

Лекция 1

Тема: «Остеология»

- 1. Общая характеристика скелета.**
- 2. Строение кости как органа**
- 3. Классификация костей**
- 4. Химический состав и физические свойства костей**
- 5. Развитие и рост костей**

1. Общая характеристика скелета.

Остеология (osteologia) – это раздел анатомии домашних животных, изучающий строение костной системы.

Основу костной системы составляет скелет. **Скелет** (греч. skeletos – высохший) – это соединенные в определенном порядке кости, которые образуют твердый каркас тела животного.

В состав скелета входит более 200 костей, которые соединены между собой при помощи мышечной, соединительной, хрящевой или костной ткани. Масса костей, образующих скелет, составляет у взрослого животного от 7 до 15 % от массы тела и зависит от вида, упитанности, возраста. Например, у овец мясных пород на долю скелета приходится 9 %, а у шерстных – 15 %. У откормленных свиней – 6 %, а у неоткормленных – 9 %. У новорожденных телят симментальской породы – 24,4 %, к возрасту 1,5 лет доля скелета в живой массе снижается до 11 %, а в последствии, у взрослых животных, становится еще ниже – 10 %.

Скелет у животных выполняет ряд функций:

- защищает внутренние органы от механических воздействий;
- служит опорной частью двигательного аппарата животных;
- участвует в минеральном обмене;
- кроветворная.

Последняя функция, как известно, реализуется за счет содержащегося в костях костного мозга. Причем кости являются не просто защитным футляром для костного мозга, но, и являются морфофункционально взаимосвязаны. Так как развитие и деятельность костного мозга отражаются на строении костного вещества, а, в свою очередь, механические факторы сказываются на кроветворной функции. В качестве примера можно привести тот факт, что усиленное движение способствует кроветворению.

Отдельные участки скелета являются ориентирами при клиническом осмотре, снятии промеров животного, а также при анализе рентгенограмм.

Скелет делится на **осевой** и **периферический**. К осевому скелету относят скелет головы (череп- cranium), скелет шеи, туловища и хвоста.

Основной частью скелета шеи, туловища и хвоста является позвоночный столб (columna vertebralis). Позвоночный столб разделяют на 5 отделов: шейный, грудной, поясничный, крестцовый и хвостовой. Шейный отдел состоит из шейных позвонков (v.cervicalis); грудной отдел - из грудных позвонков (v.thoracica), ребер (costa) и грудной кости (sternum); поясничный – из поясничных позвонков (v.lumbalis); крестцовый – из крестцовой кости (os sacrum); хвостовой – из хвостовых позвонков (v.caudalis).

Периферический скелет представлен двумя парами конечностей: грудными и тазовыми. На конечностях различают пояса (грудной и тазовый) и скелет свободных конечностей. Скелет свободных конечностей имеет три звена. Первое звено (stilopodium) имеет один луч (греч. stilos - столбик, podos- нога): на грудной конечности - это плечевая кость, на тазовой - бедренная. Вторые звенья (zeugopodium) представлены двумя лучами (zeugos - пара): на грудной конечности - это лучевая и локтевая кости (кости предплечья), на тазовой - большеберцовая и малоберцовая кости (кости голени). Третьи звенья (autipodium) образуют: на грудной конечности – кисть, на тазовой – стопу. В них различают базиподий (верхний участок - кости запястья и соответственно заплюсны), метаподий (средний - кости пясти и плюсны) и акроподий (самый крайний участок - фаланги пальцев).

2. Строение кости как органа

Основной структурной единицей скелета является *кость* (os), которая состоит из органических и неорганических соединений. К неорганическим соединениям относятся вода (50 %) и соли кальция, фосфора, магния и других элементов (22%). Органические соединения в основном представлены оссеином (12%) и липидами (16%). Специфическое соединение органических и неорганических веществ придает кости упругость, эластичность, прочность и твердость.

Снаружи кость покрыта оболочкой – *надкостницей* (periosteum), в которой различают два слоя: *наружный* и *внутренний*. Наружный, или фиброзный, слой состоит из плотной соединительной ткани с большим количеством коллагеновых волокон. Внутренний слой построен из рыхлой соединительной ткани, в которой встречаются остеобласты, производящие костную ткань, сосуды и нервы. За счет внутреннего слоя происходит рост кости в ширину и ее регенерация (восстановление) после перелома.

За надкостницей следует *компактное вещество* (substantia compacta), построенное из пластинчатой костной ткани, остеоны которой образуют костные перекладины (балки), лежащие плотно друг к другу.

Под компактным веществом располагается *губчатое вещество* (substantia spongiosa), построенное из отдельных тонких костных перекладин, которые располагаются рыхло и образуют ячейки. Внутри кости располагается *костномозговая полость* (cavum medullae), стенки которой изнутри выстланы *эндоостом*. Как и надкостница, *эндоост* (endoosteum) в своем составе имеет остеобласты, за счет которых строится костная ткань.

В ячейках губчатого вещества и костномозговой полости находится *красный костный мозг* (medulla ossium rubra), выполняющий функцию кроветворения. В эмбриогенезе и у новорожденных во всех костях обнаруживается красный костный мозг. С течением времени он превращается в *желтый костный мозг* (medulla ossium flava), так как происходит замещение миелоидной (кроветворной) ткани на жировую и функция гемопоэза (кроветворения) снижается.

И последним структурным элементом кости является *гиалиновый хрящ*, который покрывает суставные поверхности кости.

Анатомические части трубчатой кости:

1. **диафиз** (dia - между, phyo - расту) – тело кости, содержит полость для костного мозга
2. **эпифизы** – утолщенные концы кости (верхний и нижний)

- **выпуклости /апофезы/** (лат. apophysis – вырост) - бугры, бугорки, гребни, отростки (для крепления мышц, связок)
- **углубления** – желоба (проходят сосуды и нервы), ямки, впадины (для крепления связок, мышц)
- **щели, вырезки** (для прохождения сосудов, нервов через кость)
- **отверстия** (для входа сосудов, нервов в кость)
- **шероховатости** (для крепления мышц)

3. Классификация костей

Каждая кость имеет определенную форму, величину, строение и происхождение. В зависимости от этого существует несколько **классификаций** костей.

По форме различают следующие виды костей:

1) длинные кости (os longum) бывают *трубчатыми* (плечевая, бедренная) и *дугообразными* (ребра). Для них характерно преобладание длины над шириной и толщиной. Эти кости играют основную роль в статике и динамике животного;

2) короткие (губчатые) кости (os breve) состоят из губчатого вещества, обычно небольшой величины, их высота, ширина и толщина близки по размеру (кости запястья, заплюсны). Они в основном выполняют рессорную функцию;

3) плоские кости (os planum) имеют большую поверхность при малой толщине и не содержат костномозговых полостей. Обычно они участвуют в образовании стенок полостей тела и защищают внутренние органы (лопатка, седалищная, подвздошная, лонная кости);

4) смешанные кости (os mixtum) имеют сложную форму, совмещая в себе признаки перечисленных выше костей (затылочная, клиновидная, височная кости);

5) пневматические (воздухоносные) кости (os pneumaticum) имеют внутри полости, заполненные воздухом и выстланные изнутри слизистой

оболочкой. Это облегчает их массу, но не уменьшает их прочность (лобная, верхнечелюстная, решетчатая кости);

б) сезамовидные кости (os sesamoideum) – это кости, которые располагаются в сухожилиях мышц и способствуют усилению их деятельности (коленная чашечка, сезамовидные кости первой, третьей фаланг пальцев).

По происхождению различают следующие виды костей:

1) первичные кости – это кости, которые проходят все три стадии развития: *соединительнотканную, хрящевую и костную* (затылочная, клиновидная, плечевая кости, позвонки);

2) вторичные кости – это кости, которые проходят только две стадии развития: *соединительнотканную и костную* (теменная, межтеменная, лобная, чешуя височной кости, сезамовидные кости, хоботковая кость свиньи).

4. Химический состав и физические свойства костей

Химический состав свежей кости

химические соединения %		неорганические соединения %	
вода	50	фосфорнокислый кальций	85
жир	15	углекислый кальций	9
органические соед. (оссеин)	12,5	фтористый кальций	3
оссеина в сухой кости	30-40	фосфорнокислый магний	1,5
неорганические соед.	21,8	хлористый натрий и калий	0,5
неорг. соед. в сухой кости	60-70	другие соединения	1
всего	100%	всего	100%

- основа органической части кости (оссеин) – белок коллаген (фибрилярный белок). Его нить состоит из коллагена, гликопротеида и мукополисахарида.

- межклеточная кристаллическая решетка кости представлена кристаллами гидроксиапатита, который образован солями кальция и фосфора.

Возрастные особенности химического состава высушенных и обезжиренных костей, %

химические соединения	возраст животного		
	молодые	зрелые	старые
органические соединения	50	30	13
неорганические соединения	50	70	87
отношение органических веществ к неорганическим	1:1	1:2,3	1:6,7

Физические свойства кости

элементы	сопротивляемость, кг/мм ²	
	на растяжение	на сжатие
кость	9-12	12-16
костный хрящ	1,5	2,7
реберный хрящ	0,17	1,5

5. Развитие и рост костей

ФИЛОГЕНЕЗ СКЕЛЕТА

В филогенезе позвоночных скелет развивается в двух направлениях: наружный и внутренний.

Наружный скелет выполняет защитную функцию, свойственен низшим позвоночным и располагается на теле в виде чешуи или панциря (черепаха, броненосец). У высших позвоночных наружный скелет исчезает,

но отдельные его элементы остаются, изменяя свое назначение и месторасположение, становятся *покровными костями черепа* и, располагаясь уже под кожей, связаны с внутренним скелетом. *В фило - онтогенезе такие кости проходят только две стадии развития (соединительно-тканную и костную) и называются первичными.*

Внутренний скелет выполняет, в основном, опорную функцию. В ходе развития под воздействием биомеханической нагрузки он постоянно изменяется. Если рассматривать беспозвоночных животных, то у них внутренний скелет имеет вид перегородок, к которым прикрепляются мышцы.

У примитивных *хордовых* животных (ланцетника), наряду с перегородками, появляется ось - хорда (клеточный тяж), одетый соединительнотканными оболочками.

У *хрящевых рыб* (акулы, скаты) уже вокруг хорды сегментально формируются хрящевые дужки, которые в дальнейшем образуют позвонки. Хрящевые позвонки, соединяясь друг с другом, формируют позвоночный столб, вентрально к нему присоединяются ребра. Таким образом, хорда остается в виде пульпозных ядер между телами позвонками. На краниальном конце тела формируется череп и вместе с позвоночным столбом участвует в образовании осевого скелета. В дальнейшем, хрящевой скелет заменяется костным, менее гибким, но более прочным.

У *костистых рыб* осевой скелет построен из более прочной - грубо-волокнуистой костной ткани, которая характеризуется наличием минеральных солей и беспорядочным расположением коллагеновых (оссеиновых) волокон в аморфном компоненте.

С переходом животных к наземному образу жизни, у *амфибий* формируется новая часть скелета - скелет конечностей. В результате этого, у наземных животных формируется, кроме осевого скелета, ещё и периферический (скелет конечностей). У амфибий, так же как у костистых рыб, скелет построен из грубо-волокнуистой костной ткани, но у более

высокоорганизованных наземных животных (*рептилии, птиц и млекопитающих*) скелет уже построен из пластинчатой костной ткани, состоящей из костных пластинок, содержащих коллагеновые (оссеиновые) волокна, расположенные упорядоченно.

Таким образом, внутренний скелет позвоночных животных проходит в филогенезе три стадии развития: соединительно-тканную (перепончатую), хрящевую и костную. Кости внутреннего скелета, проходящие все эти три стадии, называются вторичными (примордиальными).

Развитие первичных костей

3 стадии (прямой остеогистогенез):

1. образование скелетогенного островка – размножение мезенхимных клеток и разрастание сосудов на месте будущей кости.
2. дифференцировка мезенхимных клеток в остеобласты и продукция ими органической матрицы костной ткани (остеоида). Остеобласты постепенно «замуровываются» в межклеточном веществе и превращаются в остециты.
3. кальцификация межклеточного вещества. Под действием ферментов остеобластов (щелочная фосфатаза и др.) образуются кристаллы гидроксиапатита.

Развитие вторичных костей

непрямой остеогистогенез - 4 стадии:

1. **образование хрящевой модели кости** из мезенхимы (на 2-м мес. эмбриогенеза). Она состоит из эмбрионального гиалинового хряща покрытого надхрящницей.
2. **перихондральное окостенение:** в надхрящнице разрастаются кровеносные сосуды и появляются остеобласты, окружающие манжеткой среднюю часть диафиза (*первичный центр окостенения*). Надхрящница перестраивается в надкостницу.

3. эндохондральное окостенение: костная манжетка нарушает питание хряща, он подвергается дистрофии и разрушается остеокластами. На этом месте разрастаются сосуды, появляются остеобласты и образуется костная ткань (*вторичный центр окостенения*).

4. появление центров окостенения в эпифизах (по тому же сценарию)

- хрящевая ткань сохраняется в области между диафизом и эпифизами – **метафизарный хрящ** – зона роста костей в длину.

Рост скелета в эмбриогенезе

- стимулируется движением эмбриона и быстрым развитием костного мозга как основного органа кроветворения.
- во второй половине эмбриогенеза рост массы костей намного больше прироста массы тела.
- вначале интенсивнее растет осевой скелет, затем периферический. После рождения рост осевого скелета обгоняет рост периферического
- окостенение скелета проходит поэтапно

у крупного рогатого скота:

1 этап – до 70дн. (ребра, грудина, позвоночник, лопатки, таз, диафизы костей конечностей).

2 этап – 70 – 165дн. (ослабление развития окостенений).

3 этап – от 165 до 275дн. (окостенение эпифизов, запястья и заплюсны).