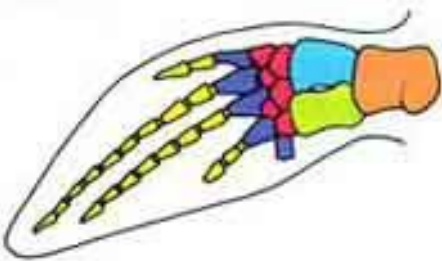
Птица



Птица

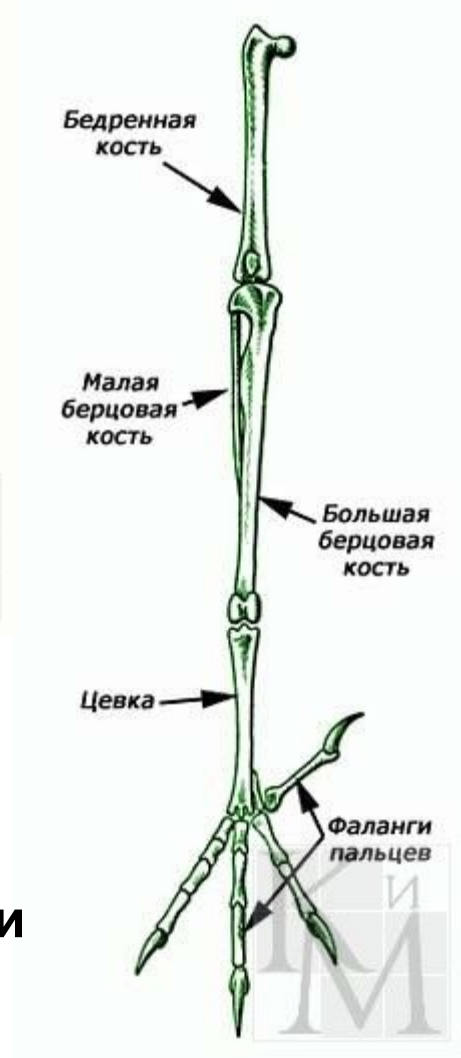
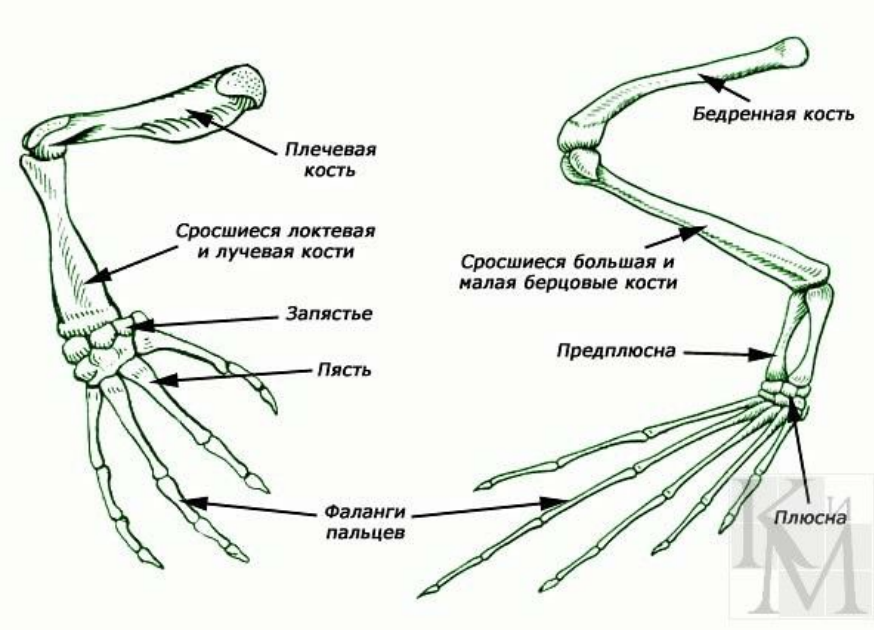


Птеродактиль

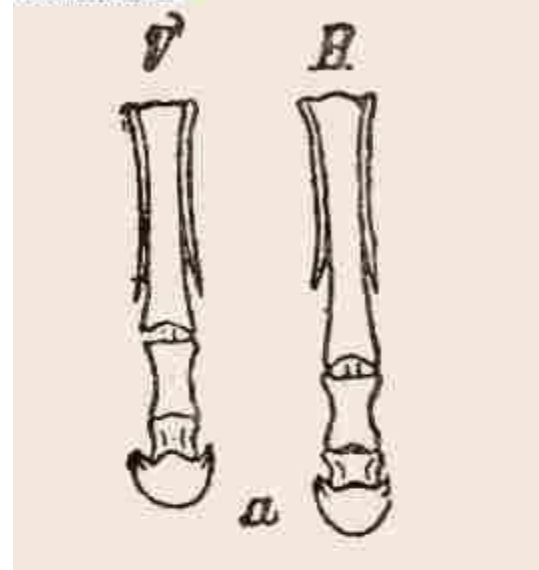


Кит

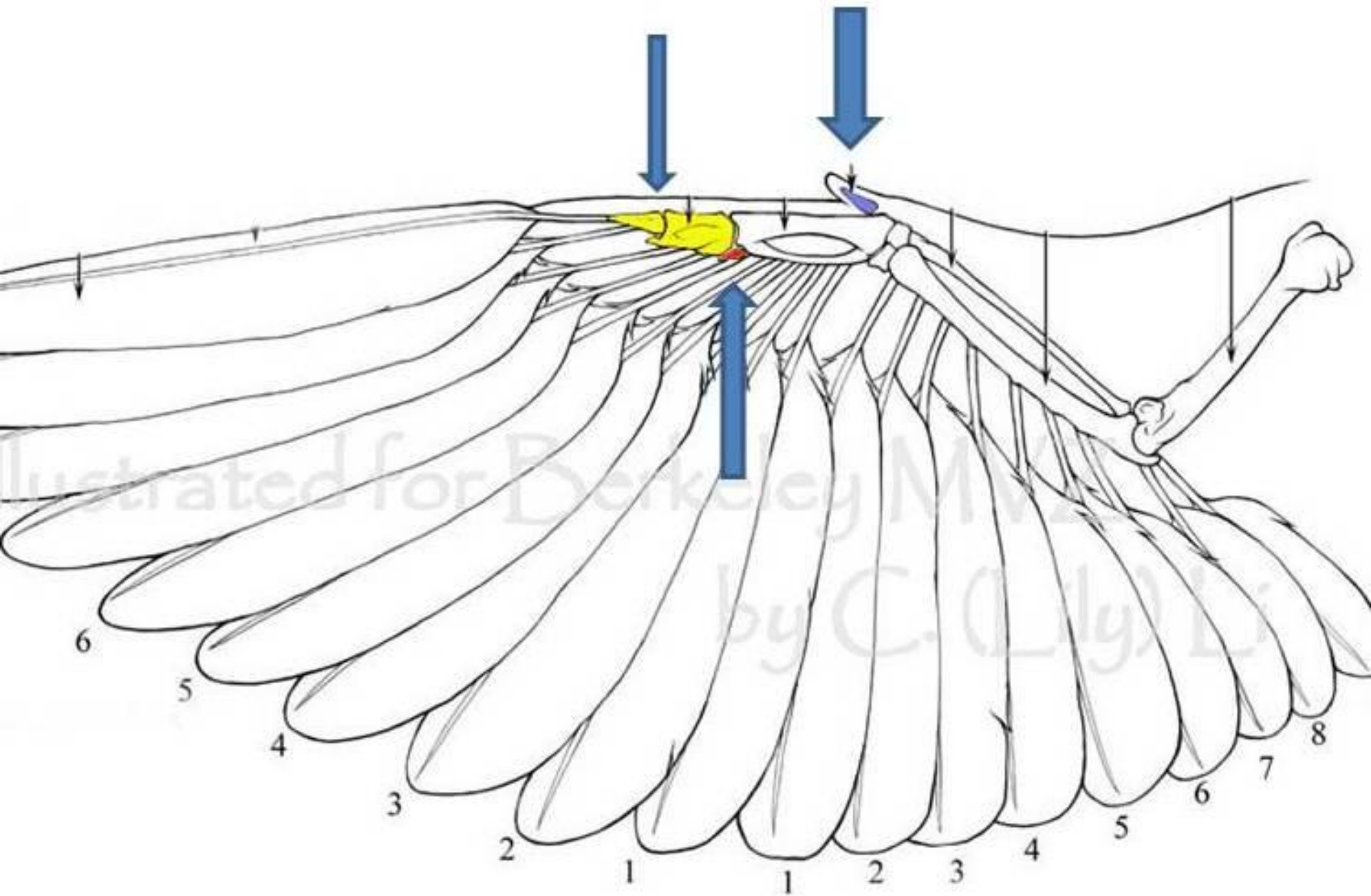
Гомология в строении различных конечностей четвероногих.



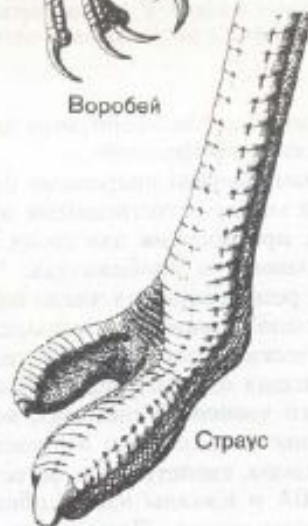
www.alcala.ru



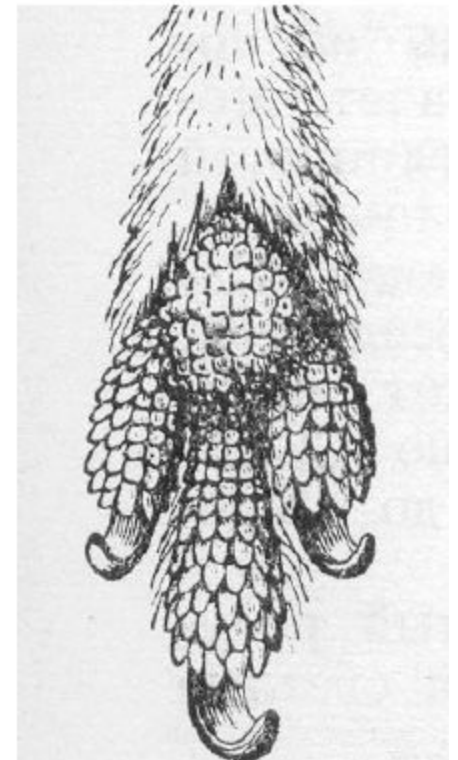
Скелеты задних конечностей лягушки, птицы, млекопитающих (кошки и лошади)



Разнообразие форм лапы задней конечностей

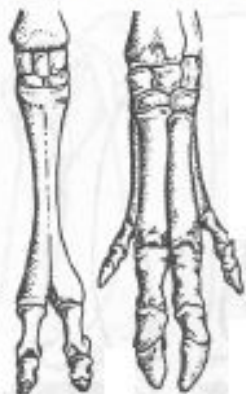


Лапа саджи
С нижней
стороны



Адаптивная радиация пятипалой кисти млекопитающих

парнокопытные



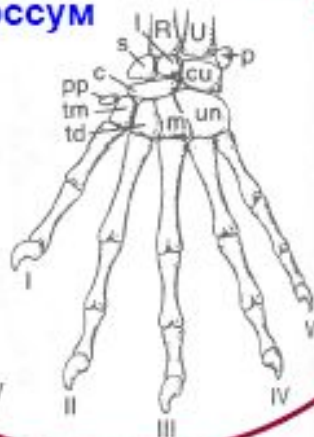
рукокрылые



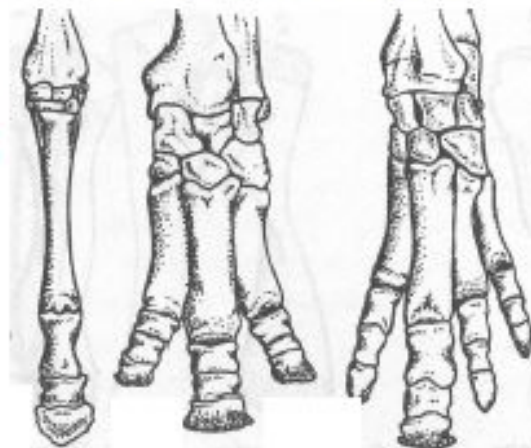
киты



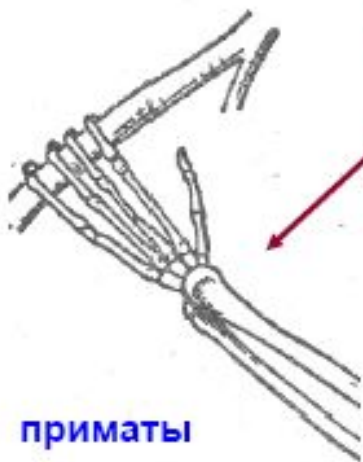
опоссум



непарнокопытные

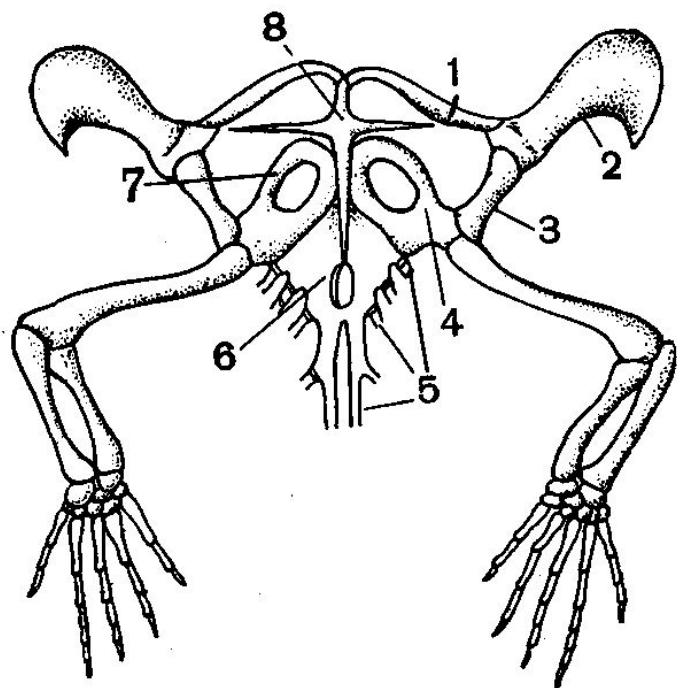


приматы



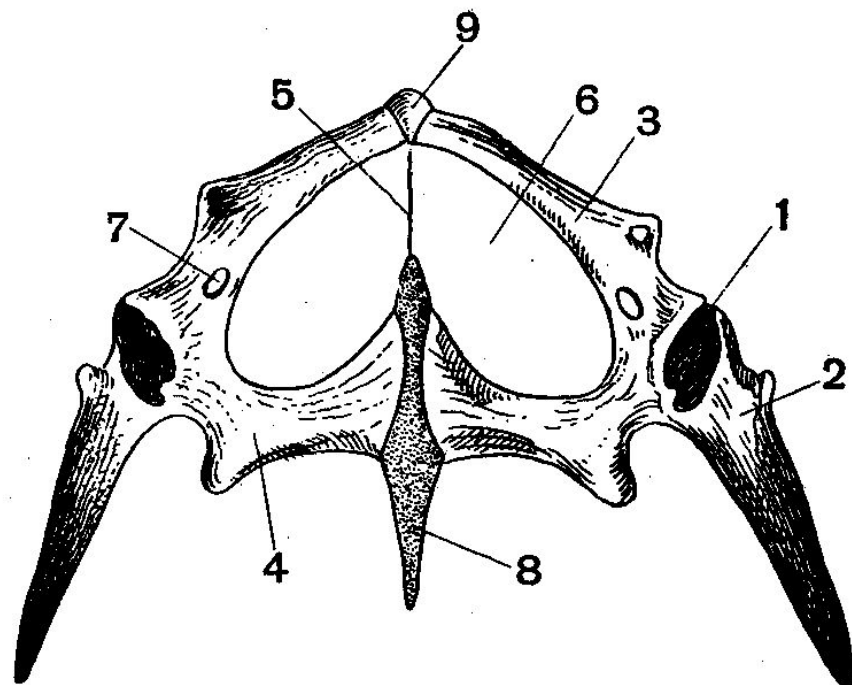
- **Пояс передних конечностей (плечевой) у земноводных** имеет вид полукольца, лежащего в толще туловищной мускулатуры. У бесхвостых окостеневающие **лопатка и коракоид** образуют суставную впадину для сочленения с головкой плеча
- Причленяющийся к лопатке широкий **надлопаточный хрящ** служит местом прикрепления мышц спины. Перед коракоидом лежит тонкий палочкообразный хрящ - **прокоракоид**. Снизу его прикрывает тоненькая покровная кость - **ключица**. Внутренние концы прокоракоидов и коракоидов правой и левой сторон сливаются друг с другом. Позади места слияния коракоидов расположена **костная грудина** с хрящевым расширенным задним концом.
- **Тазовый пояс** состоит из трех элементов, соединяющихся друг с другом и образующих **вертлужную впадину** - место причленения головки бедра. У бесхвостых пояс почти полностью окостеневаает. Длинные **подвздошные кости** причленяются к поперечным отростками крестцового позвонка; небольшие **седалищные кости** срастаются друг с другом, ниже них лежит **лобковый хрящ**

- **Плечевой пояс пресмыкающихся** сходен с поясом земноводных, но в нем сильно развиты окостенения. Сверху к **лопатке** прирастает уплощенный **надлопаточный хрящ**, а спереди к **коракоиду** - хрящевой **прокоракоид**. Коракоид и прокоракоид каждой стороны срастаются с непарной **костной грудиной**; через грудную клетку пояс передних конечностей крепится к осевому скелету. Снизу к грудиने прирастает крестообразная покровная кость - **надгрудинник**. Парные покровные ключицы соединяют передний конец надгрудинника с дорзальной частью каждой лопатки. Такая конструкция усиливает прочность плечевого пояса.
- **Тазовый пояс** состоит из **двух безымянных** костей; каждая из них образуется слиянием трех тазовых костей - **подвздошной, седалищной и лобковой**, совместно образующих **вертлужную впадину**, составляющую сустав с головкой бедра. Конечности сохраняют общую схему строения парных конечностей наземных позвоночных



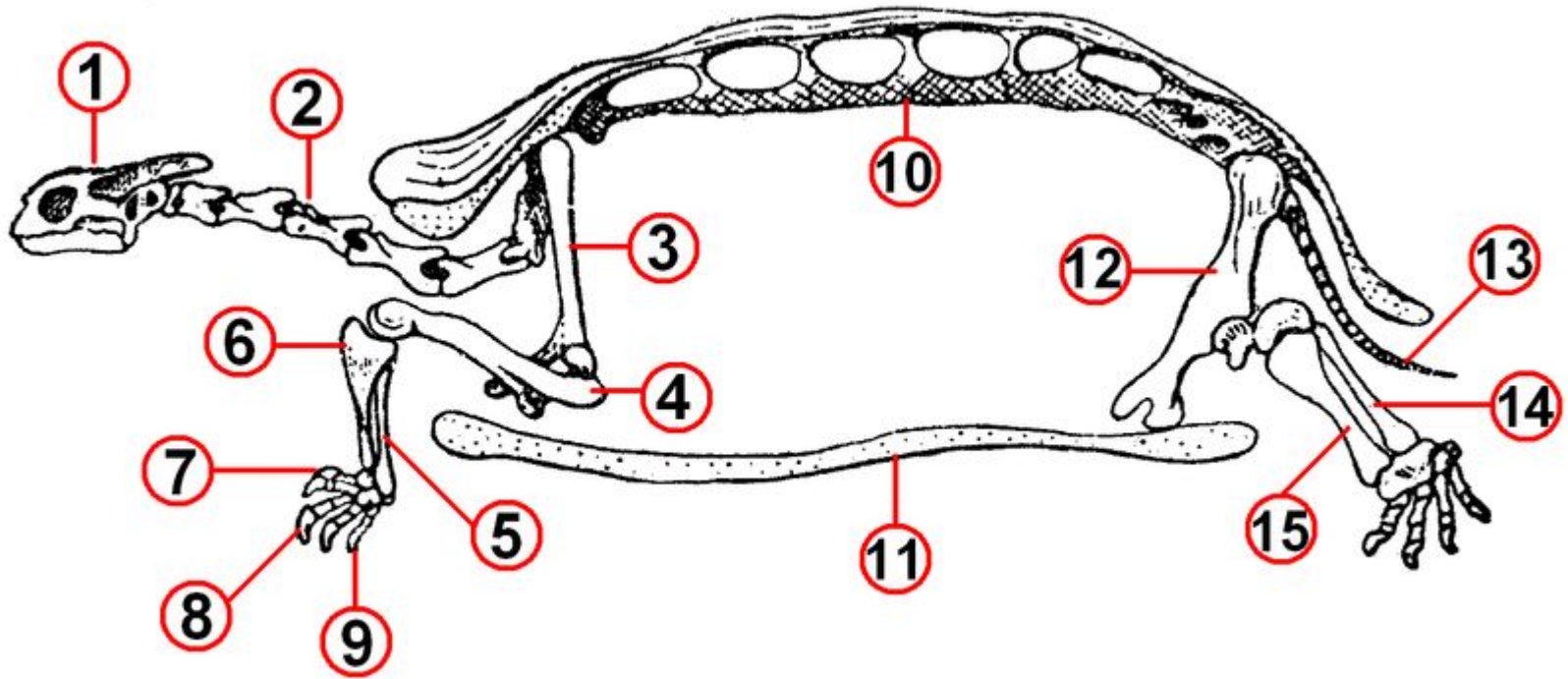
Плечевой пояс и передние конечности ящерицы (Lacerta):

1 — ключица; 2 — надлопаточный хрящ; 3 — лопатка; 4 — коракоид; 5 — ребра; 6 — грудина; 7 — передне-коракоидный хрящ; 8 — надгрудинник.



Тазовый пояс живородящей ящерицы снизу:

1 — суставная впадина для головки бедра; 2 — подвздошная кость; 3 — лобковая кость; 4 — седалищная кость; 5 — связка; 6 — «окно»; 7 — запирающее отверстие; 8 — задний хрящевой отросток; 9 — передний хрящевой отросток.



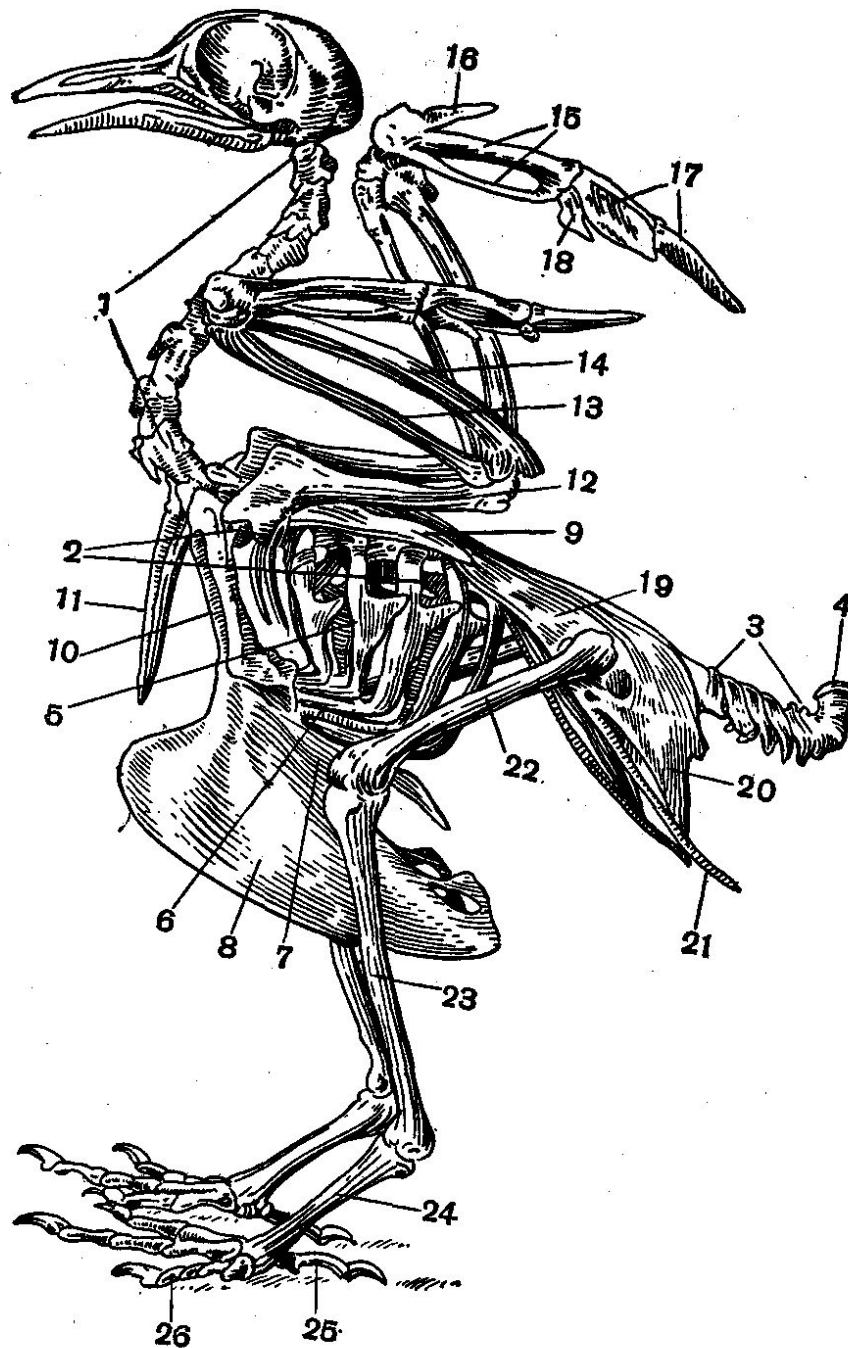
Скелет черепахи: 1 — череп; 2 — шейные позвонки; 3 — лопатка; 4 — плечевая кость; 5 — локтевая кость; 6 — лучевая кость; 7 — большой палец; 8 — средний палец; 9 — мизинец; 10 — туловищные позвонки, 11 — пластрон; 12 — таз; 13 — хвостовые позвонки; 14 — малоберцовая кость; 15 — большеберцовая кость

- **Скелет передней конечности у птиц** преобразовался в крыло. Мощная трубчатая кость - плечо - имеет уплощенную головку, что существенно ограничивает вращательные движения в плечевом суставе. Дистальный конец плеча сочленяется с двумя костями предплечья: более прямой и тонкой лучевой и более мощной локтевой, на задне-верхней стороне которой видны бугорки - места прикрепления очинцов второстепенных маховых. Из проксимальных элементов запястья сохраняются лишь две маленькие самостоятельные косточки, которые связками соединяются с костями предплечья. Кости дистального ряда запястья и все кости пясти сливаются в общую пястно-запястную кость, или **пряжку**. Резко редуцируется скелет пальцев: хорошо развиты только **две фаланги третьего пальца**. От **второго и четвертого пальца** сохраняется лишь по **одной короткой фаланге**. Первостепенные маховые прикрепляются к пряжке и к фалангам второго пальца. К фаланге первого пальца прикрепляется несколько перьев - крылышка.
- **Передний Пояс** - Мощные **коракоиды** расширенными нижними концами прочно соединяются малоподвижными суставами с передним концом **грудины**. Узкие и длинные **лопатки** срастаются со свободными концами коракоидов, образуя глубокую суставную впадину для головки плеча. Ключицы срастаются в **вилочку**, расположенную между свободными концами коракоидов и выполняющую роль амортизатора, смягчающего толчки при взмахх крыла.

Скелет задней конечности образован мощными трубчатыми костями. Проксимальный конец бедра заканчивается сочленяющейся с тазом округлой головкой, а на дистальном конце рельефные поверхности образуют с костями голени коленный сустав. Его укрепляет лежащая в мускульном сухожилии коленная чашечка. К хорошо развитой большой берцовой кости прирастает, образуя ее дистальный конец, верхний ряд косточек предплюсны. **Малая берцовая кость сильно редуцирована** и прирастает к верхней части наружной поверхности большой берцовой кости.

Дистальный (нижний) ряд косточек предплюсны и все кости плюсны сливаются в единую кость – **цевку**. К дистальному концу цевки прикрепляются фаланги пальцев.

тазовый пояс птиц образован срастающимися тремя парами костей. Подвздошная кость **срастается со сложным крестцом**. К ее наружному краю прирастает седалищная кость, с которой срастается палочковидная лобковая кость. Все три кости участвуют в образовании вертлужной впадины, в которую входит головка бедра. Лобковые и седалищные кости у птиц не срастаются друг с другом по средней линии тела; **такой таз называют открытым**.



Скелет голубя:

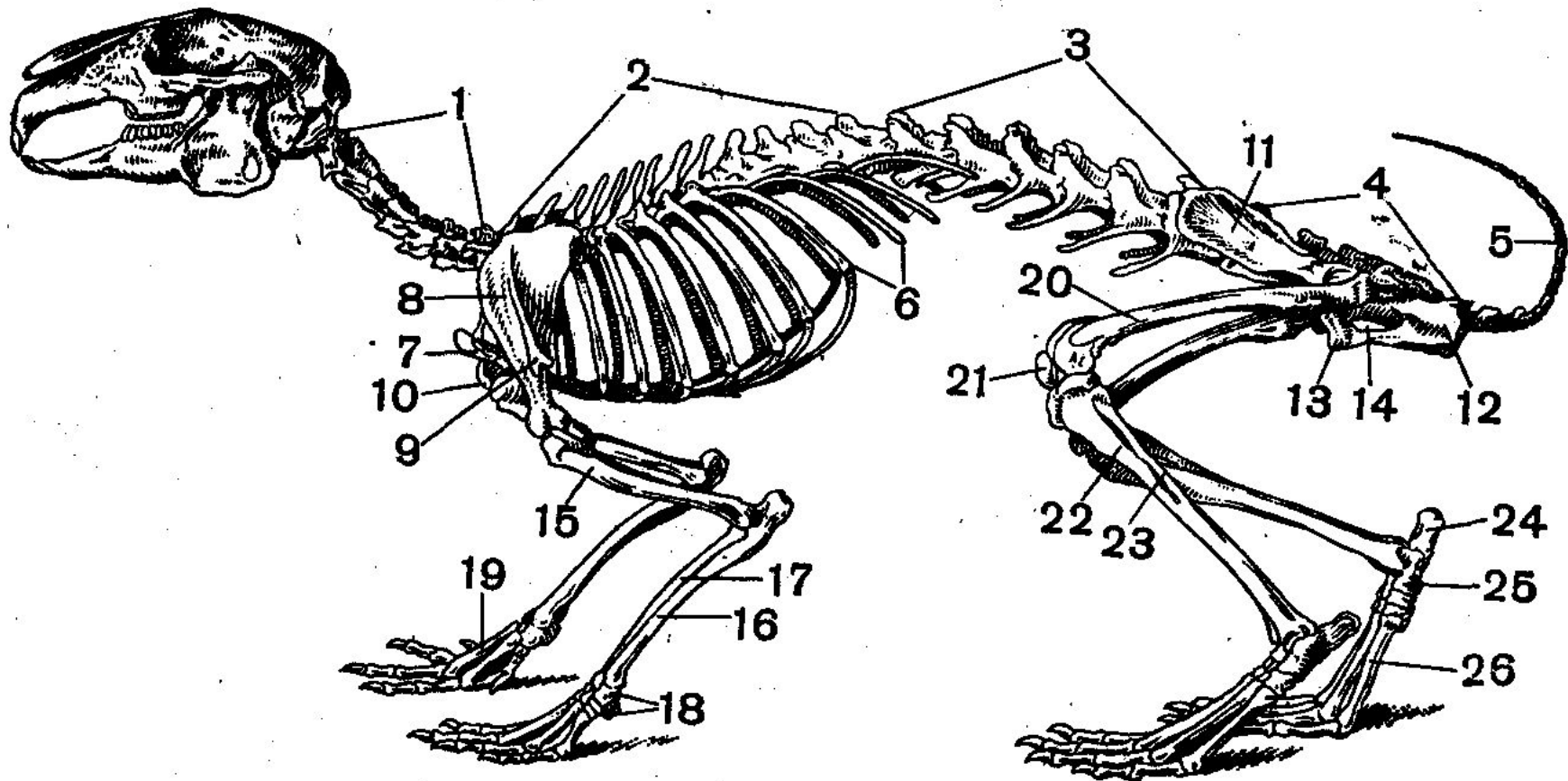
1 — шейные позвонки; 2 — грудные позвонки; 3 — хвостовые позвонки; 4 — копчиковая кость; 5 — спинная часть ребра с крючковидным отростком; 6 — брюшная часть ребра; 7 — грудина; 8 — киль грудины; 9 — лопатка; 10 — коракоид; 11 — ключица; 12 — плечо; 13 — лучевая кость; 14 — локтевая кость; 15 — пясть; 16 — II палец; 17 — III палец; 18 — IV палец; 19 — подвздошная кость; 20 — седалищная кость; 21 — лобковая кость; 22 — бедро; 23 — голень; 24 — цевка; 25 — I палец; 26 — IV палец.

Млекопитающие

Плечевой пояс упрощен и связан с осевым скелетом только мышцами и связками. Хорошо развита большая **лопатка**. Коракоид уменьшен и прирастает к лопатке в виде **коракоидного отростка**. **Ключица** есть лишь у тех млекопитающих, у которых передние конечности сохранили возможность движений в разных плоскостях, а у остальных она исчезает, так как у них передние конечности двигаются лишь в плоскости, параллельной плоскости тела.

Тазовый пояс состоит из двух **безымянных костей**, образованных слиянием подвздошных, лобковых и седалищных костей. **Таз закрытый**: лобковые и седалищные кости левой и правой сторон срастаются друг с другом по средней линии (т. е. образуют симфиз). Соединение таза с осевым скелетом упрочено благодаря образованию **крестца** - слиянию крестцовых и части хвостовых позвонков.

Скелет парных конечностей сохраняет типичные для наземных позвоночных черты исходной пятипалой конечности. Исходный тип строения конечностей в разных отрядах млекопитающих при приспособлении к различному типу движения претерпел существенные изменения: меняется относительная длина отделов конечностей, изменяется конфигурация и толщина костей, уменьшается число пальцев и т. п.



Скелет кролика:

1 — шейные позвонки; 2 — грудные позвонки; 3 — поясничные позвонки; 4 — крестец; 5 — хвостовые позвонки; 6 — ребра; 7 — рукоятка грудины; 8 — лопатка; 9 — акромиальный отросток лопатки; 10 — коракондальный отросток лопатки; 11 — подвздошный отдел безымянной кости; 12 — седалищный отдел той же кости; 13 — лобковый отдел той же кости; 14 — запирающее отверстие; 15 — плечо; 16 — локтевая кость; 17 — лучевая кость; 18 — запястье; 19 — пясть; 20 — бедро; 21 — коленная чашечка; 22 — большая берцовая кость; 23 — малая берцовая кость; 24 — пяточная кость; 25 — таранная кость; 26 — плюсна.