

Лекция 5

Периферический скелет

1. Строение периферического скелета
2. Характеристика скелета конечностей у животных с разным типом хождения
3. Развитие конечностей

Вопрос 1

Строение

периферического скелета

соответствие периферического скелета лошади и человека

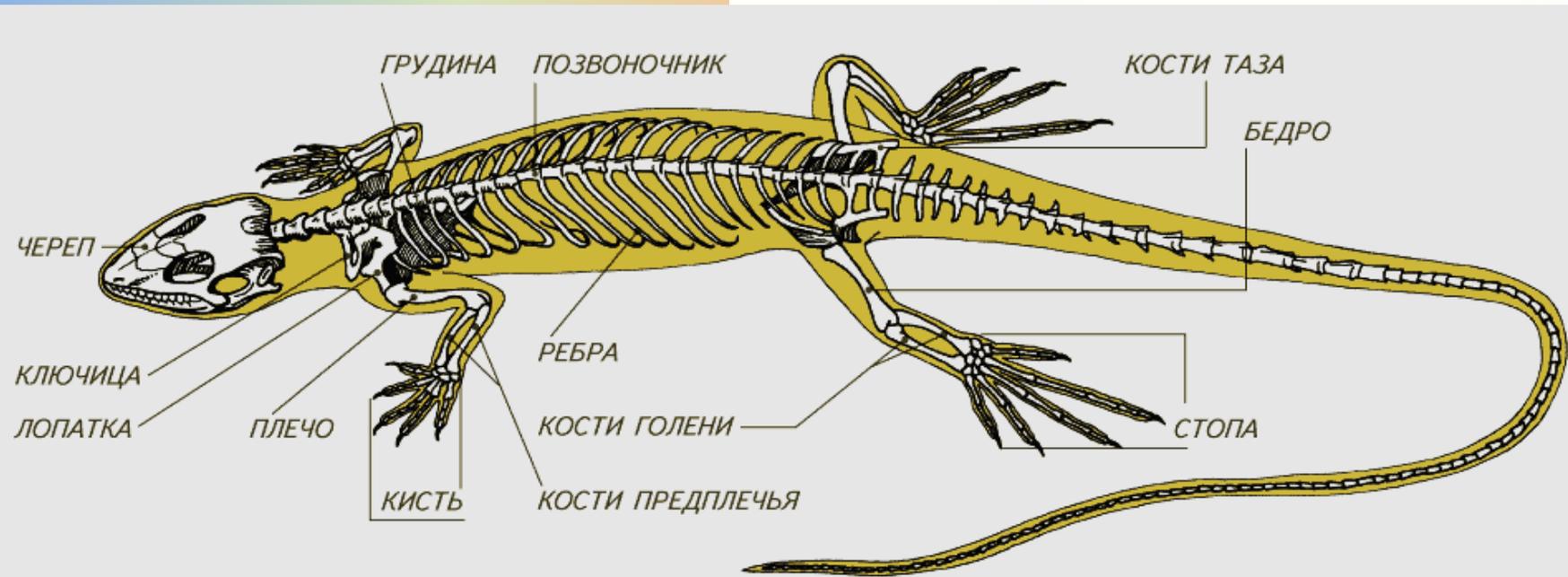
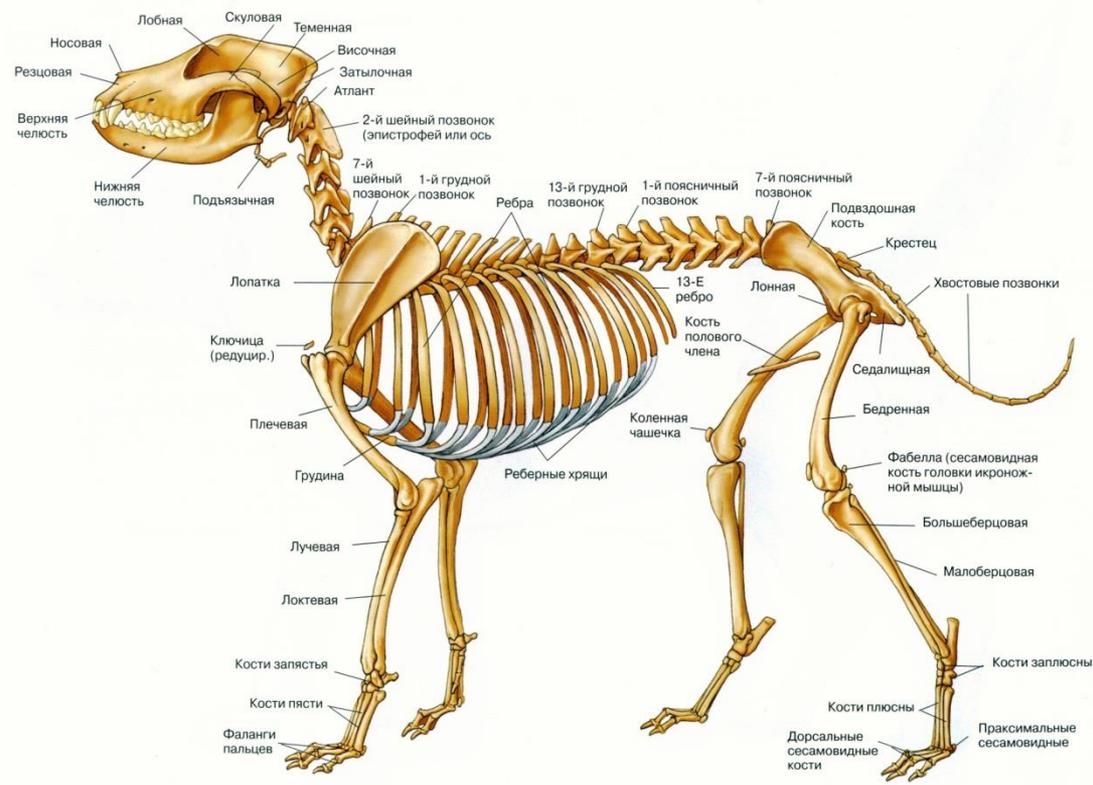


Особенности скелета конечностей млекопитающих

❖ лучше всех позвоночных приспособлены к быстрым, сильным и длительным наземным движениям:

- 1) **плечевой пояс** отделен от головы (в отличие от рыб)
- 2) **тазовый пояс** прикреплен к позвоночнику
- 3) **пятипалая конечность** (у быстро бегающих пальцев меньше)
- 4) **конечности** не отставлены в стороны (амфибии, рептилии), а **прижаты к бокам туловища** (за счёт поворота дистального конца плечевой кости назад, а бедренной - вперед)
- 5) **конечности напоминают пружинящие рессоры**, смягчающие толчки при беге и прыжках
- 6) спереди **конечности в виде вертикальных столбов**, держащих туловище (у рептилий и амфибий плечо и бедро - горизонтально)

Эволюция скелета конечностей



примитивное движение пресмыкающихся (видео)



примитивное движение млекопитающих – ехидны (видео)



совершенное движение млекопитающих (видео)



периферический скелет представлен

пояса конечностей

плечевой пояс:

лопатка,
ключица,
коракоид

тазовый пояс:

кости таза
(подвздошная,
лонная,
седалищная)

скелет свободных конечностей:

грудной и тазовой

стилоподий

(плечо, бедро)

зейгоподий

(предплечье,
голень)

автоподий

(кисть, стопа)

плечевой пояс (cingulum membri thoracici)

1. лопатка

2. ключица

3. коракоидная

КОСТЬ

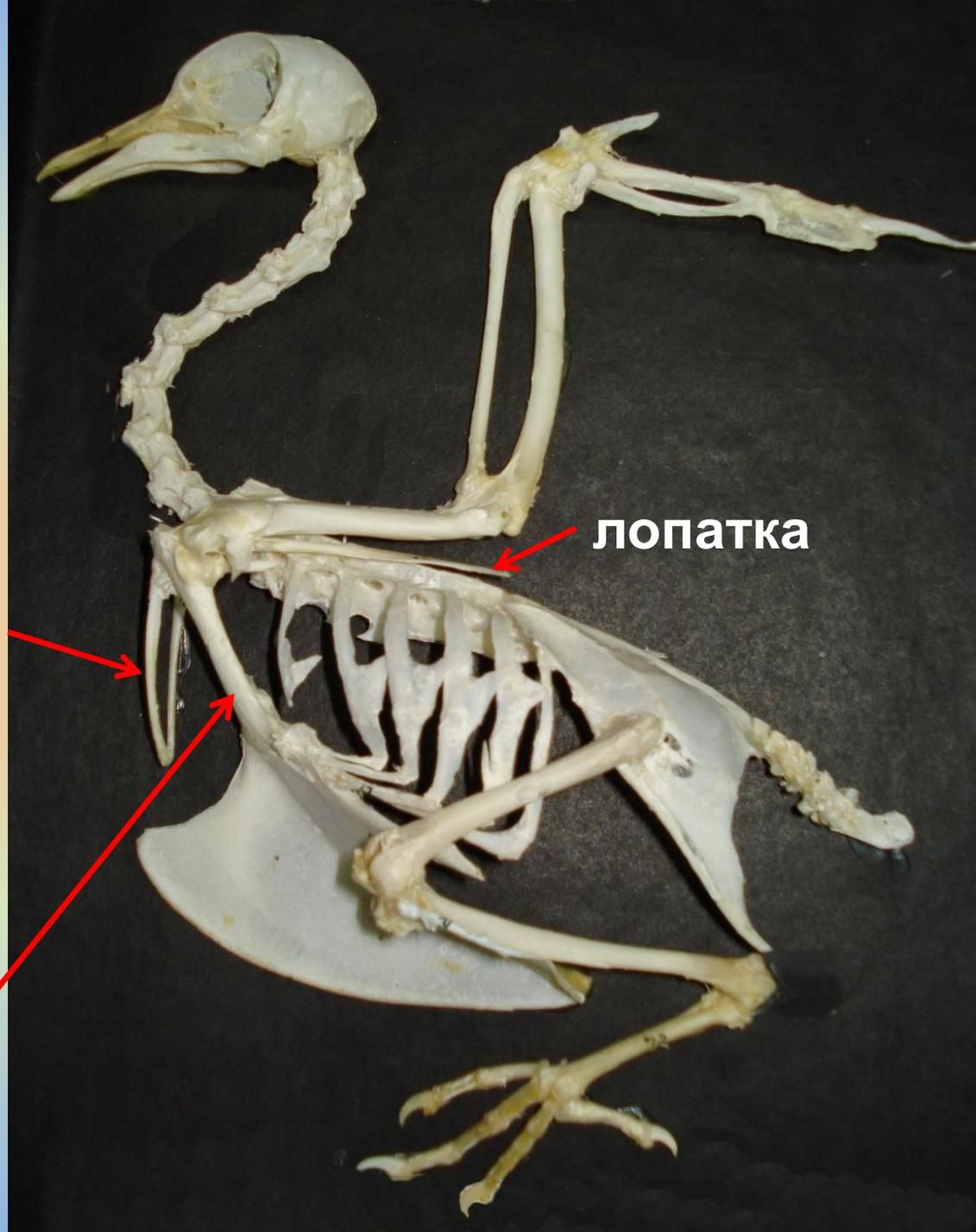
у примитивных животных
(ящерицы, птицы)

скелет голубя

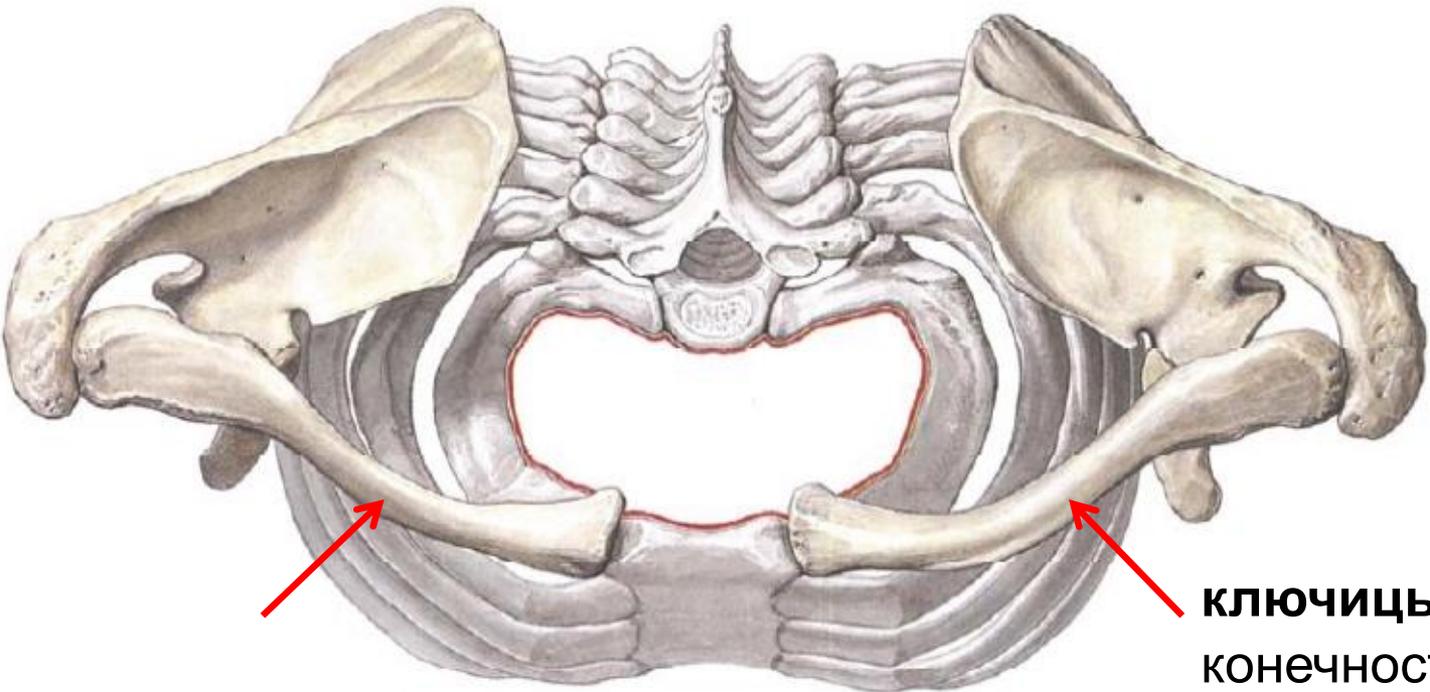
ключица

лопатка

коракоидная кость



Ключица развита у обезьян, человека - грудные конечности способны к разнообразным движениям (хватательным, вращательным, отводящим)



Ключицы прочно крепят конечность к туловищу, препятствуя вывиху



душа

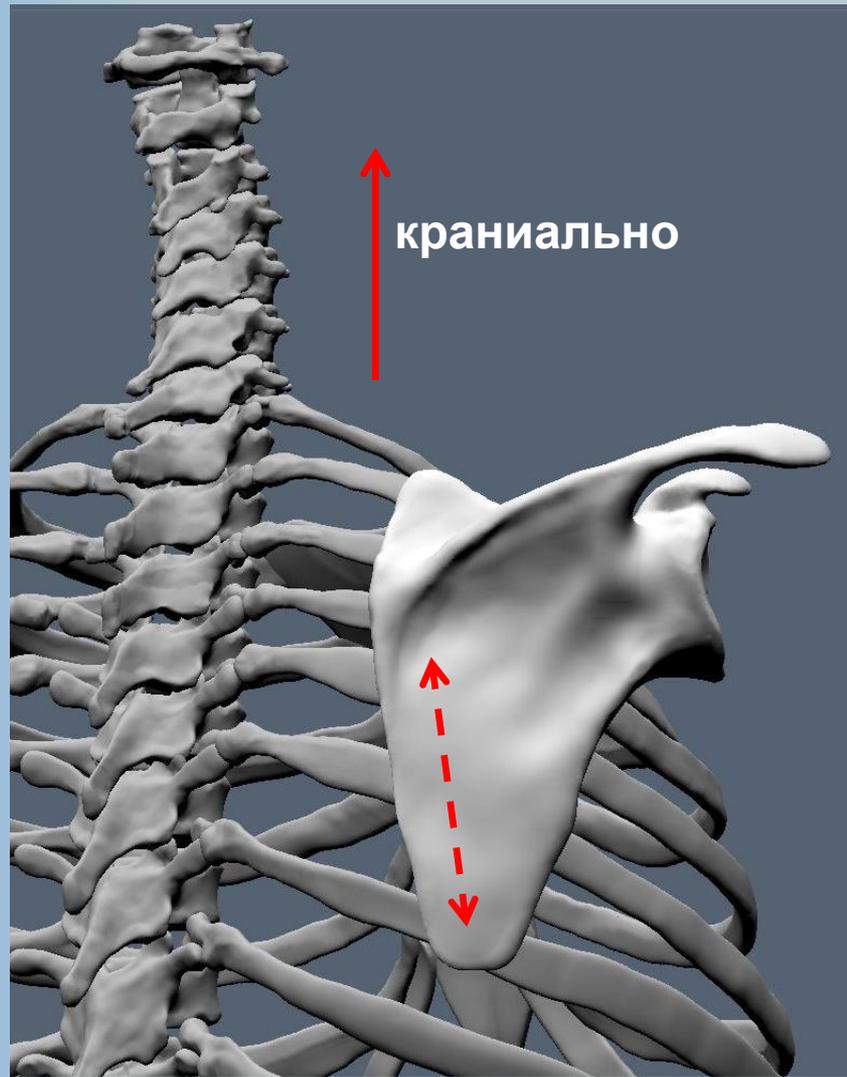
рудименты **КЛЮЦИЦЫ** у кошки и собаки - небольшое вращение грудными конечностями



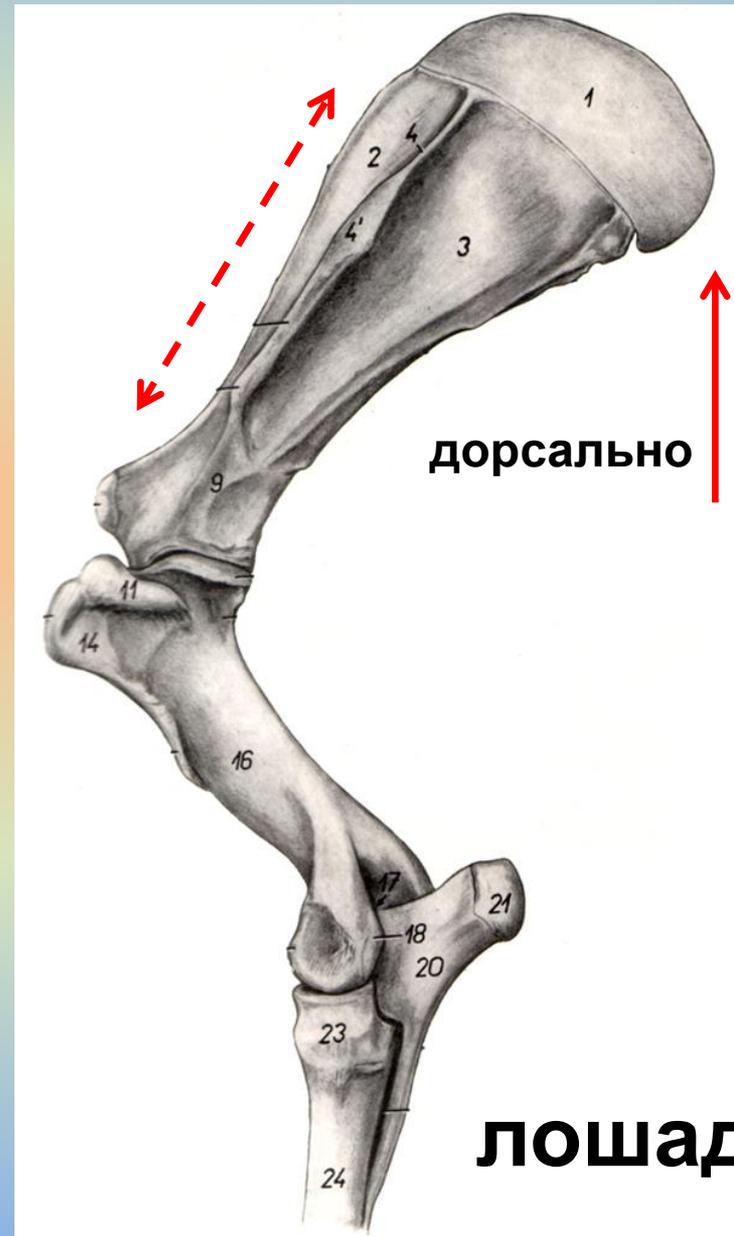


У лошади, крс и свиньи - грудные конечности только органы движения с однообразным ходом в одной плоскости параллельной оси тела;
в плечевом поясе развита только лопатка

изменение формы лопатки в направлении действующих сил



человек



лошадь

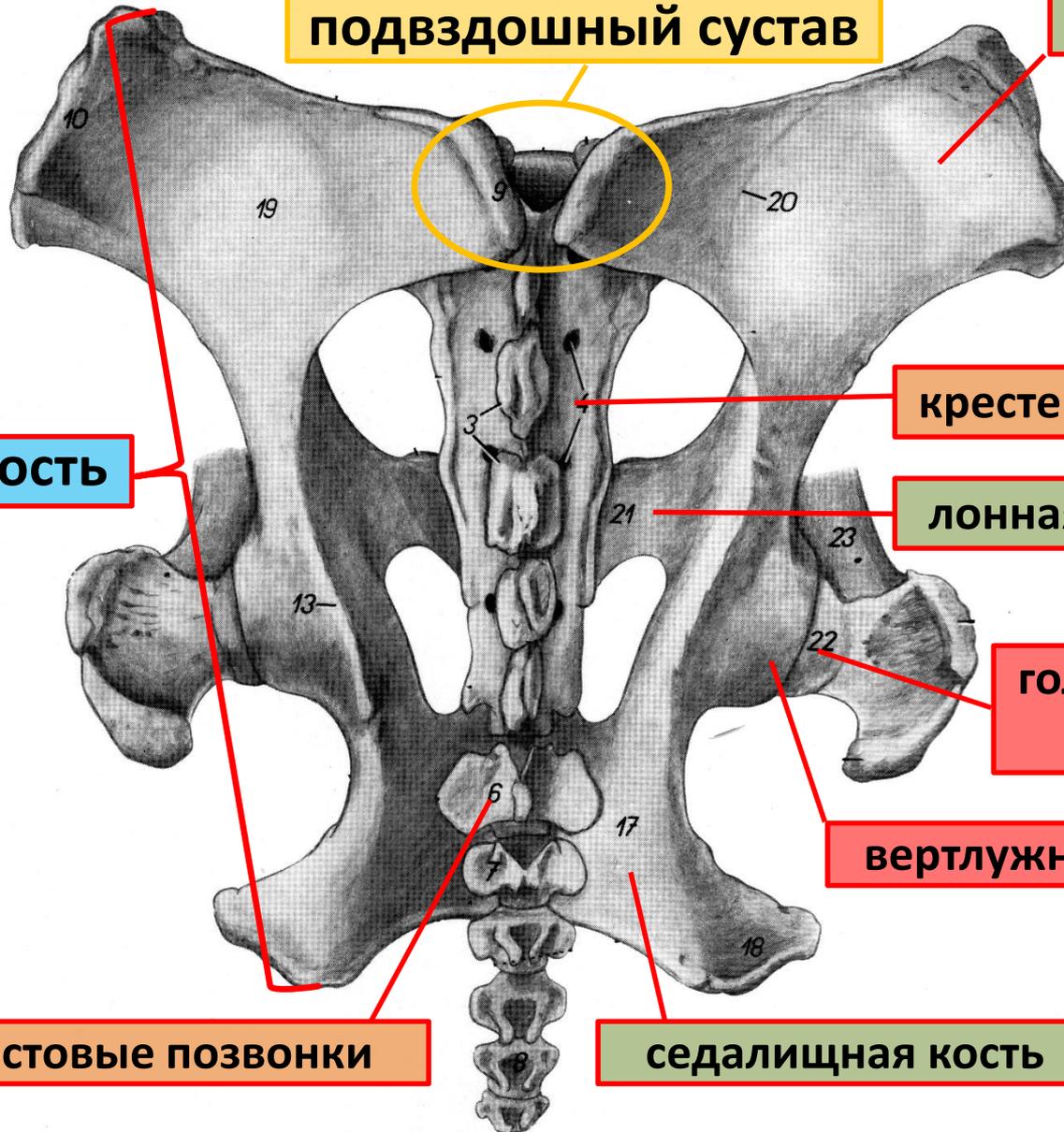
тазовый пояс (cingulum membri pelvini)

- ❖ представлен парными **подвздошной, лонной и седалищной костями**
- ❖ кости срастаются между собой, формируя левую и правую **тазовые кости**
- ❖ место сращения левой и правой тазовых костей – **тазовый симфиз**
- ❖ тазовые кости соединяются неподвижным суставом с крестцом, образуя вместе с ним **таз**
- ✓ тела подвздошной, лонной и седалищной костей, срастаясь, образуют **вертлужную впадину** (входит головка бедренной кости)

таз (pelvis)

крестцово-
подвздошный сустав

подвздошная кость



тазовая кость

крестец

лонная кость

головка бедренной
кости

вертлужная впадина

хвостовые позвонки

седалищная кость



крестец

подвздошная кость

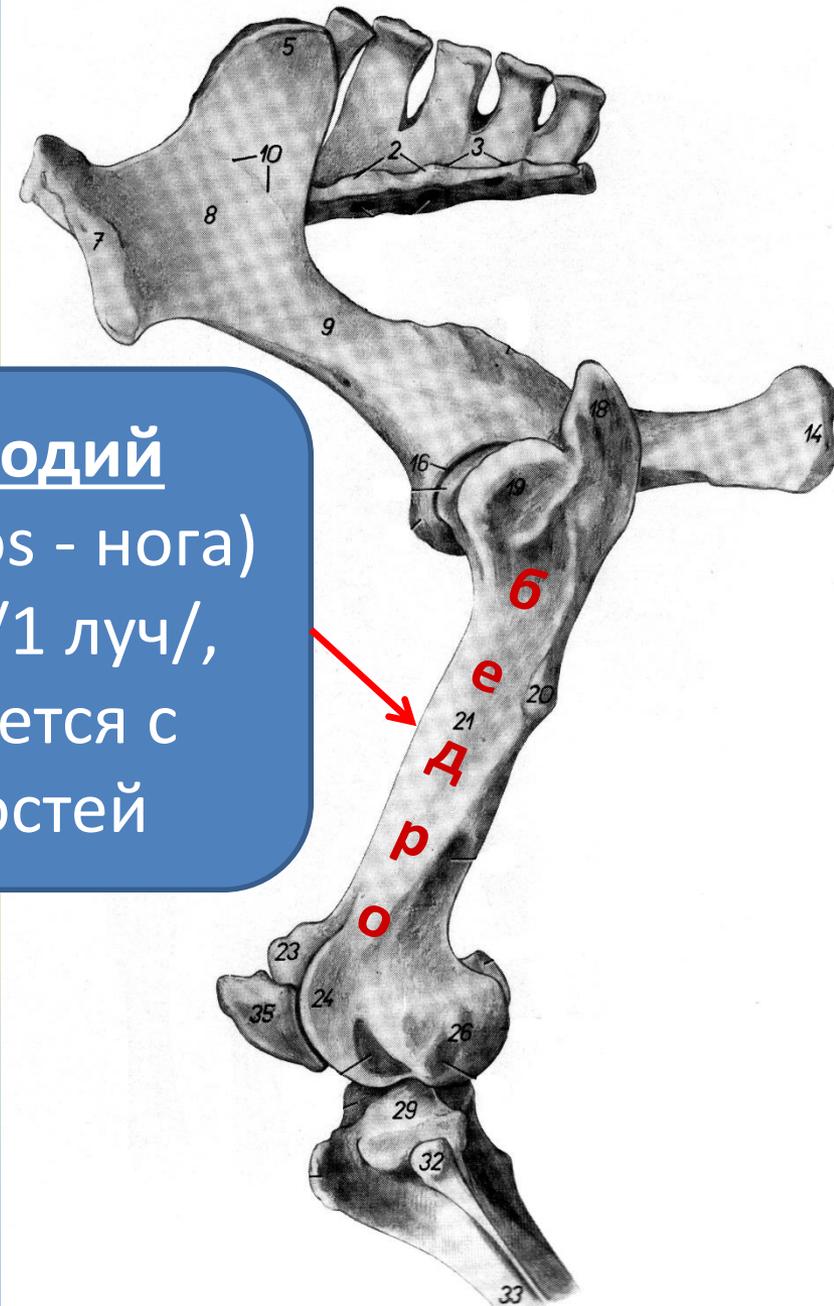
вертлужная
впадина

У млекопитающих таз легче, вертлужная впадина смещена назад (возросшая активность движений). Подвздошные кости стоят под наклоном (совпадает с направлением силы толчка при беге и прыжках), увеличивая сопротивляемость таза нагрузке.

скелет свободных конечностей



1 звено - стилоподий
(stylos - столб, podos - нога)
включает 1 кость /1 луч/,
которая соединяется с
поясом конечностей

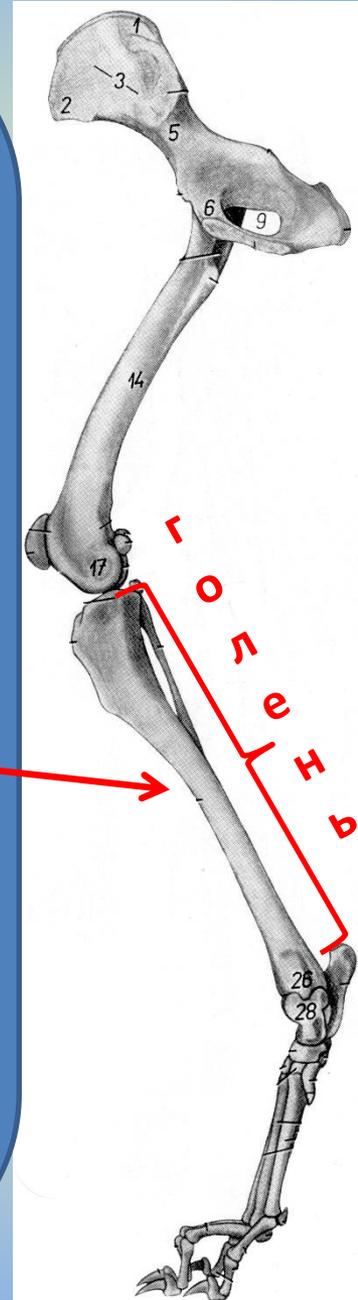
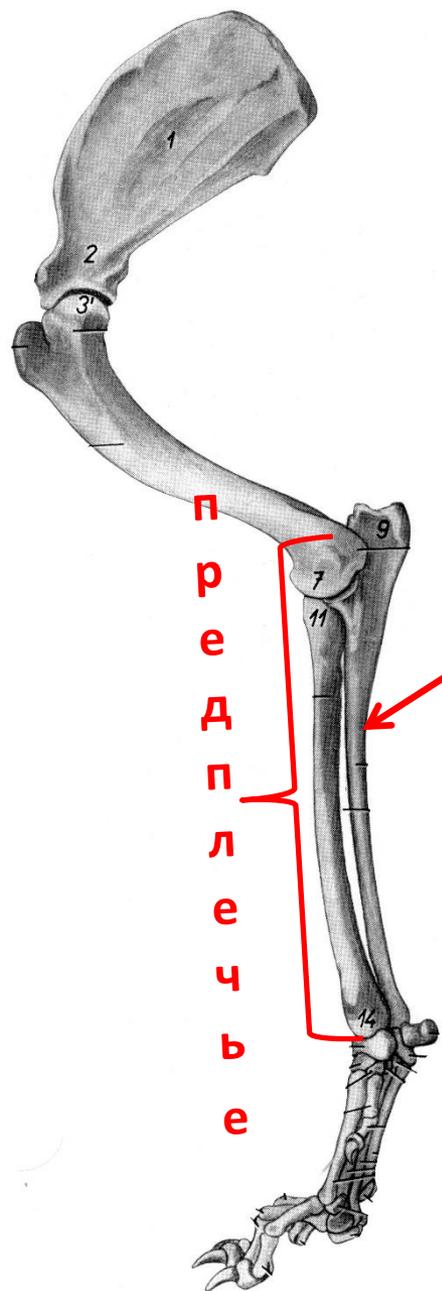


скелет свободных конечностей

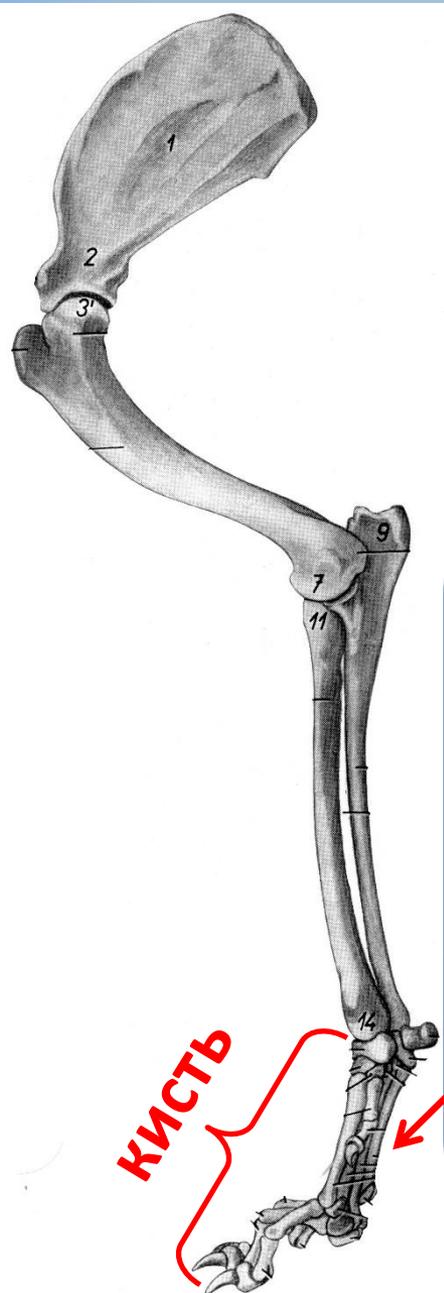
2 звено - зейгоподий

(zeugos - пара) – состоит из 2 лежащих рядом длинных костей (2 луча):

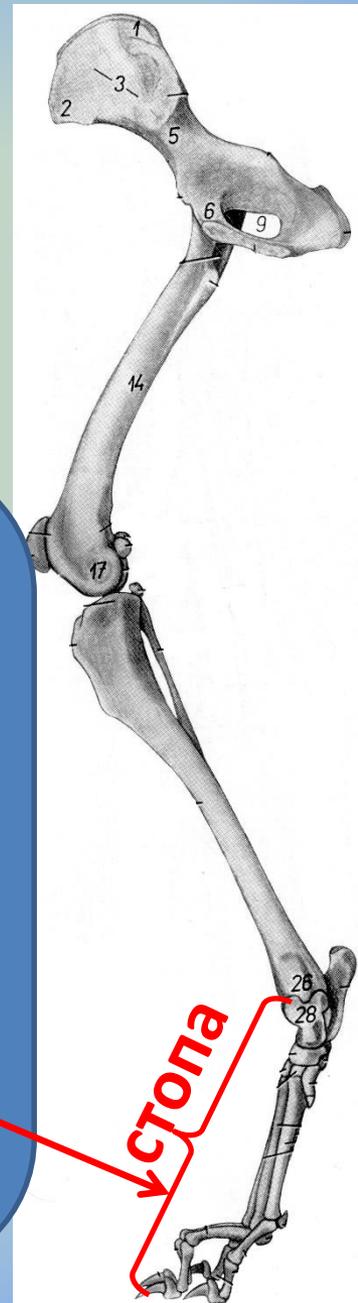
- на грудной конечности – предплечье / локтевая и лучевая кости/
- на тазовой – голень / большая и малая берцовые кости/
- ✓ у животных с подвижным соединением костей зейгоподия возможны вращательные движения конечностями (обезьяна, кошка, собака)



скелет свободных конечностей



- 3 звено - автоподий**
(autos - собственно) – лапа.
Количество костей /лучей/ в ней зависит от типа хождения
- на передней конечности – **КИСТЬ** /передняя лапа/
 - на задней конечности - **СТОПА** /задняя лапа/



автоподий (лапа) имеет 3 участка

1. **верхний /базиподий/** - основание лапы - несколько рядов коротких костей:

на кисти - запястье (2 ряда костей),

на стопе - заплюсна (3 ряда костей)

2. **средний /метаподий/** - из удлинённых костей:

на кисти - пясть,

на стопе – плюсна

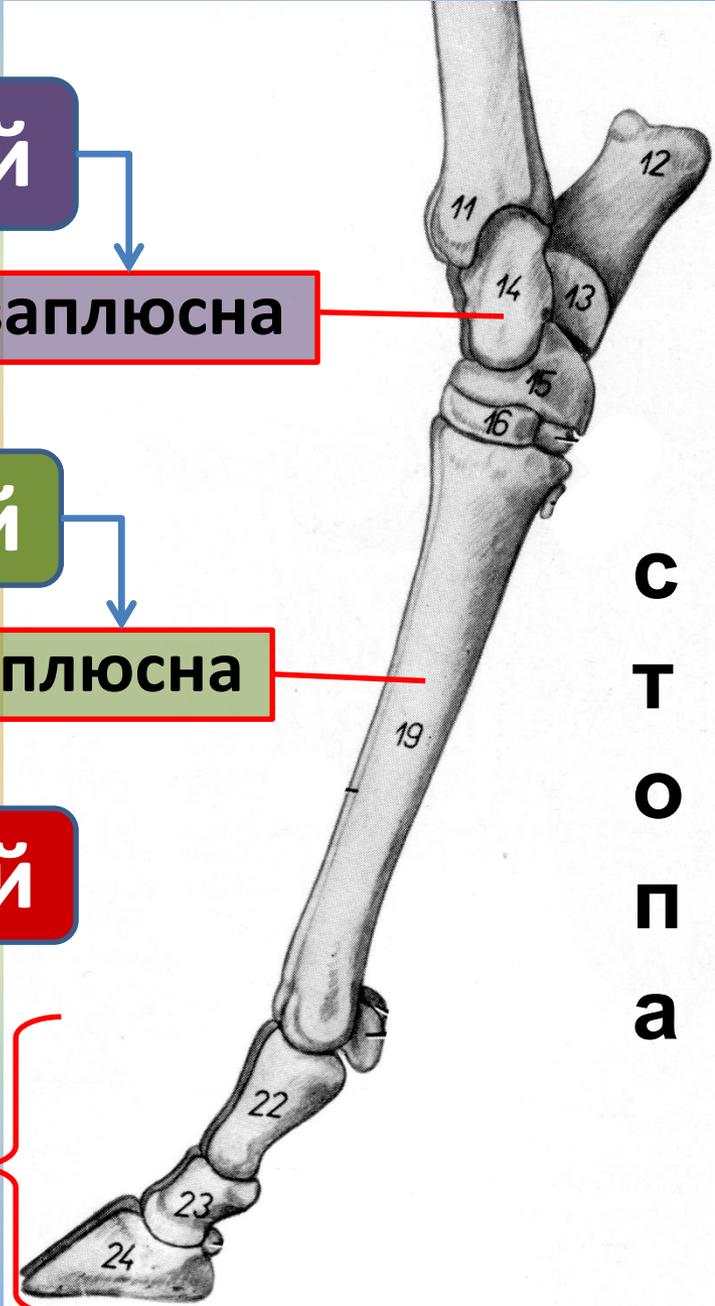
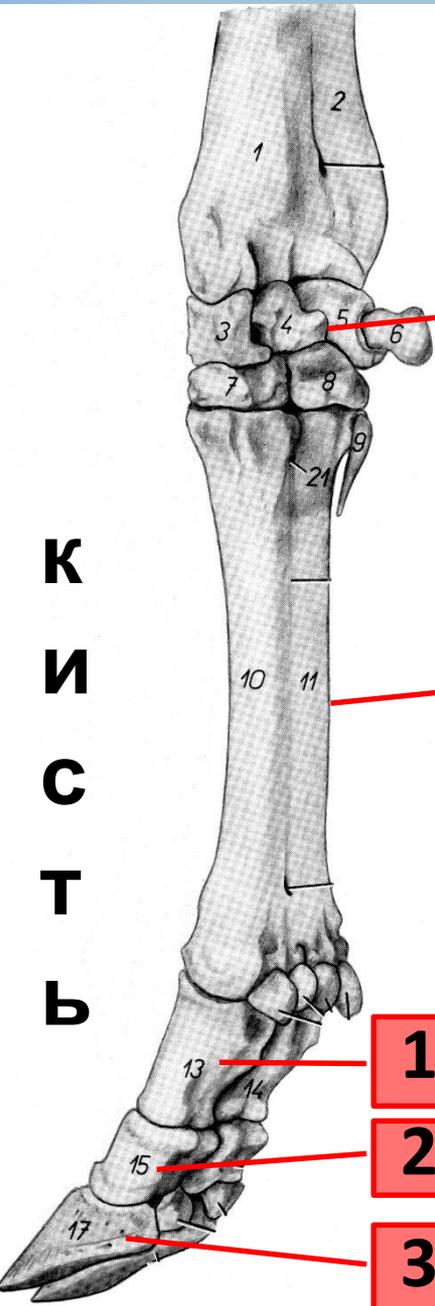
2. **нижний /акроподий/** (acros - край, вершина) - представлен пальцами. Каждый палец состоит из **трех фаланг**: проксимальной, средней и дистальной

✓ кости автоподия содержат больше органических веществ, чем кости стило- и зейгоподия, они более упругие и меньше подвержены переломам

строение автоподия

К
И
С
Т
Ь

С
Т
О
П
А



базиподий

запястье

заплюсна

метаподий

пясть

плюсна

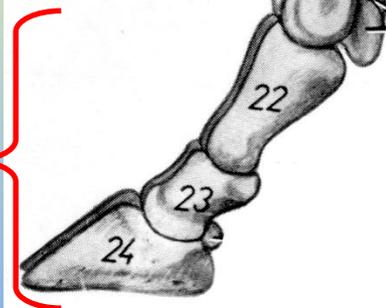
акроподий

1 фаланга

2 фаланга

3 фаланга

пальцы



Функции конечностей

1. обеспечивают поступательное движение
 2. опора для туловища
 3. амортизация при движении
 4. защита и нападение
 5. хватательная
- **грудные конечности** - опорные, при движении пассивные - **тянущие**
 - **тазовые конечности** - двигательная функция, активные при движении - **толкательные**
 - ✓ кости **грудных** конечностей короткие, грубые, в поперечном сечении округлые, **тазовых** - длинные, тонкие, с хорошо развитыми мышечными буграми



**плечевая кость -
короткая, грубая**



**бедренная кость -
длинная, тонкая, с
хорошо развитыми
мышечными буграми**

на строение костей конечностей влияют:

тип содержания:

содержание в неволе ведет к **увеличению массивности** костей за счёт **роста компакты кости** с уменьшением числа остеонов на единицу площади (из-за статической нагрузки), **разрежению губчатого вещества** с развитием остеопороза и дезориентацией балок

двигательная активность:

гиподинамия в условиях промышленных комплексов ведет к **уменьшению** ширины диафизов, компакты и бугристостей для прикрепления мышц, **остеопорозу** губчатого вещества

прочность скелета конечностей

условный запас прочности кости =

тах разрушающая нагрузка / масса тела животного

запас прочности:

- 1) **уменьшается** с увеличением **массы тела** (и возраста) -
у слона -18, у крысы – 221
- 2) **увеличивается** с ростом **двигательной активности**
(предшествуя ей по времени) – теленок через
несколько дней после рождения способен к активному
передвижению
- 3) **у взрослых меньше, чем у растущих** и тем ниже, чем
ниже уровень двигательной активности (бег помогает
сохранить прочность костей с годами)

Вопрос 2

**характеристика скелета конечностей
у животных с разным типом хождения**

различают 3 типа хождения:

- 1. стопохождение**
- 2. пальцехождение**
- 3. фалангохождение**

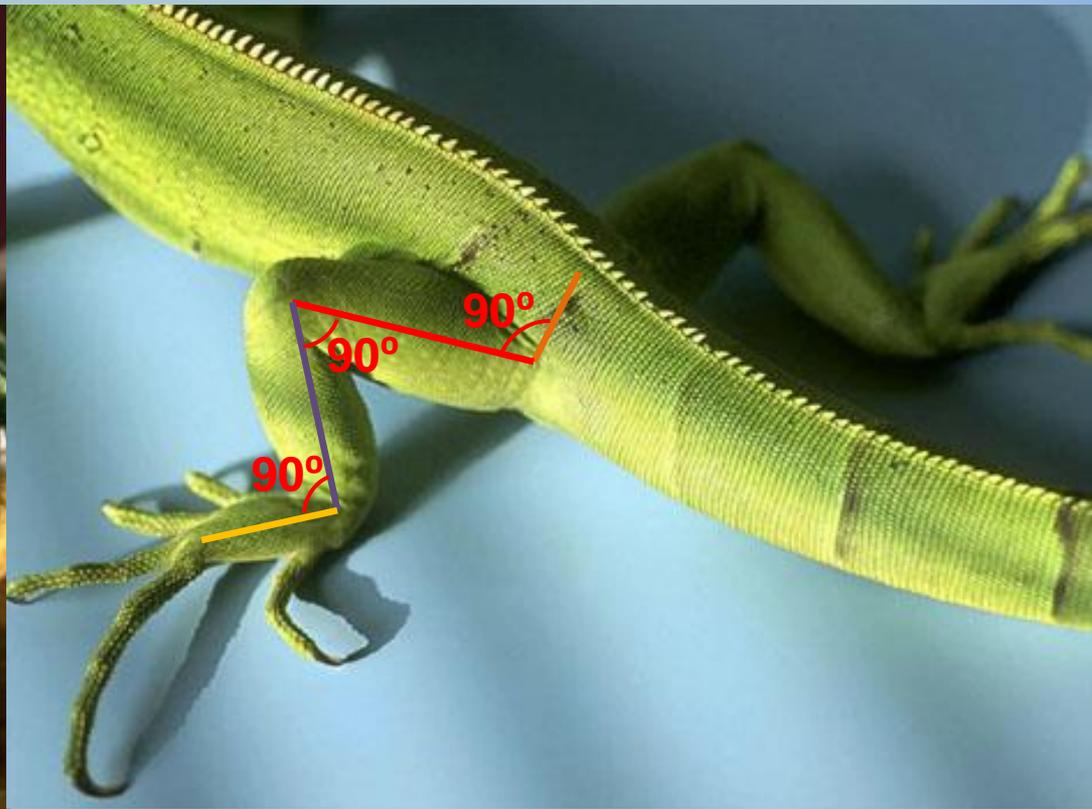
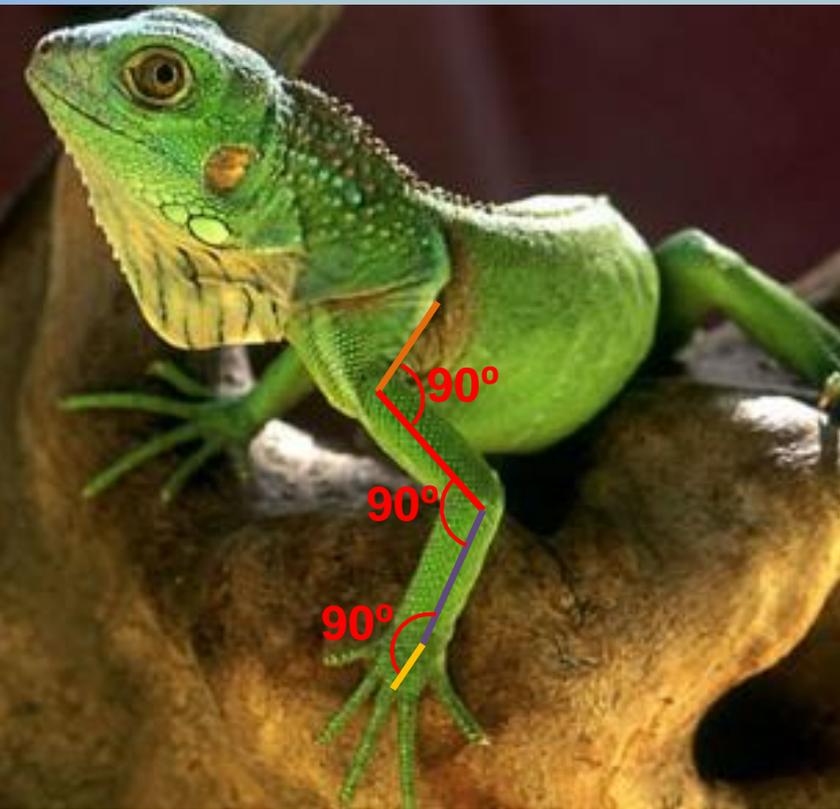
ТИПЫ СТОПЫ МЛЕКОПИТАЮЩИХ



СТОПОХОЖДЕНИЕ

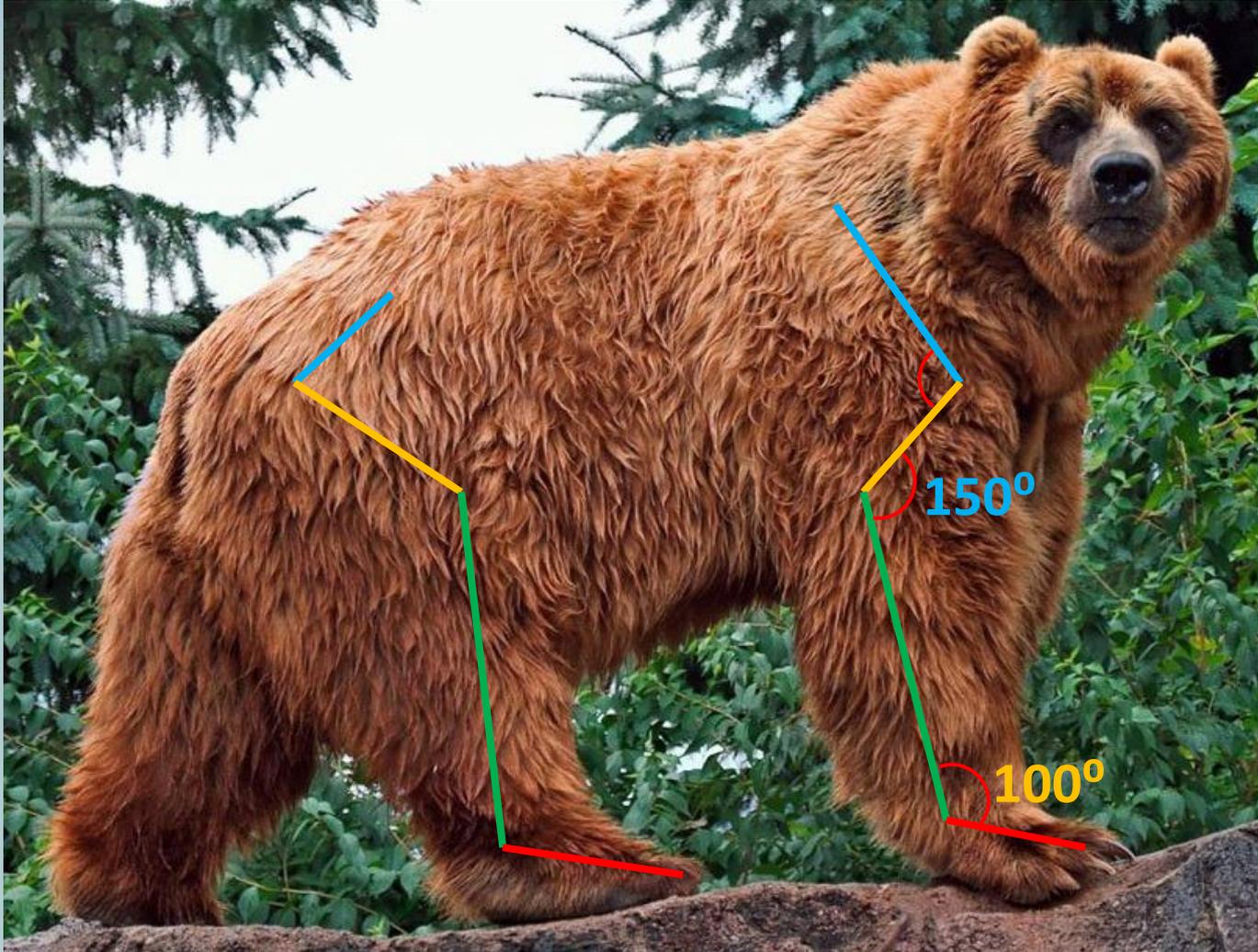
- примитивный и медленный способ движения (ящерица, медведь, слон, человек)
- опирание о землю на весь автоподий (кисть и стопу) для повышения площади опоры и устойчивости
- автоподий содержит 5 лучей (5 костей в пясти и плюсне, по 5 пальцев)
- плечевой пояс представлен лопаткой, ключицей и рудиментарным коракоидом
- ❖ стилоподий (плечо и бедро) лежит во фронтальной плоскости параллельно туловищу
- ❖ плечо образует с лопаткой угол с вершиной вперед, а бедро с тазом - угол с вершиной назад
- ❖ кости зейгоподия поворачиваются: локтевая кость перекручивается вокруг лучевой, а стопа и кисть поворачиваются к голове

стопохождение у рептилий



- углы во всех суставах 90°
- стилоподий лежит во фронтальной плоскости перпендикулярно туловищу
- кисти и стопы повернуты наружу

стопохождение у млекопитающих

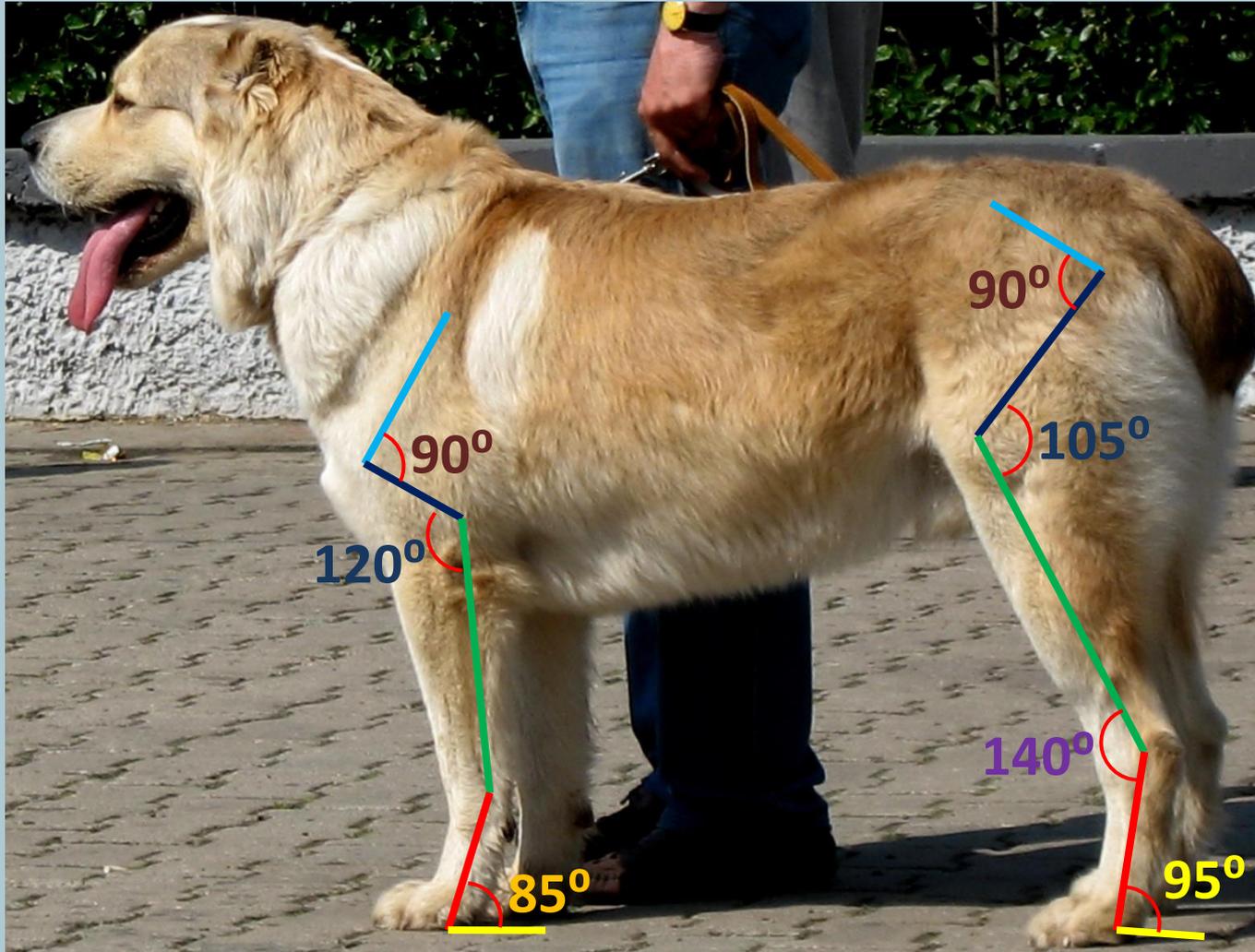


углы суставов более 90° . Стилоподий лежит во фронтальной плоскости параллельно туловищу. Кисти и стопы повернуты к голове (косолапость)

пальцехождение

- опирание на нижний участок автоподия (кисти, стопы) - акроподий (пальцы)
- в плечевом поясе исчезают коракоид и ключица
- углы суставов еще больше увеличиваются
- уменьшается количество лучей в автоподии до 4 поскольку **первый** палец у собак и кошек рудиментарный (висячий) и земли не касается
- сохранена частичная подвижность между костями зейгоподия (предплечья) - возможны вращательные и хватательные движения

пальцехождение



- углы суставов увеличиваются
- животное опирается о землю на пальцы

фалангохождение

- конечности - только для движения
- углы суставов тупые либо прямые (в верхней части конечностей)
- кости зейгоподия срастаются, локтевая и малоберцовая кости редуцируются (лошадь)
- удлиняются кости метаподия (пясть, плюсна)
- 1 и 2 фаланги не опираются на землю, **опорная - 3 фаланга**
- появляются сесамовидные кости на уровне 1 и 3 фаланг
- крс и свинья опираются на третьи фаланги 3 и 4 пальцев, лошадь на третью фалангу 3 пальца
- не опорные пальцы (у крс и свиньи 2 и 5) редуцируются

фалангохождение



- углы суставов тупые или прямые
- опора о землю на 3 фалангу пальца

ВИДЫ ХОЖДЕНИЯ (видео)



ВИДЫ ХОЖДЕНИЯ

приспособление конечностей к полету

- передние конечности – **крылья** (у летучих мышей)
- летательная перепонка натянута между 2-5 сильно удлинненными пальцами
- на коротком 1 пальце – сильный коготь для лазания
- задние конечности – для подвешивания при отдыхе
- из-за разной функции кости передних конечностей крупнее и крепче задних
- крылья эволюционировали из летательных перепонок между передней и задней конечностями (как у летяг)

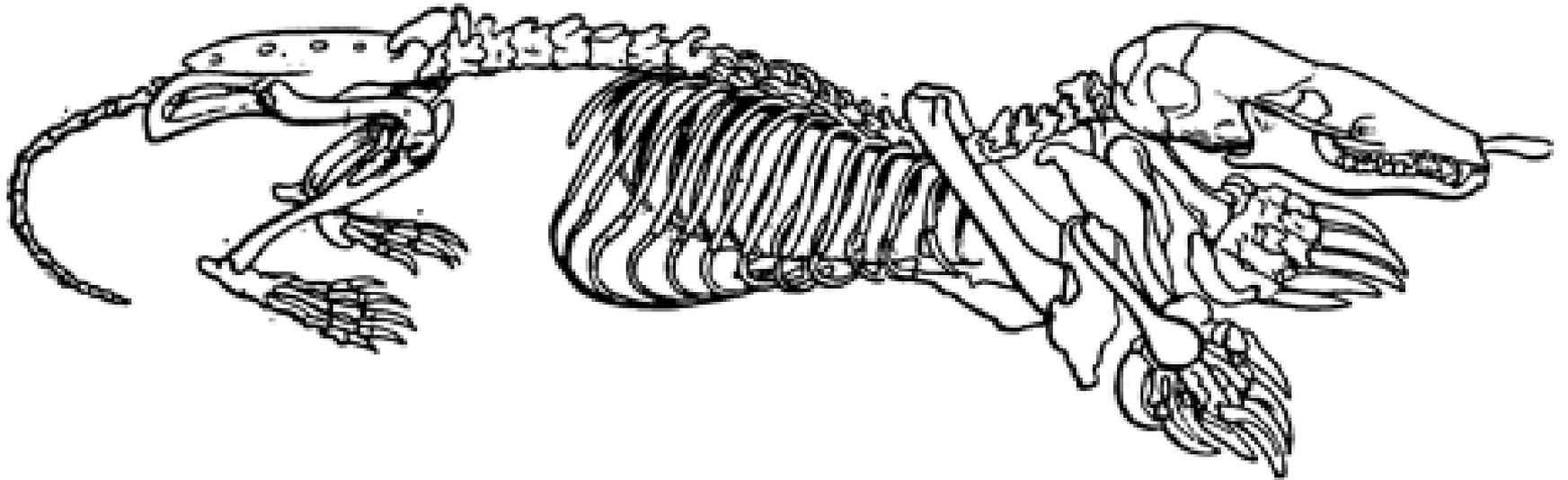
грудная конечность летучей мыши



приспособление конечностей к рытью

- у крота в передних конечностях укорачиваются проксимальные отделы
- усиливаются все отделы и формируется мощная кисть – «лопата» для рытья
- на костях множество бугров для крепления мышц

крот



приспособление конечностей к плаванию

□ укорочение конечностей и превращение их в ласты

- **китообразные (кит):**

- а) конечности - плавники: проксимальные кости короткие, в виде широких пластин для прикрепления мощных мышц
- б) все отделы конечностей неподвижно соединены между собой, формируя **весло**
- в) число фаланг увеличено, пальцы снаружи не видны, а обтянуты общей кожей
- г) задние конечности редуцированы, главный орган движения – **хвостовой плавник**

- **ластоногие (тюлень):**

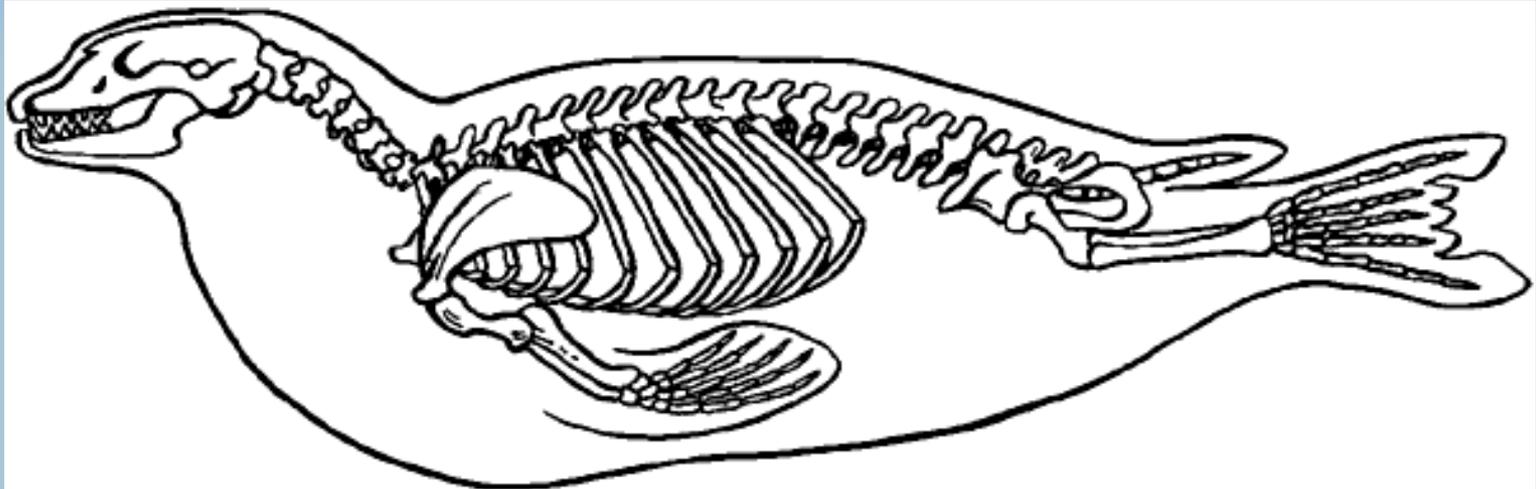
менее приспособлены к водной среде, хвост короткий – **плавают с помощью конечностей**

величина и мощность костей зависит от способа плавания

КОНЕЧНОСТИ КИТА



КОНЕЧНОСТИ ТЮЛЕНЯ



приспособление конечностей к прыжкам

- большое различие в длине передних и задних конечностей
- при медленном движении – опора на 4 конечности, при прыжках (рикошетировании) – на 2 задние конечности
- задние конечности удлинены, число пальцев уменьшено (кенгуру - 2, тушканчика - 3) – монолитное строение конечности, концентрированная опора и эффективнее прыжок

конечности кенгуру



в филогенетическом образовании длинных задних конечностей главный фактор - **упражнения**



приспособление конечностей к бегу по твердому грунту

- общее удлинение костей
- приподнятие над землей дистальных отделов
- уменьшение числа пальцев
- изменение формы диафизов и суставов

В филогенезе:

- а) удлинение костей обусловлено усиленным упражнением при беге (медленнодвигающиеся животные -стопоходящие)
- б) вначале приподнимается пясть и плюсна, а пальцы – для опоры (хищники)
- с) затем приподнимаются фаланги пальцев – опора на третьи фаланги (копытные)

лошадь – лучший бегун по твердому грунту



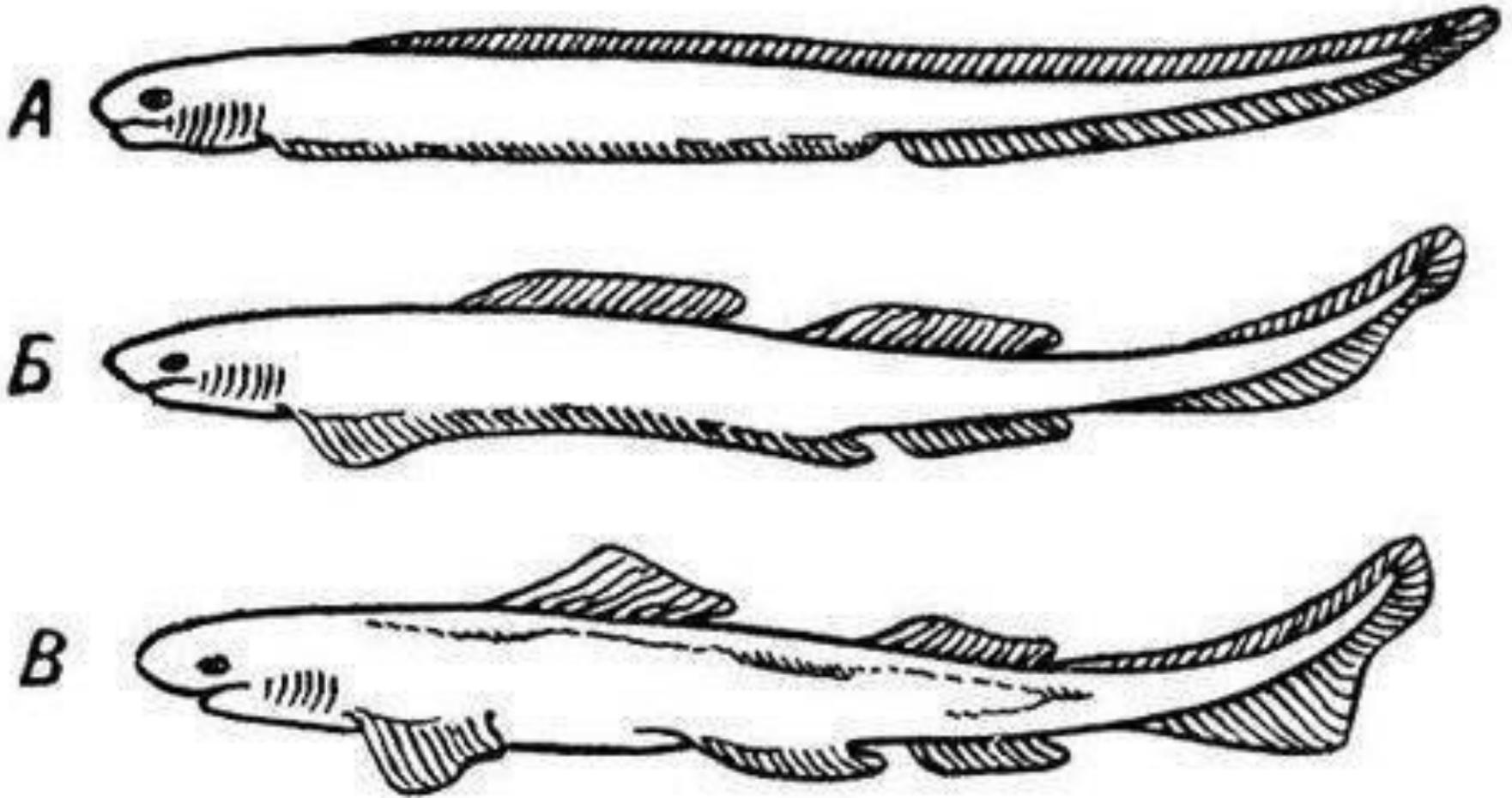
Вопрос 3

Развитие конечностей

Филогенез конечностей 1

- происходят из продольных кожно-мышечных складок /функция рулей у низших рыб/
- средние части этих складок исчезают, а остаются передние и задние участки, в которых появляются **хрящевые лучи**, формируя плавники

образование плавников из продольных кожно-мышечных складок



хрящевые лучи в плавнике осетра (хрящевая рыба)



**костные лучи в плавниках рыбы – предшественники
костей конечностей**



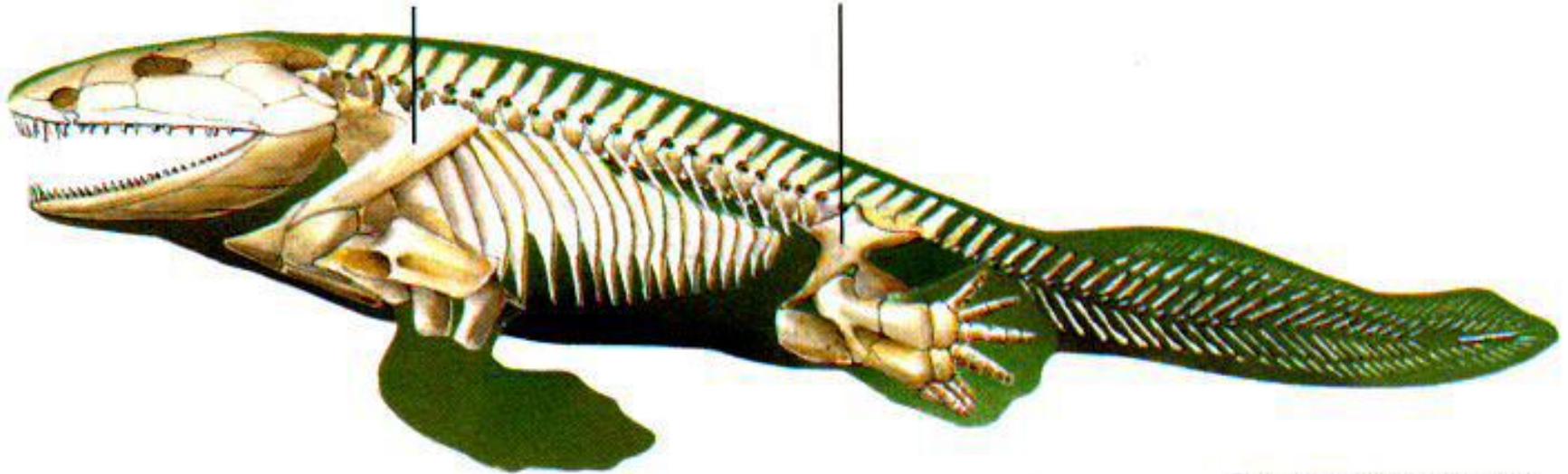
Филогенез конечностей 2

- хрящевые лучи плавников срастаются своими туловищными концами, образуя **зачатки поясов грудных и тазовых конечностей** (кистеперые рыбы)

пояса конечностей у кистеперых рыб

плечевой пояс

тазовый пояс



Скелет кистеперой рыбы.

Скелет ихтиостеги.



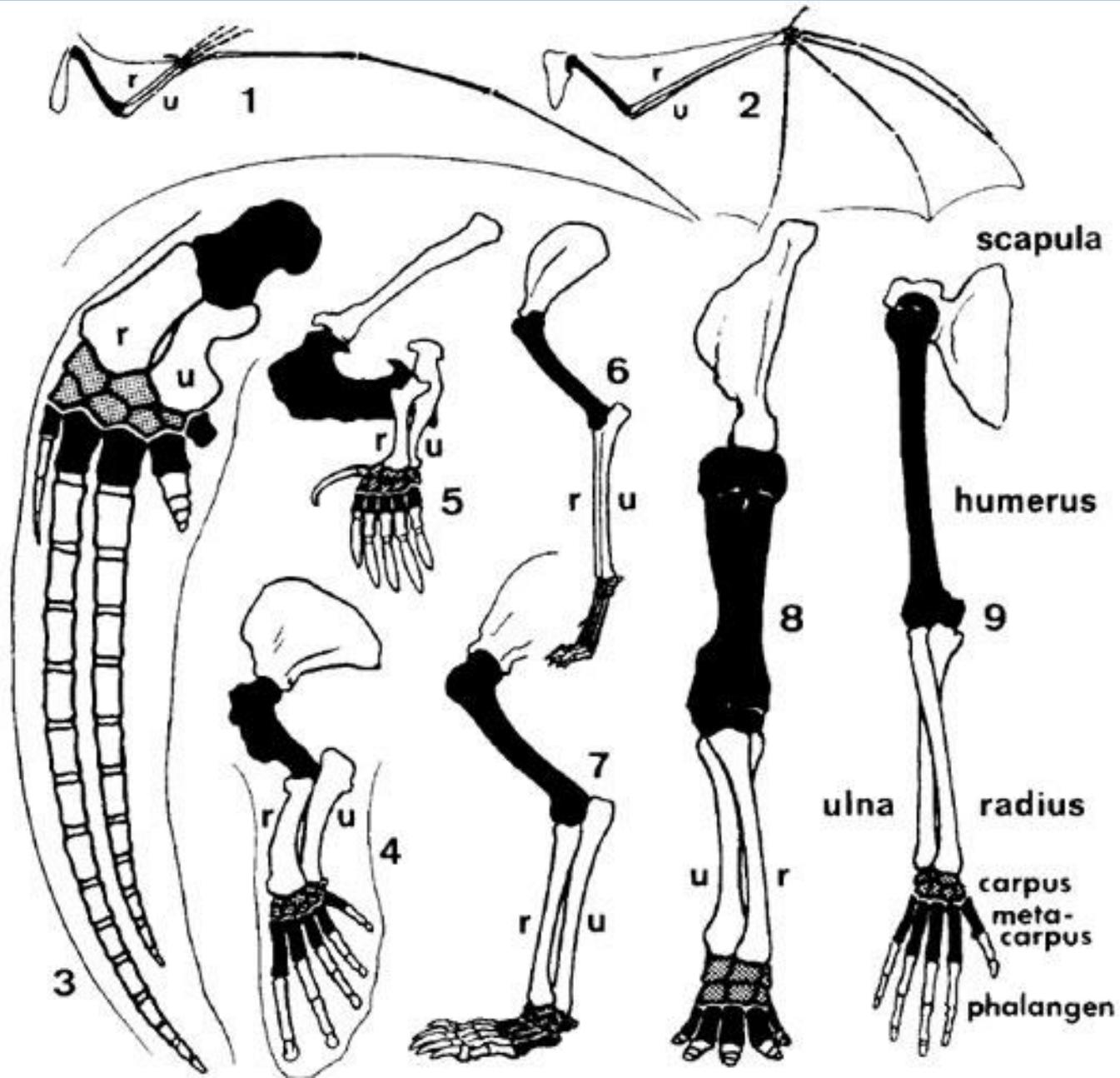
тазовый пояс

плечевой пояс

Филогенез конечностей 3

- с выходом на сушу из лучей плавников появляются **ногообразные конечности**
- количество лучей в процессе эволюции сокращается

ногообразные конечности



Филогенез конечностей

3 стадии:

- 1. перепончатая** (складки низших рыб)
- 2. хрящевая** (плавники хрящевых рыб)
- 3. костная** (плавники костистых рыб и ногообразные конечности)

Онтогенез конечностей

3 стадии:

1. перепончатый скелет закладывается на 3-4 неделе эмбриогенеза в виде 2-х пар выпячиваний мезодермы вблизи переднего (грудные конечности) и заднего (тазовые конечности) концов тела эмбриона - ***почки конечностей***.

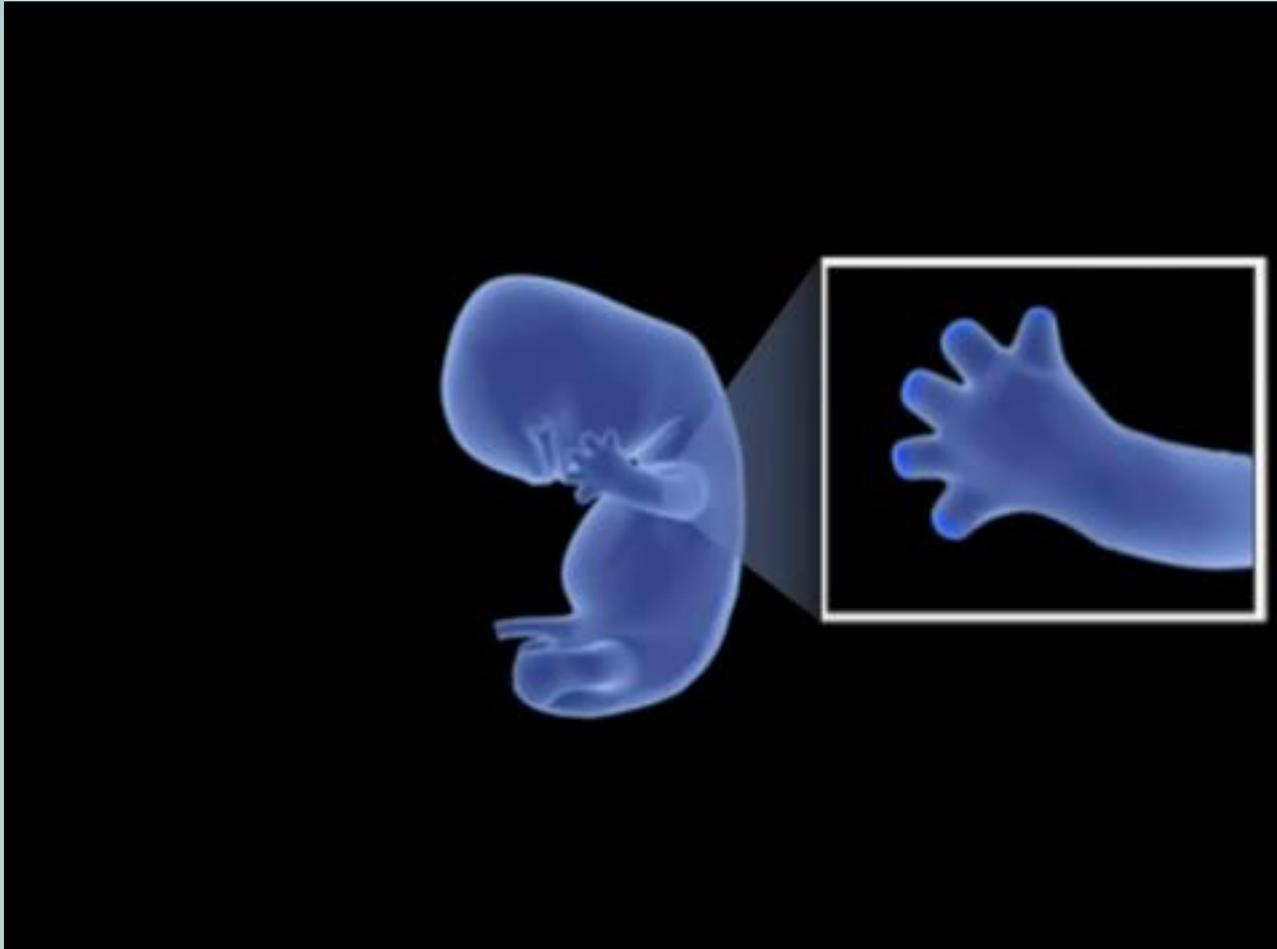
каждая почка делится на 2 части:

- ✓ из проксимальных частей почек - пояса конечностей
- ✓ из дистальных частей почек - 3 звена свободных конечностей

2. на 7-й неделе начинается **хрящевая стадия**

3. на 8-9 неделе - появляются **точки окостенения** в диафизе и эпифизах. Окостенение завершается после рождения у взрослых животных

ОНТОГЕНЕЗ КОНЕЧНОСТЕЙ ЧЕЛОВЕКА (видео)



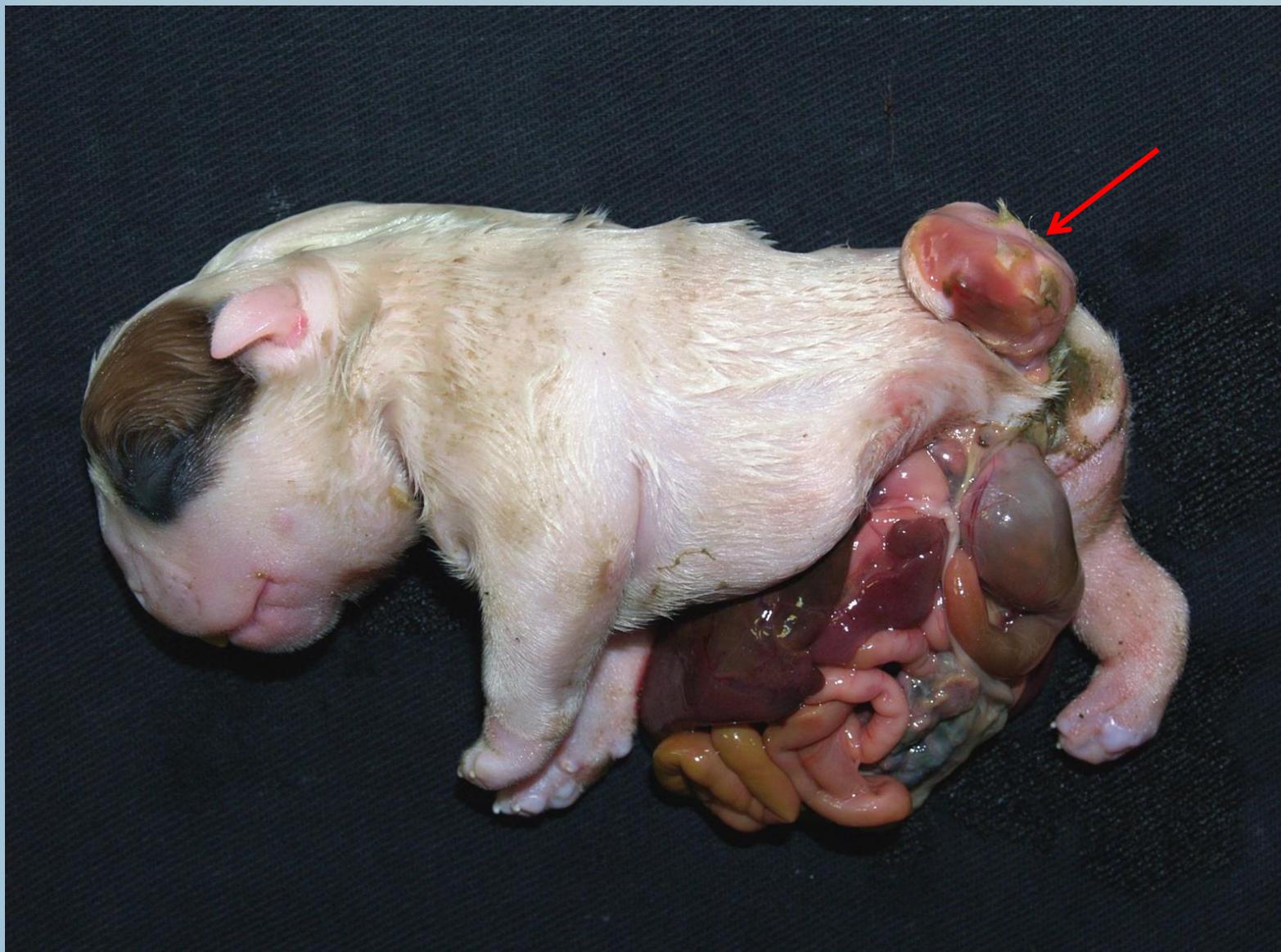
конечности 3-месячного плода теленка



Интенсивный рост скелета конечностей

- 1. у крс** – в первые 3 месяца после рождения, а рост прочности - до 6 месяцев
- 2. у овец и коз** – до 3 месячного возраста, а к 5 месяцам снижается
- 3. у кошек** – до 2 месячного возраста

фокомелия (отсутствие) конечности у щенка бульдога



недоразвитие конечностей у бульдога



недоразвитие грудных конечностей



шестиногий теленок



пятый (лишний) палец на кисти свиньи



недоразвитие пальцев на стопах поросенка



полимелия (лишние конечности) и полидактилия (лишние пальцы) у котенка

