

Функциональная характеристика опорно- двигательного аппарата



Органы движения

- Основа реактивности
- Отличают животных от растений

функции:

1. передвижение в пространстве
2. захват и измельчение корма
3. защита и нападение
4. участие в других двигательных актах (дыхании, кроветворении, жевании, мочеиспускании, дефекации, родах)

3 ОСНОВНЫХ ВИДА ДВИЖЕНИЯ:

1. амебовидное

- одноклеточные организмы (амеба) и некоторые клетки в многоклеточных организмах (лейкоциты) - за счет ложноножек (выпячивание цитоплазмы или выросты клеточной оболочки)

3 основных вида движения:

2. ресничное /жгутиковое, мерцательное/

- на поверхности одноклеточных (инфузория) или многоклеточных организмов есть реснички.
- ✓ у животных - мерцательный эпителий в носоглотке, трахее; у спермиев -хвостик

3 ОСНОВНЫХ ВИДА ДВИЖЕНИЯ:

3. МЫШЕЧНОЕ



**аппарат движения включает 2
системы:**

1. скелетная /пассивная/ -

опорная роль - кости, хрящи, связки

**2. мышечная /активная/ - двигательная
роль**

мышцы и их вспомогательные органы

✓ Органы движения составляют до 72% от
массы животного

Остеология (os - КОСТЬ) – наука о КОСТЯХ

- кости соединены в определенном порядке, образуя **скелет** (skeleton – высушенный)
- **эндоскелет** – внутренний (лошадь, человек)
- **экзоскелет** – наружный (черепаха, краб)



КОЛИЧЕСТВО КОСТЕЙ И МАССА СКЕЛЕТА

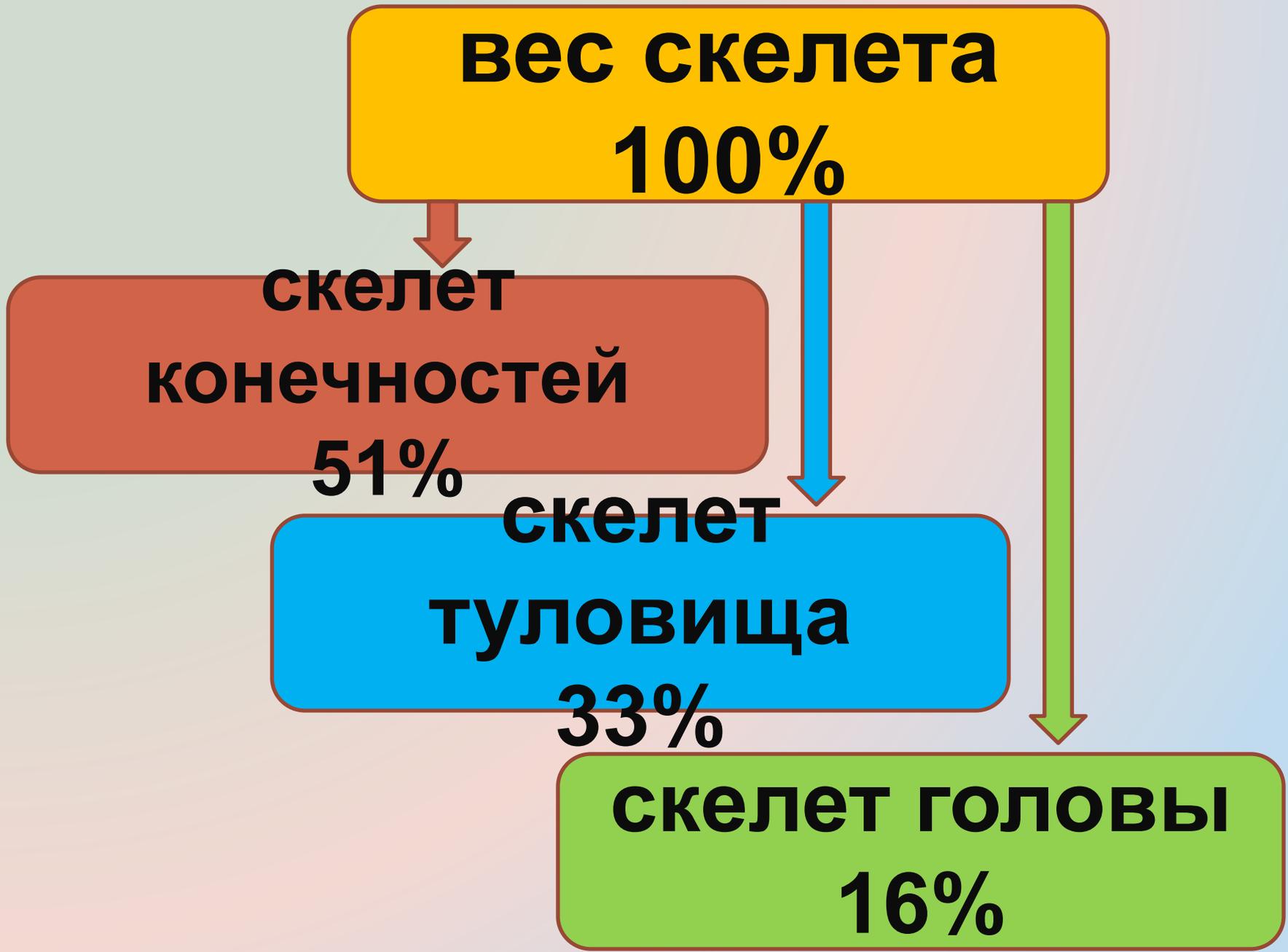
ВИД	КОЛ-ВО КОСТЕЙ	МАССА СКЕЛЕТА ВЗРОСЛЫХ, %	МАССА СКЕЛЕТА НОВОРОЖД, %
ЛОШАДЬ	207-214	13-15	30
КРС	207-209	9-13	25
СВИНЬЯ	281-288	5-9	18
СОБАКА	271-282	10	16
ЧЕЛОВЕК	218-220	14-20	

вес скелета
100%

скелет
конечностей
51%

скелет
туловища
33%

скелет головы
16%



скелет подразделяется:

1. осевой :

- 1) череп:** лицевой и мозговой отделы
- 2) позвоночный столб:** шейный, грудной, поясничный, крестцовый, хвостовой отделы

2. периферический:

- 1) скелет поясов:** плечевой (лопатка) и тазовый (кости таза)
- 2) скелет свободных конечностей:** грудные и тазовые

Скелет лошади

отделы позвоночного столба

чере
п

шейны

й
грудно
й

поясничны
й

крестцовы
й

й
хвостов
ой

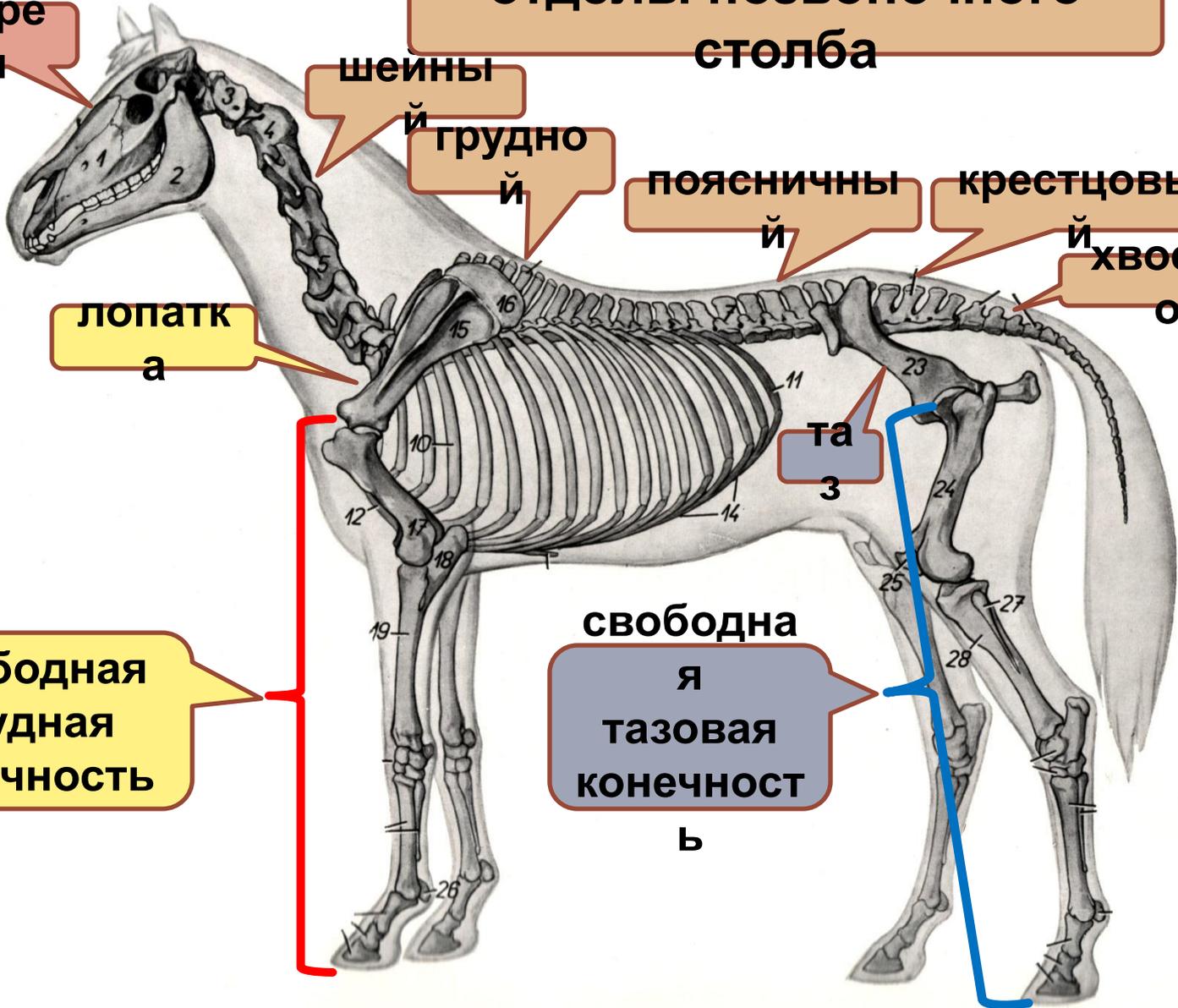
лопатк
а

та
з

свободная
грудная
конечность

свободная
тазовая
конечность

ь



функции скелета

Механическая:

1. **опорная** (поддержание тела, опора для мягких тканей и внутренних органов)
2. **рычаги** для работы скелетной мускулатуры
3. **защитная** (важные органы под защитой костей – мозг, сердце)

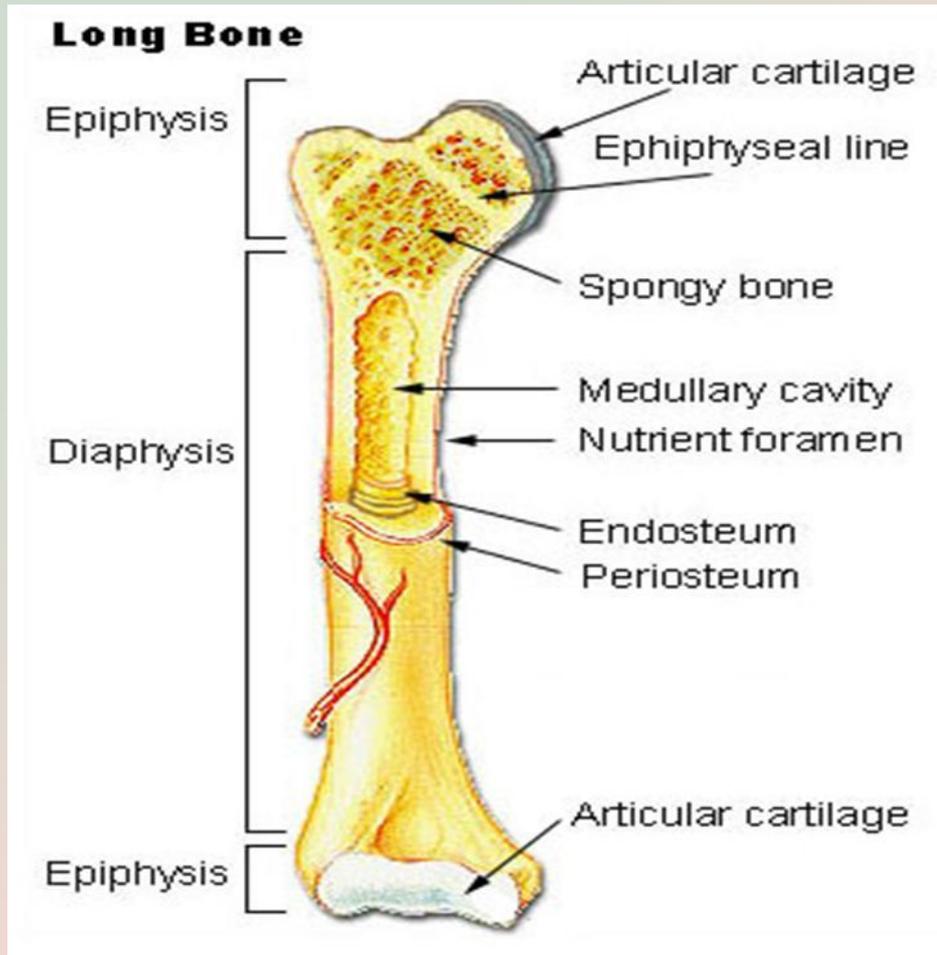
Биологическая:

1. кроветворение (в костях содержится костный мозг)
2. депо минеральных веществ

Костные ориентиры для врачей

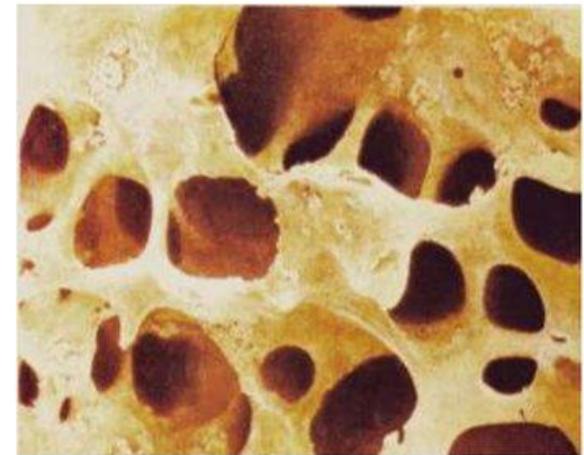
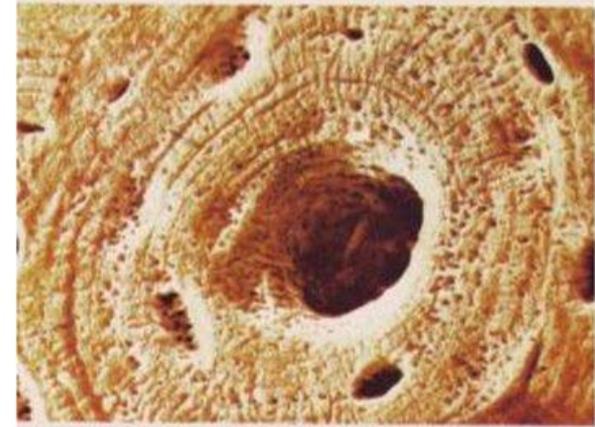
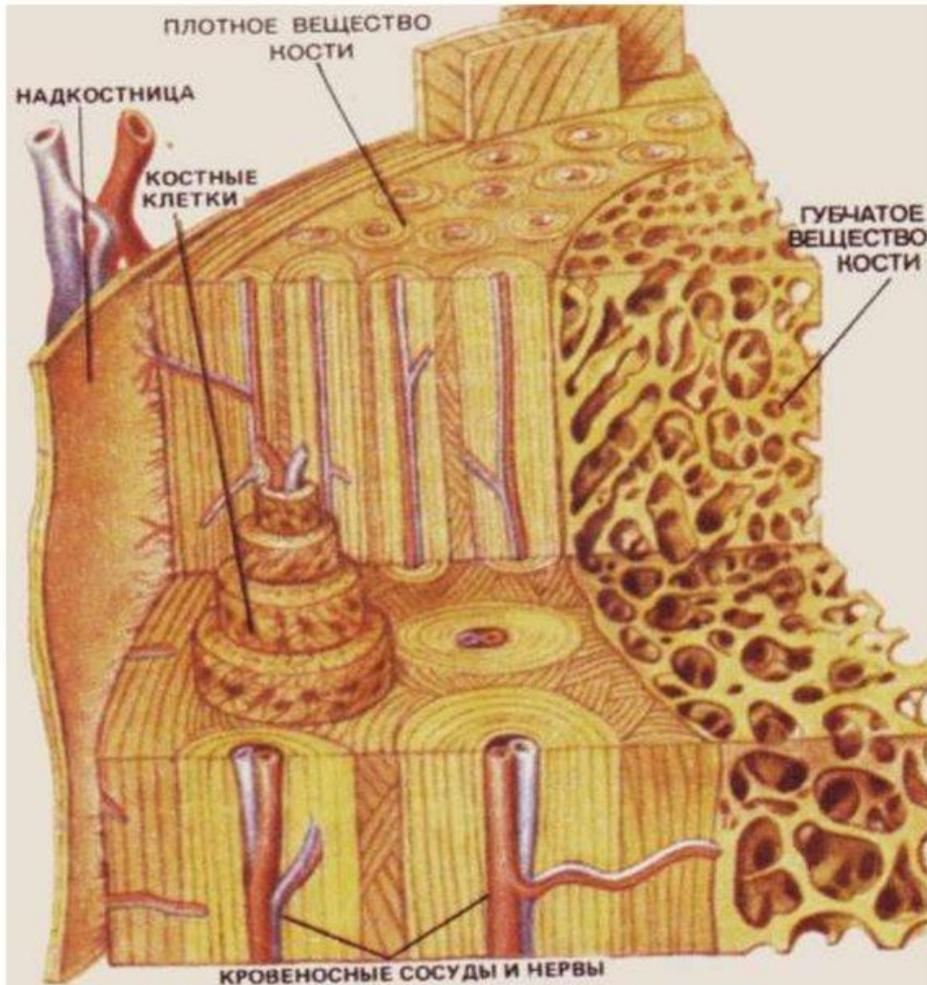
- ✓ **скелетотопия** – расположение органов по отношению к частям скелета

В понятие «кость как органа входят»:

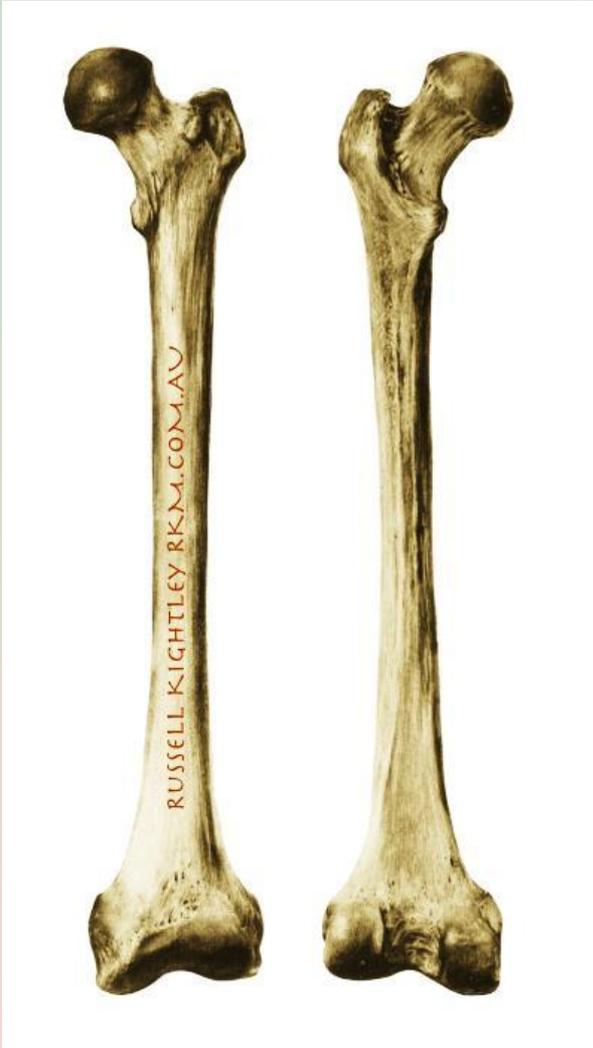


- КОСТНАЯ ТКАНЬ,
- КОСТНЫЙ МОЗГ,
- НАДКОСТНИЦА,
- ЭНДОСТ,
- СУСТАВНОЙ ХРЯЩ,
- СОСУДЫ И НЕРВЫ.

Микроскопическое строение кости



Кости состоят из:



- 50% H₂O
- 1/3 из органического вещества
- 10% из гликогена и жира
- Белка (оссеина)
- 2/3 из минеральных веществ (Ca, P)

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** – борозды (проходят сосуды и нервы), ямки (для крепления связок, мышц)
 - **отверстия** (для входа сосудов, нервов в кость)
 - **бугристости** (для крепления мышц)



трубчатая кость

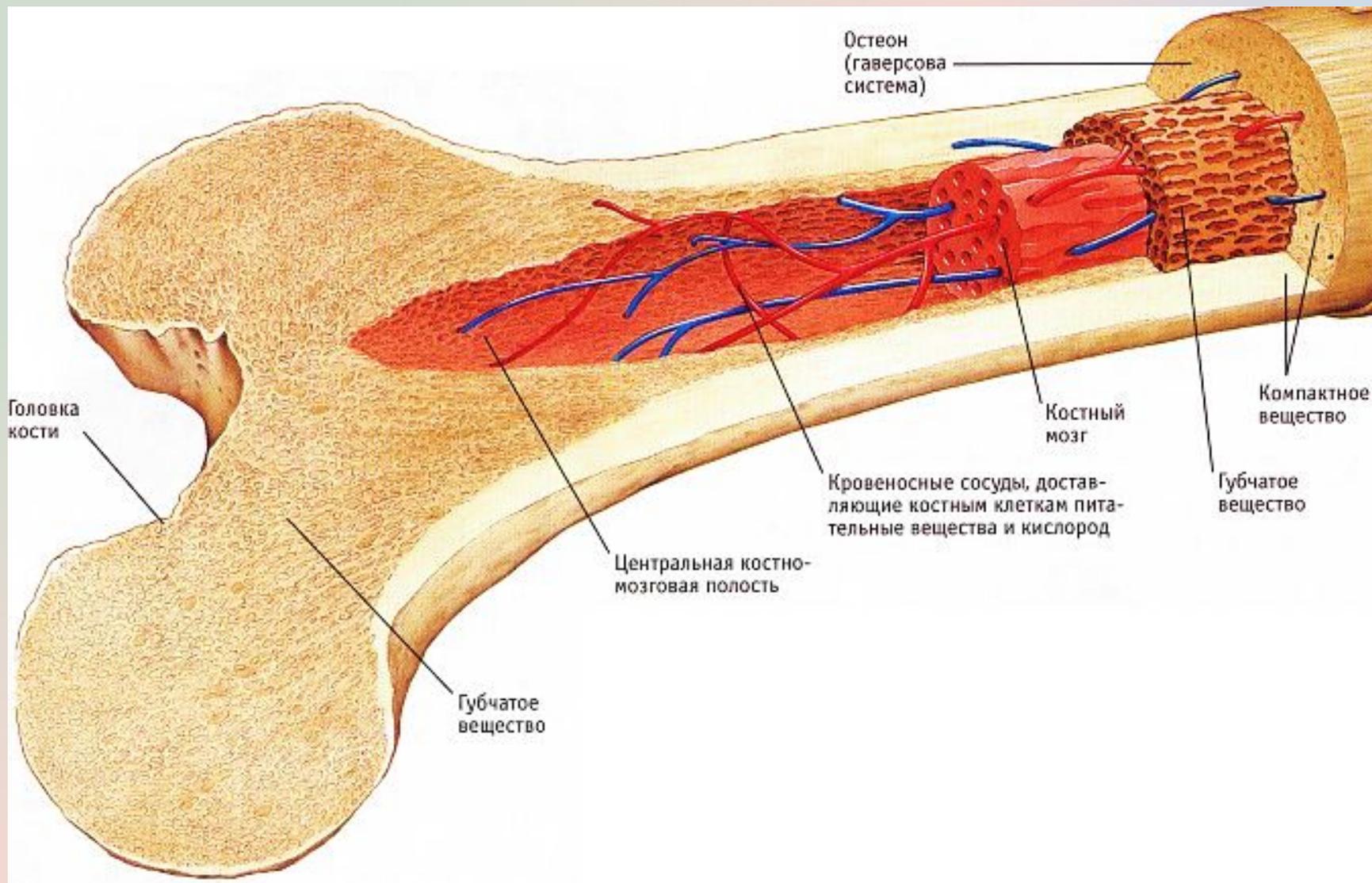
диафиз



верхний
эпифиз

нижний
эпифиз

строение трубчатой кости



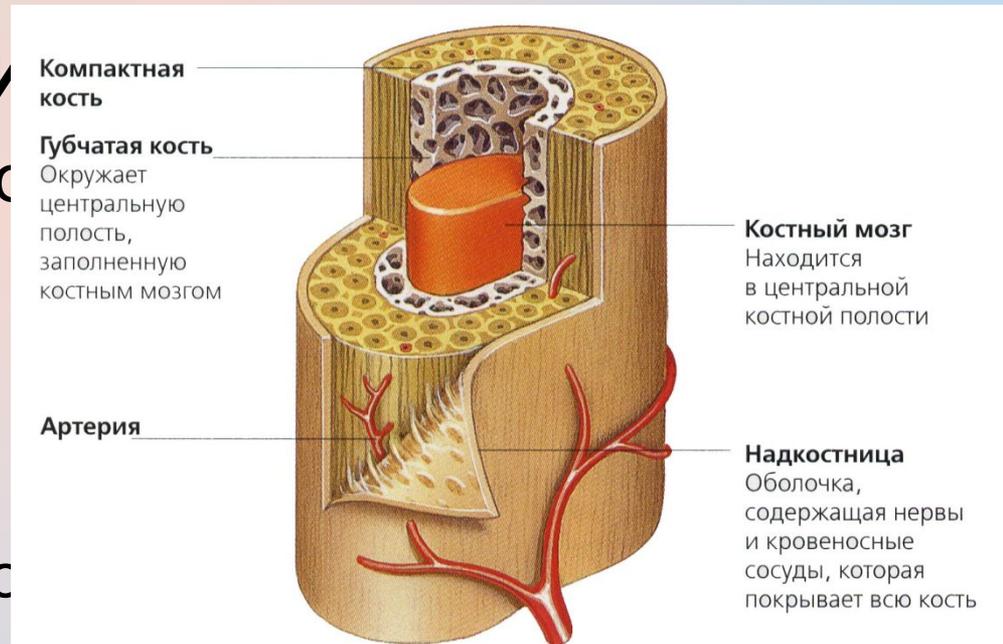
надкостница (periosteum)

состоит из двух слоев:

1. **наружный /волоконистый/ stratum fibrosum**
— из плотной соединительной ткани, много сосудов (розовый цвет кости) и нервов (высокая чувствительность кости), толстый в местах крепления мышц и связок

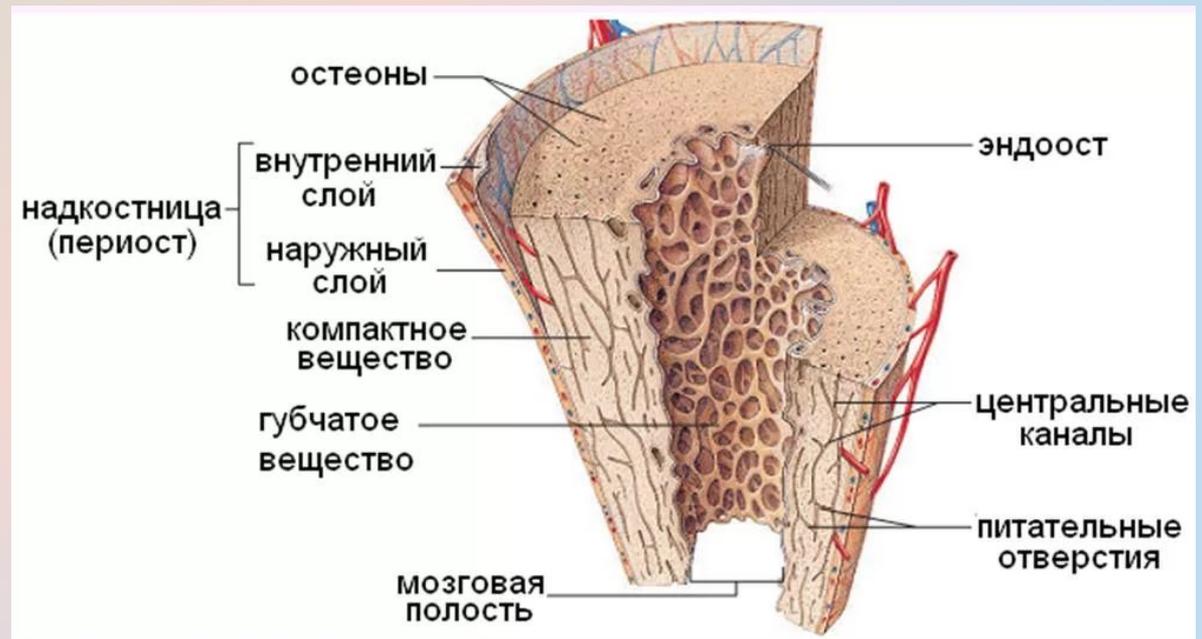
2. **внутренний /камбиальный/ stratum cambiale** - из рыхлой соединительной ткани, много остеогенных клеток

(у молодых животных остеогенные клетки лежат по всей поверхности камбиального слоя, а у старых



надкостница (периост)

- ✓ покрывает снаружи всю кость, кроме зон суставного хряща
- ✓ прочно сращена с костным веществом **прободающими волокнами**
- ✓



функции надкостницы:

1. **опорно-механическая** — связывает компактное вещество кости с окружающими тканями
2. **трофическая** — содержит кровеносные сосуды, которые прободают кость, разветвляясь в ней по *фолькмановым каналам*, и питают ее.
3. **регенераторная** — в камбиальном слое есть остеогенные клетки /трансформируются в *остеобласты* и синтезируют костное вещество/ и остеокласты /разрушают костную ткань/
4. **рост кости в толщину** — *аппозиционный* рост /за счет остеобластов/

ОСНОВНОЕ ВЕЩЕСТВО КОСТИ

(пластинчатая костная ткань):

1) компактное костное вещество (substantia compacta) – прилегает к надкостнице изнутри

СОСТОИТ:

a) слой наружных окружающих пластин (лежат параллельно друг другу, охватывая диафиз по окружности), между пластинами - остециты

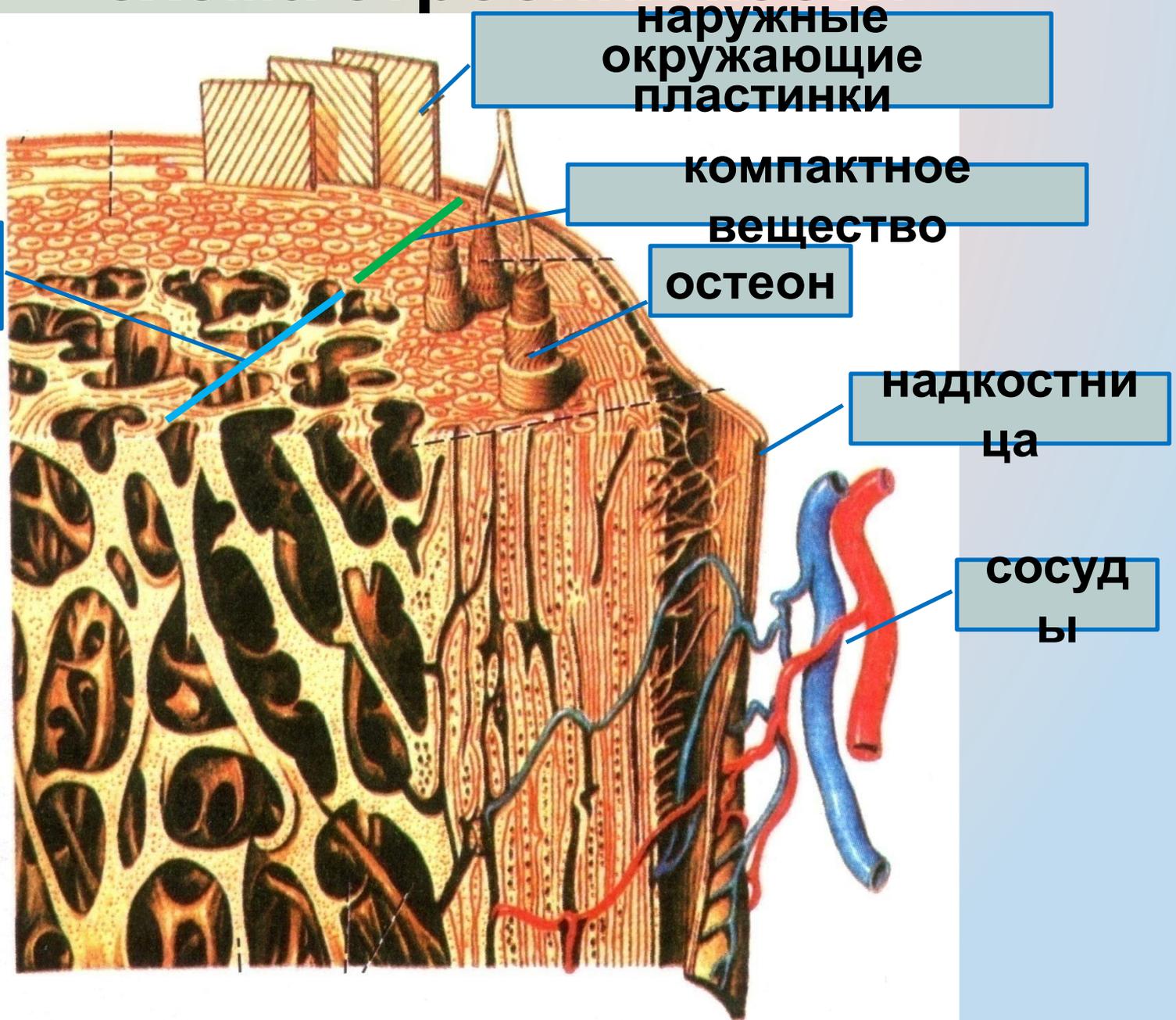
b) остеонный слой – из остеонов и вставочных пластин (остатки остеонов)

c) слой внутренних окружающих пластин

2) губчатое костное вещество (substantia spongiosa) – из перекладин, образующих ячейки, в которых расположен костный мозг

✓ **ЭНДОСТ** (внутренняя надкостница) – выстилает кость изнутри

схема строения кости



наружные
окружающие
пластинки

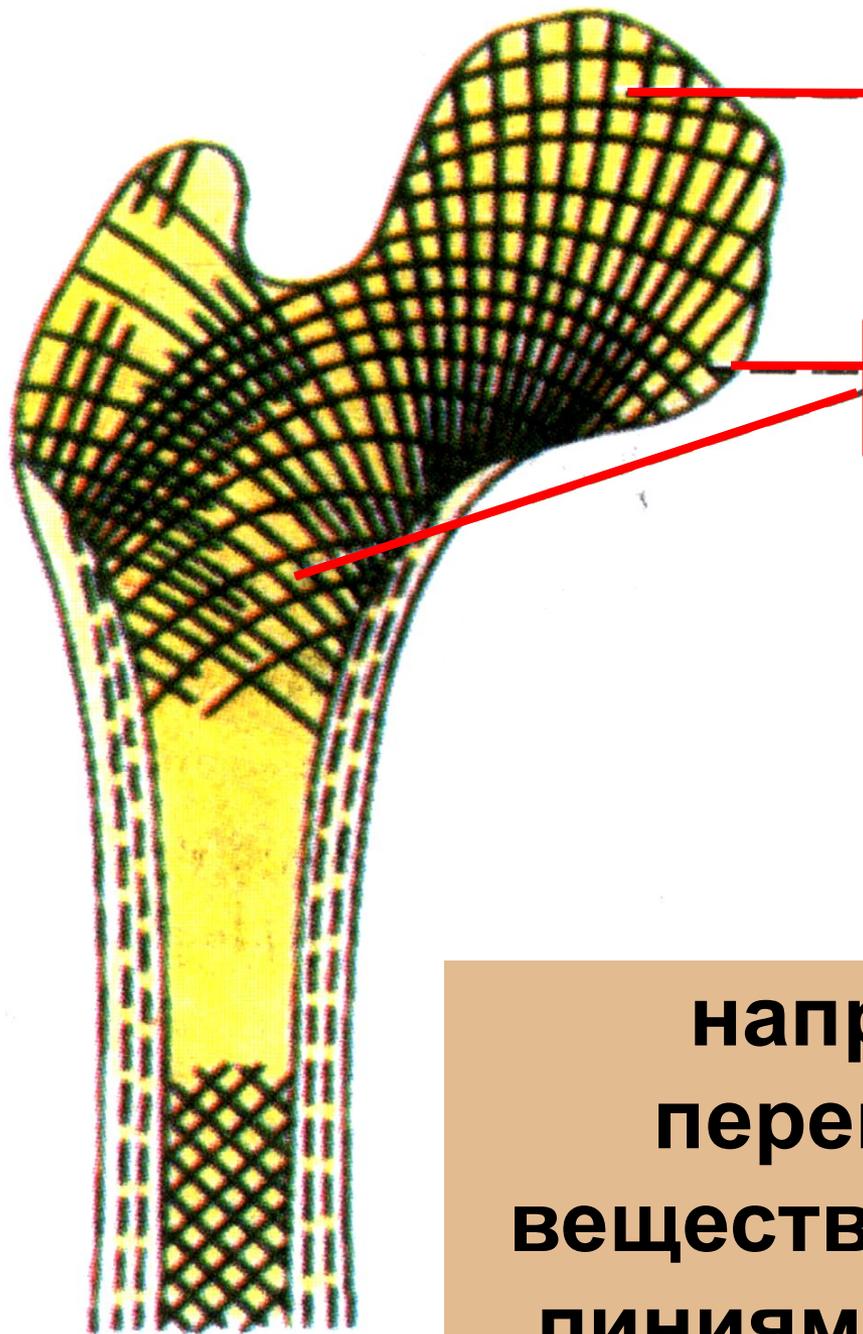
компактное
вещество

остеон

надкостни
ца

сосуд
ы

губчатое
веществ
о



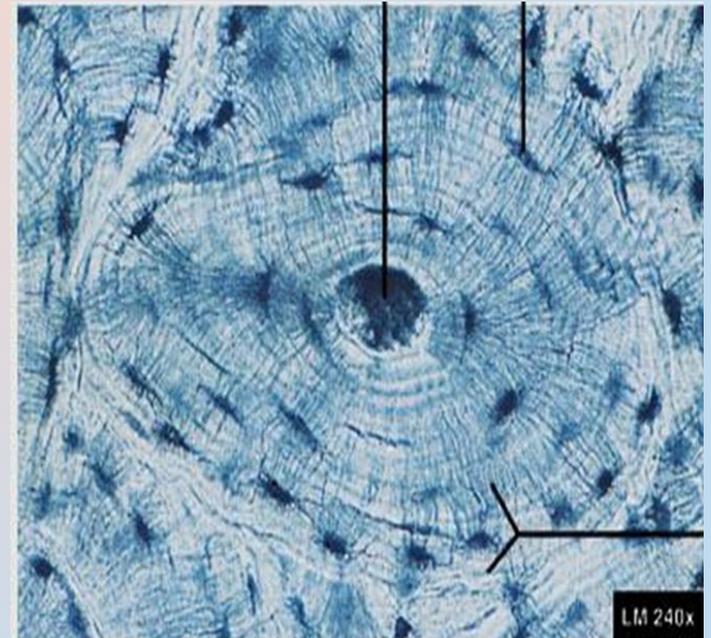
**линии сжатия
(давления)**

**линии
растяжения**

**направление костных
перекладин в губчатом
веществе кости соответствует
линиям сжатия и растяжения**

Остеон

- **структурная единица пластинчатой костной ткани** (длина 2см, диаметр - 0,3-0,4мм),
- образован 4-20 цилиндрическими пластинками (трубками), между пластинками в лакунах (полостях) замурованы остеоциты /контактируют между собой подвижными отростками, лежащими в канальцах/
- *гаверсов (сосудистый) канал* - в центре остеона



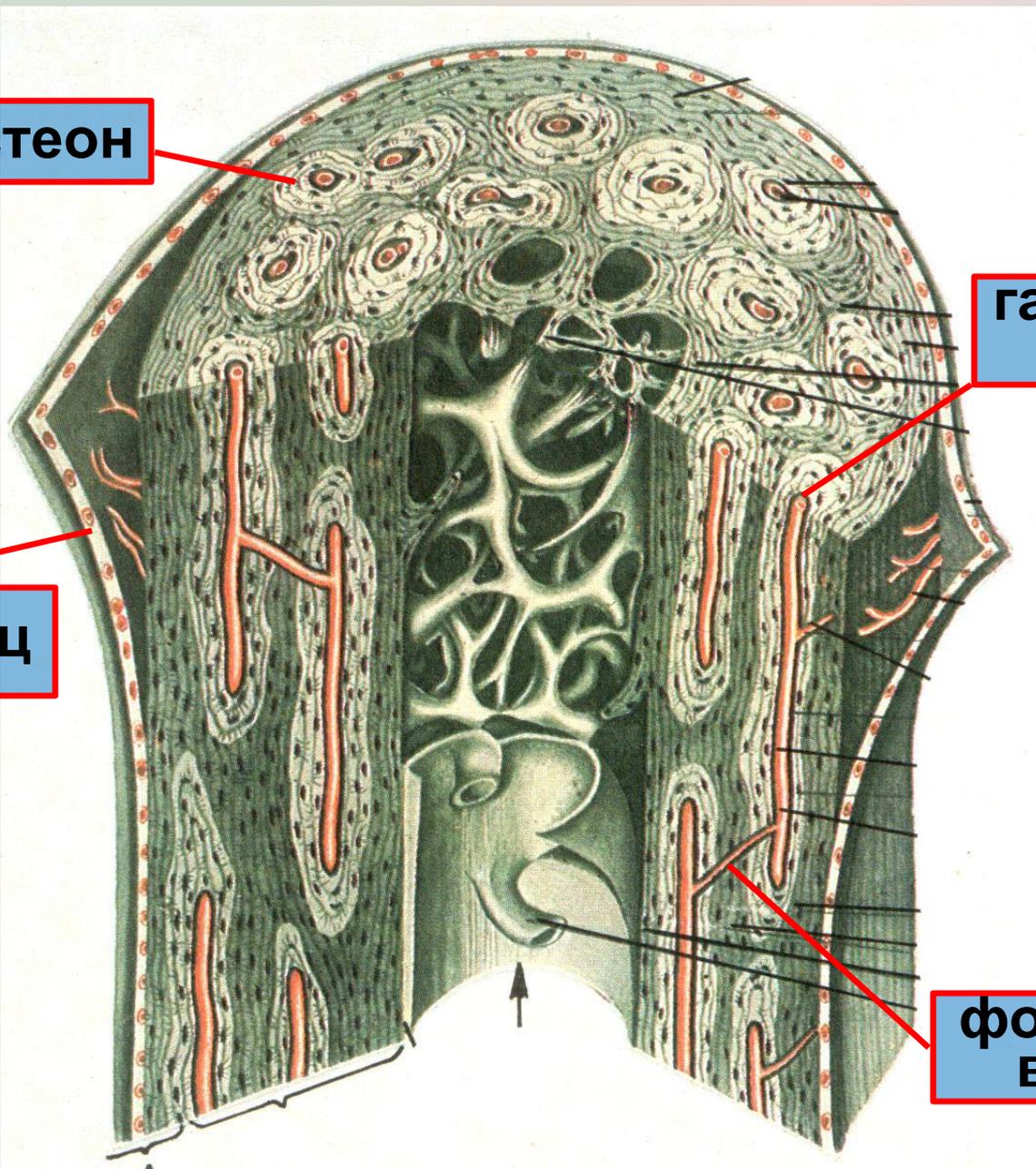
распределение сосудов в кости

остеон

гаверсов канал

сосуды надкостницы

фолькманов канал



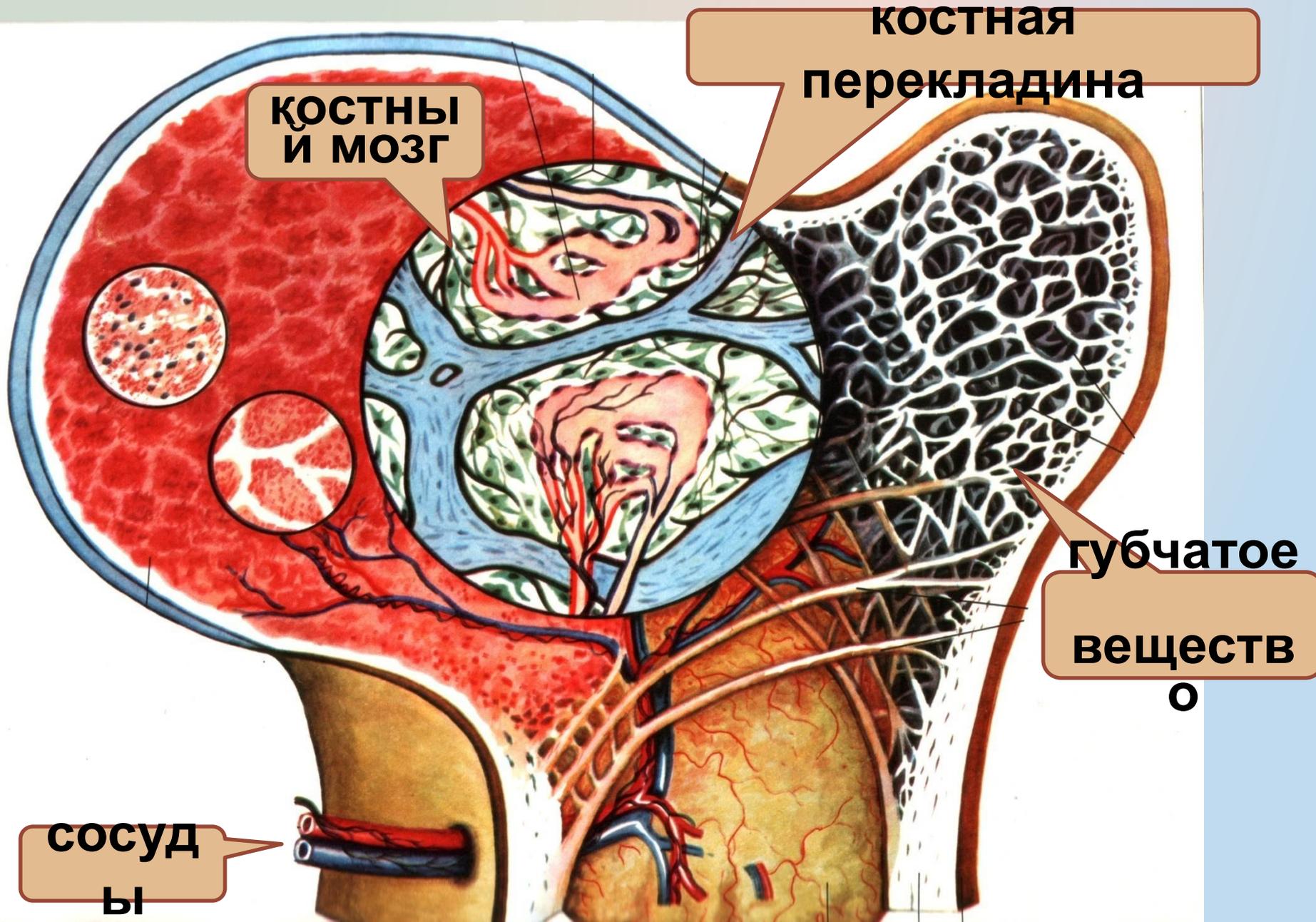
общие принципы организации костей (по Лесгафту):

1. губчатое вещество образуется в местах наибольшего сжатия или натяжения
2. развитие костной ткани зависит от деятельности связанных с данной костью мышц
3. трубчатое и арочное строение обеспечивает наибольшую прочность при минимальной затрате костного материала
4. внешняя форма костей зависит от давления на них окружающих тканей и органов (мышц) и меняется при уменьшении и увеличении давления
5. перестройка формы костей происходит под влиянием внешних воздействий на кость

КОСТНЫЙ МОЗГ (*medulla osseum*)

- центральный орган иммунной системы, орган кроветворения
- содержит стволовые иммунокомпетентные клетки и клетки крови
- лежит в костномозговом канале трубчатых костей и ячейках губчатого вещества
- с возрастом красный костный мозг подвергается жировой дистрофии и переходит в желтый костный мозг.
- у молодняка соотношение красного костного мозга к желтому 9:1, у взрослых 1:1
- масса костного мозга - 45% от массы костей

КОСТНЫЙ МОЗГ



КОСТНЫЙ
И МОЗГ

КОСТНАЯ
перекладина

губчатое
вещество

СОСУД
Ы

О

суставной хрящ (cartilago articularis)

- покрывает суставные поверхности костей
- прочно срастается с подлежащей костью
- гладкая поверхность обеспечивает скольжение костей в суставе
- упругость хряща амортизирует удары при движении

сосуды костей

- проникают в кость из окружающих мягких тканей и образуют **2 сосудистые сети**:
 1. **поверхностную** - в надкостнице
 2. **глубокую** - в костном мозге
- ветвятся по фолькмановым каналам и сообщаются с гаверсовыми каналами
- сосудистые отверстия сконцентрированы вблизи эпифизов (25-30/1см²)
- крупное сосудистое отверстие на диафизе - для прохождения сосудов в полость кости

По морфофункциональным признакам:

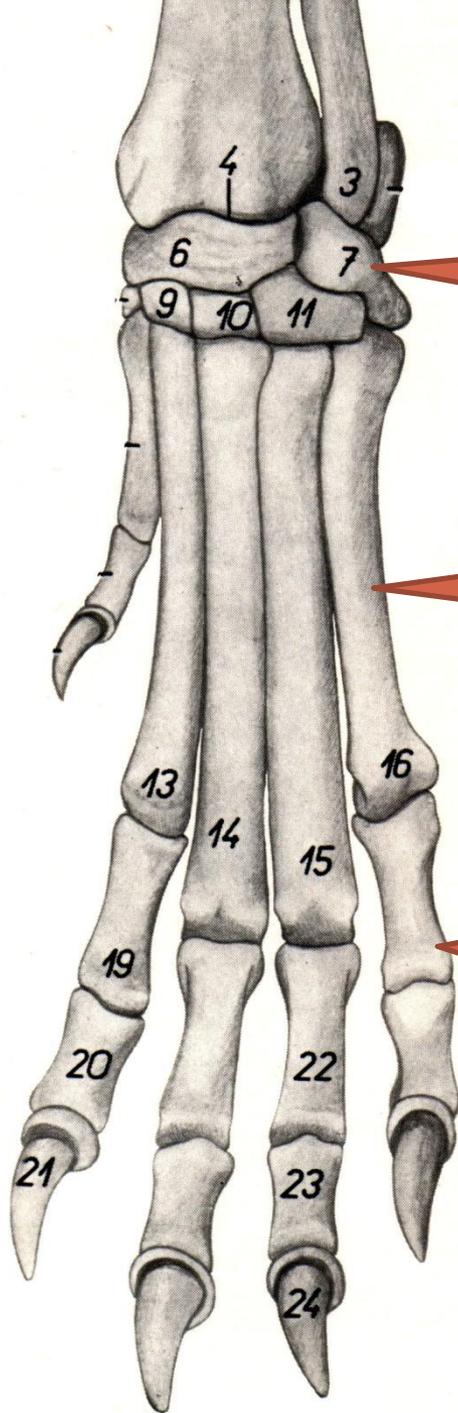
1. **Длинные** /длина больше ширины и толщины/:
 - а) **дугообразные** - ребра
 - б) **трубчатые** – бедро, плечо, голень, предплечье
- ✓ диафиз - из компактного вещества, внутри - костномозговая полость
- ✓ эпифизы - из губчатого вещества, снаружи покрыты тонкой пластиной компактного вещества

трубчатые кости бывают:

- 1) длинные (плечевая, бедренная)
- 2) короткие (фаланги пальцев, кости пясти, плюсны)

По морфофункциональным признакам:

2. ***Короткие (губчатые)*** - состоят из губчатого вещества, покрытого тонким слоем компактного вещества (как эпифизы)
- ✓ имеют форму неправильного куба или многогранника
 - ✓ расположены в местах, где большая нагрузка сочетается с большой подвижностью (запястье, заплюсна) и сравнимы с шарикоподшипниками



**кости запястья
(короткие / губчатые /
кости)**

**кости пясти
(короткие трубчатые
кости)**

**кости фаланг пальцев
(короткие трубчатые
кости)**

По морфофункциональным признакам:

- 3. Плоские** - участвуют в образовании полостей, поясов конечностей, выполняют функцию защиты (кости крыши черепа, тазовые кости, лопатка). К их обширным поверхностям крепятся мышцы
- 4. Смешанные** - имеют сложную форму, состоят из нескольких частей, имеющих различное строение (позвонки)
- 5. Воздухоносные** - имеют полости (пазухи), выстланные слизистой оболочкой и заполненные воздухом (лобная, клиновидная, решетчатая, верхнечелюстная кости)



**лопатка (плоская
кость)**

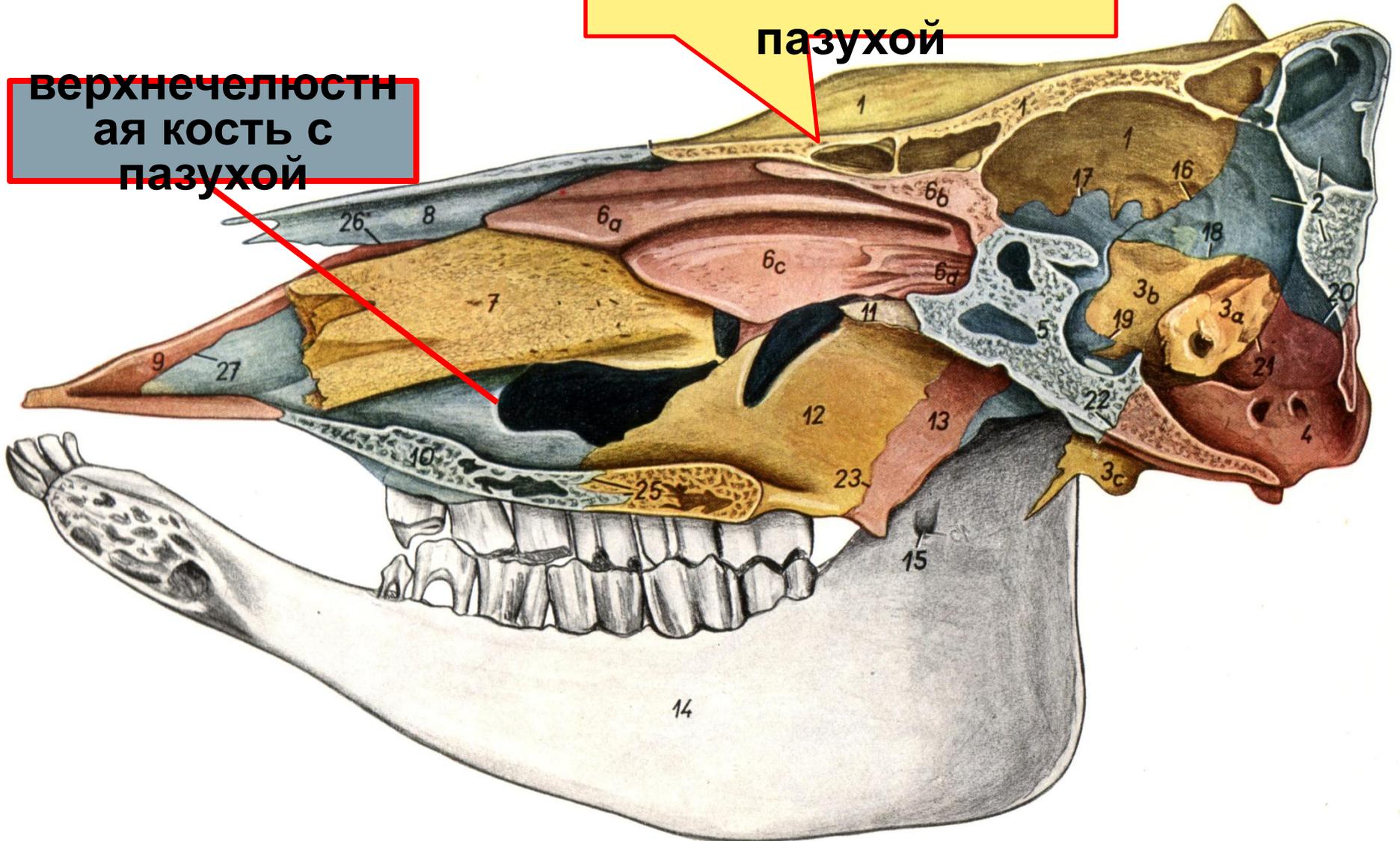
**плечевая кость
(длинная трубчатая
кость)**

**кости предплечья
(длинные трубчатые
кости)**

плоские и воздухоносные кости черепа

лобная кость с
пазухой

верхнечелюстная
кость с
пазухой



По происхождению :

- 1. Первичные** – из соединительной ткани сразу образуется кость (покровные кости черепа: теменная, верхнечелюстная, лобная и др.)
- 2. Вторичные** – из соединительной ткани сначала формируется хрящевая модель кости, а затем - кость (кости туловища и конечностей)

По топографии:

1. Кости осевого скелета:

- а) кости черепа
- б) кости шеи, туловища, хвоста

2. Кости периферического скелета:

- а) кости грудной конечности
- б) кости тазовой конечности

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 остеоциты
3. кальцификация межклеточного вещества. Под действием ферментов остеобластов (щелочная фосфатаза и др.) образуются кристаллы гидроксиапатита

развитие вторичных костей

непрямой остеогистогенез - 4 стадии:

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

развитие вторичных костей

В. 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*)

Г. 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



рост скелета в эмбриогенезе

- стимулируется движением эмбриона и быстрым развитием костного мозга как основного органа кроветворения
- 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)

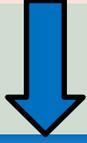
2 этап – 70 – 165дн. (ослабление развития окостенений)

3 этап – от 165 до 275дн. (окостенение эпифизов,

зоны окостенения скелета эмбриона КОСУЛИ



рост костей



В ТОЛЩИНУ



**за счет
камбиального
слоя надкостницы
– аппозиционный
рост** (зависит от

физических нагрузок)



В ДЛИНУ

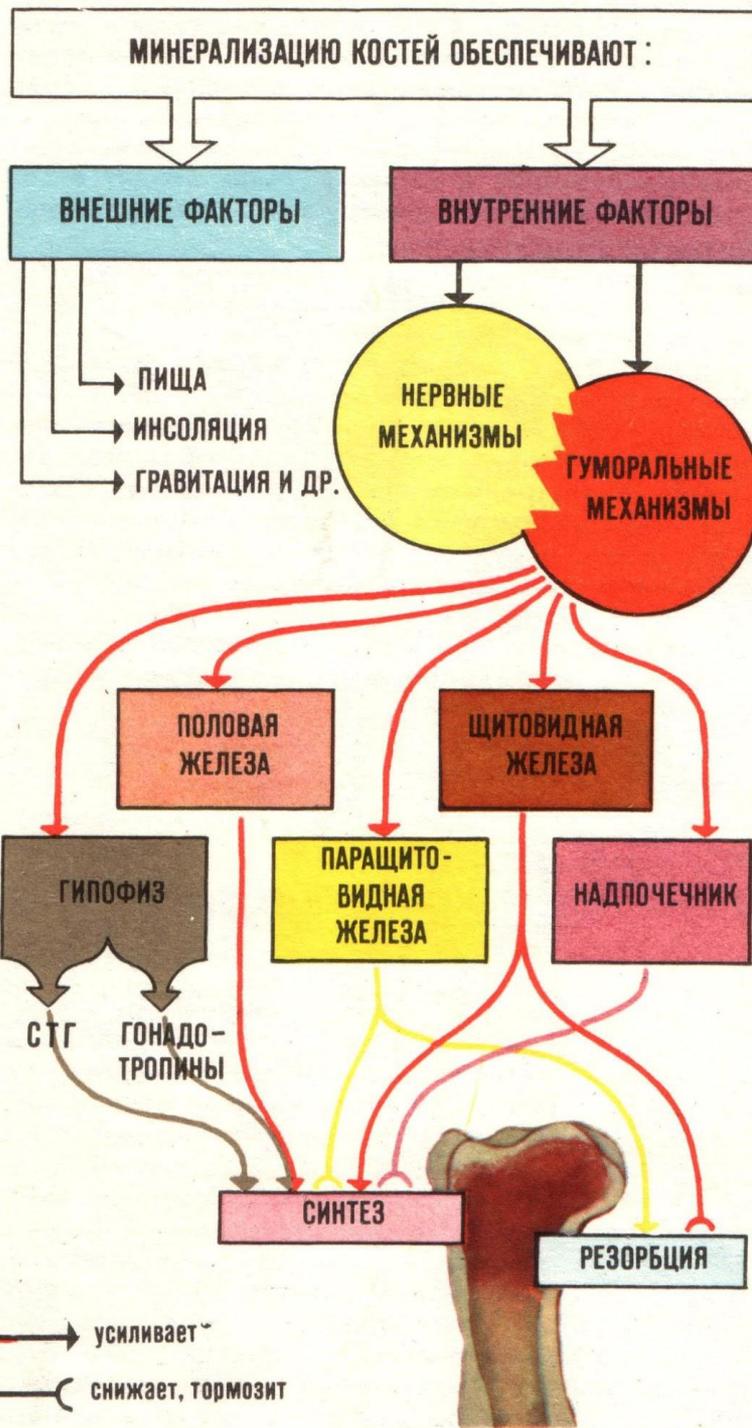


**за счет зоны
метафизарного
хряща** (до полового
созревания)

перестройка кости длится в течение всей жизни и основана на пьезоэлектрическом эффекте в костной ткани

сроки зрелости

ВИД	половая зрелость	физиологическая зрелость	зрелость скелета
лошадь	1,5	3 года	4,5-5 лет
круп. рог. скот	8-12	1,5-2 года	4-4,5 года
мелк. рог. скот	7-8	1-1,5 года	3-3,5 года
свинья	5-8	9-12 мес.	3-3,5 года
собака, кошка	4-8	10-12 мес.	1,5-2 года
кролик	4-5	6-8 мес.	1 год
	12-15 (жен)	16-20 (жен)	17-21 (жен)



внешние факторы:

1. кормление

- недостаток **вит. С** – уменьшается образование коллагеновых волокон, угнетение остеобластов - останавливается рост кости из-за торможения образования органической матрицы.
- недостаток **вит. А** – тормозится синтез мукополисахаридов, кости утолщаются, нарушается минерализация;
избыток – усиливается разрушение остеокластами метафизарных хрящей, замедляется удлинение костей, уменьшается прочность
- недостаток **вит. Д** – нарушается всасывание и использование кальция и фосфора, недостаточная минерализация костей ведет к

рахит у щенка английского бульдога



внешние факторы:

1. кормление

- **Стронций** – способствуют обызвествлению. Стронций вытесняет из кости кальций, но сам его не замещает, что увеличивает пористость кости (остеопороз)
- **Цинк** – регулирует процессы декальцинации
- **Марганец, кобальт** – повышают минерализацию кости
- **Медь** – входит в состав ферментов, активизирующих обменные процессы в кости
- **Кальций и фосфор** - при недостатке замедляется или прекращается минерализация кости

внешние факторы:

2. физическая нагрузка

- систематическое увеличение физической нагрузки ведет увеличивает массу скелета от 10 до 50% вследствие высокой минерализации
- физические нагрузки в молодом возрасте вызывают интенсивный аппозиционный рост кости (в толщину)
- отсутствие физических нагрузок ведет к резорбции (рассасыванию) костной ткани и увеличению пористости кости

внутренние факторы:

1. гормоны:

- **паращитовидных желез - паратгормон** – стимулирует остеокласты – резорбция кости – повышение уровня кальция в крови, подавляет остеобласты
- **щитовидной железы - тиреокальцитонин** – тормозит остеокласты, стимулирует остеобласты, усиливает остеогенез
- **щитовидной железы - тироксин** – у молодых ускоряет образование и созревание костной ткани, у старых – резорбция кости
- **гипофиза - гормон роста = соматотропин** – стимулирует рост кости, подавляя ее минерализацию
- **половые** - стимулируют остеобласты, подавляют остеокласты, способствуют росту кости в длину. Резкое повышение их содержания ведет к минерализации метафизов и низкорослости (раннее половое созревание). При гипогонадизме – гигантизм
- **коры надпочечников – кортизол** – снижает синтез коллагена, способствует развитию остеопороза

Благодарю за внимание!