

# **Лекция 3**

## **Органы движения /опорно-двигательный аппарат/**

- 1. Характеристика скелета**
- 2. Строение кости как органа**
- 3. Классификация костей**
- 4. Химический состав и физические свойства костей**
- 5. Развитие и рост костей, факторы, влияющие на них**

# 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 дыхании, кроветворении, жевании, мочеиспускании, дефекации, родах

# **3 основных вида движения:**

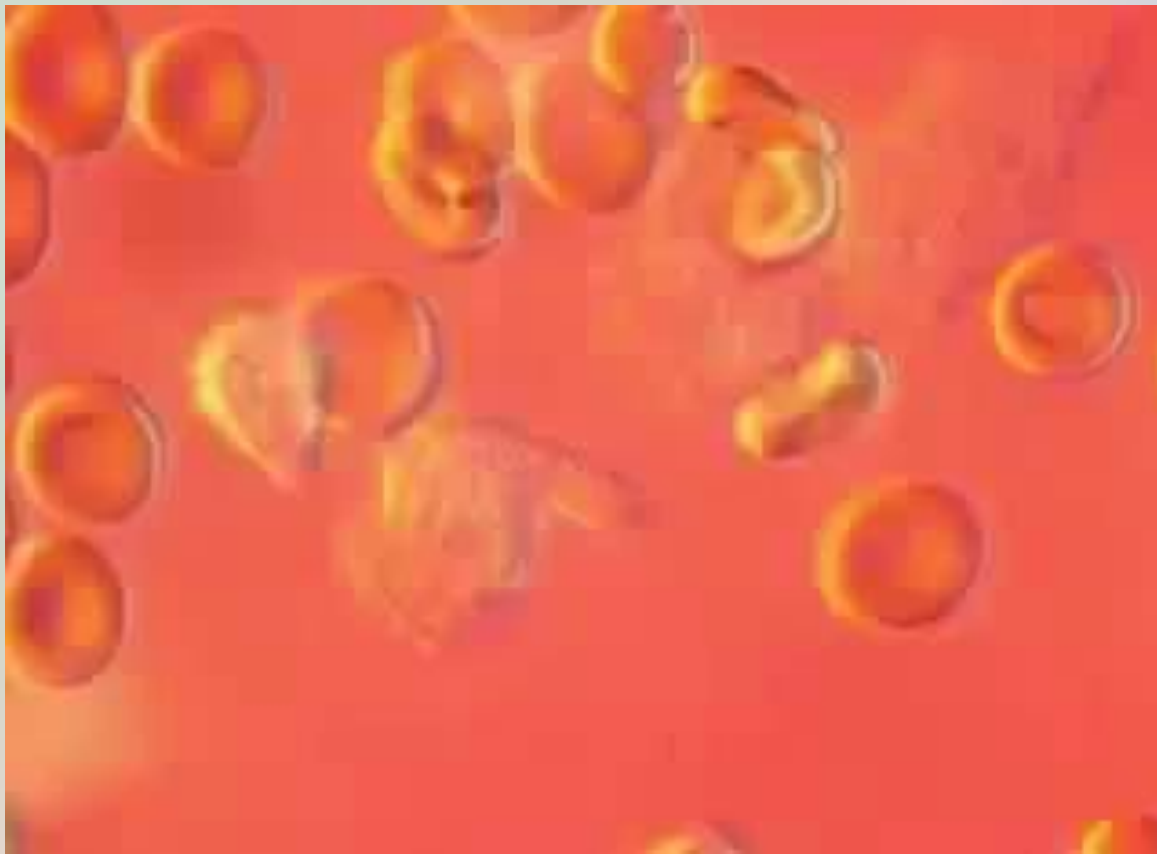
## **1. амебовидное**

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

# движение амебы



# движение лейкоцитов



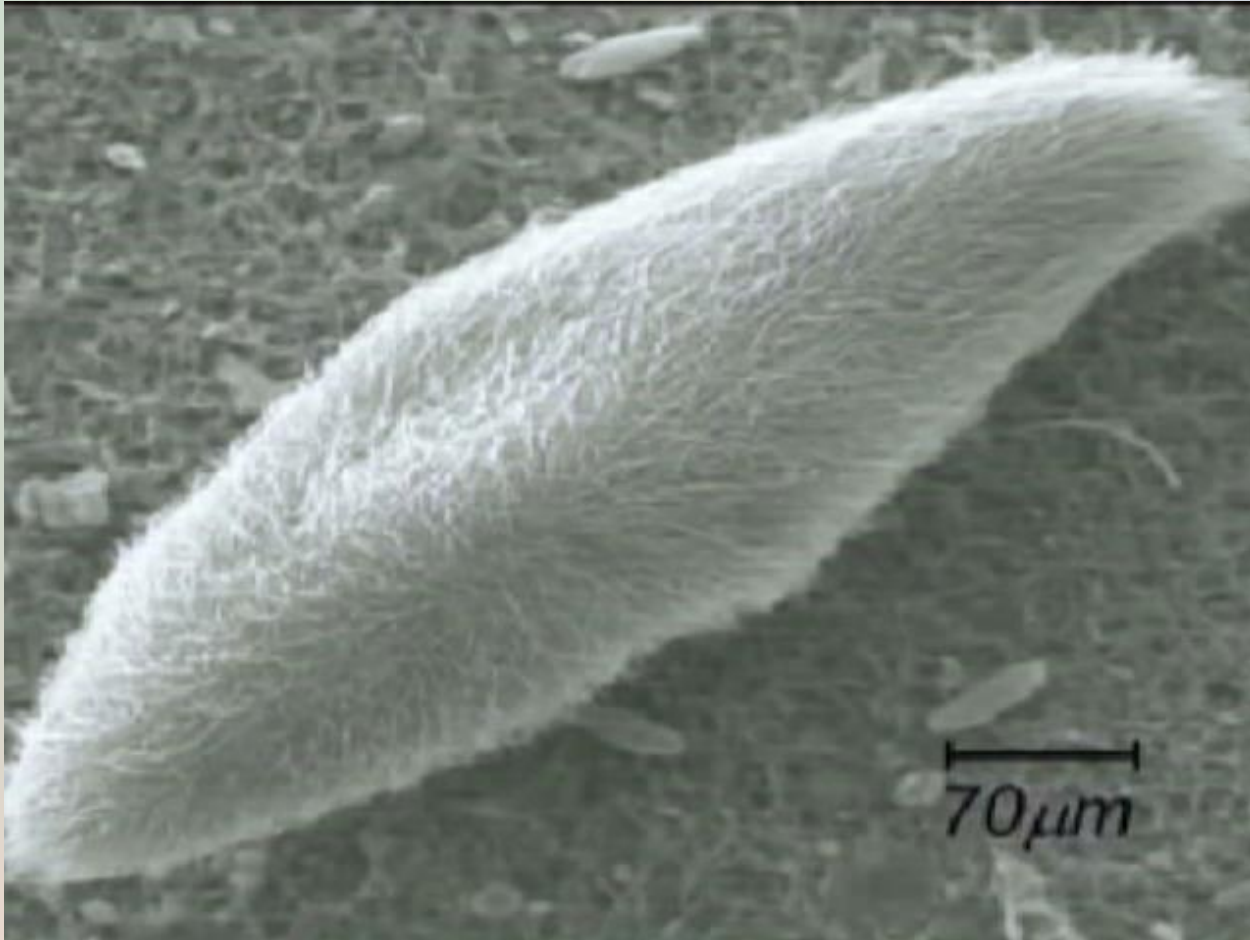
## **3 основных вида движения:**

### **2. ресничное /жгутиковое, мерцательное/**

- на поверхности одноклеточных (инфузория) или многоклеточных организмов есть реснички.

✓ у животных - мерцательный эпителий в носоглотке, трахее; у спермиев -хвостик

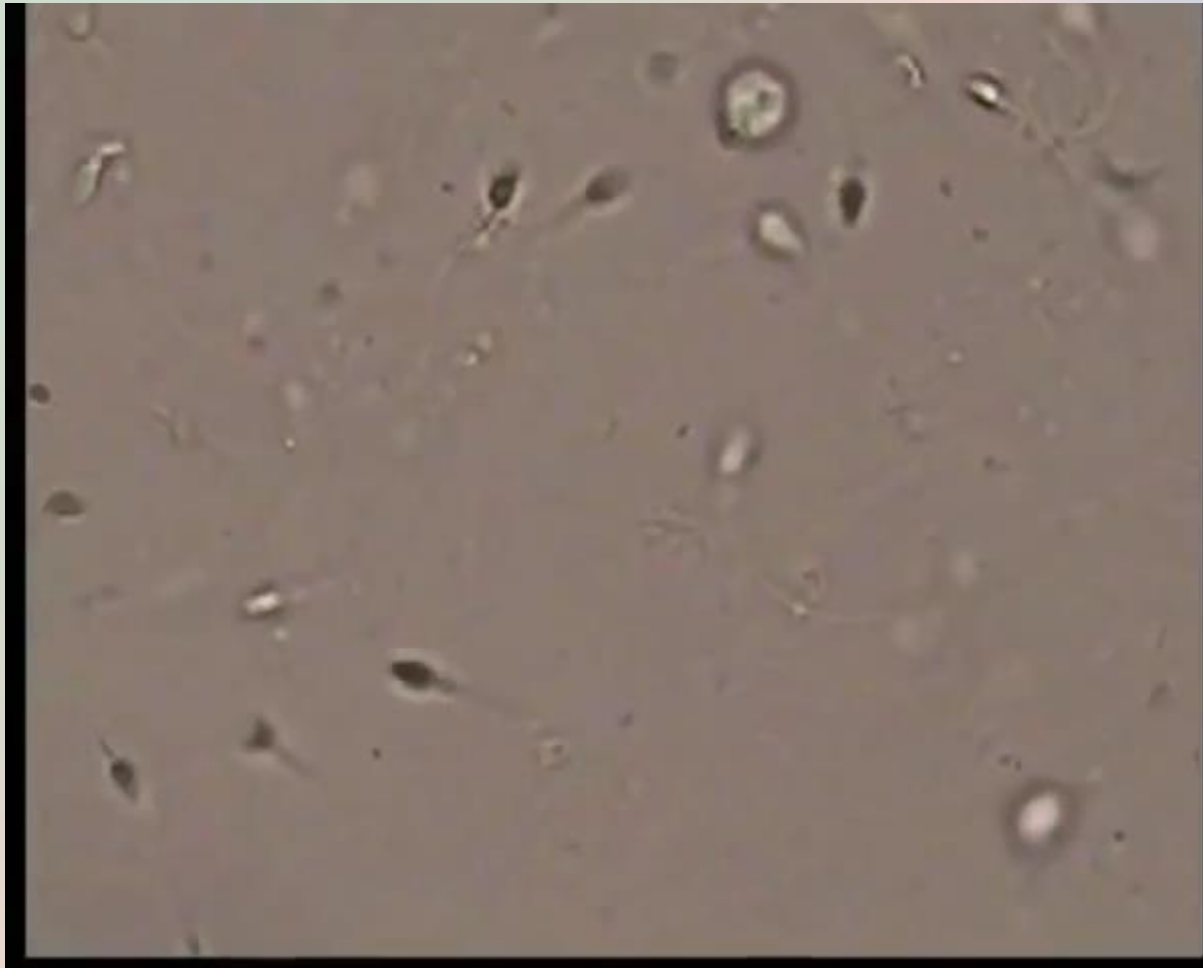
# движение инфузории



# движение ресничек эпителия бронхов



# движение спермиев под микроскопом



# 3 основных вида движения:

## 3. мышечное



**аппарат движения включает 2 системы:**

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

мышцы и их вспомогательные органы (бурсы, сесамовидные кости и т.п)

**2. скелетная /пассивная/ - опорная роль**

кости, хрящи, связки

✓ Органы движения составляют до 72% от массы животного

# **Вопрос 1**

## **Характеристика скелета**

# Остеология (os - кость) – наука о костях

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

# экзоскелет черепахи



# ЭКЗОСКЕЛЕТ ЧЕЛОВЕКА



# количество костей и масса скелета

| вид     | кол-во<br>костей | масса скелета<br>взрослых, % | масса скелета<br>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%**

```
graph TD; A[вес скелета 100%] --> B[скелет конечностей 51%]; A --> C[скелет туловища 33%]; A --> D[скелет головы 16%];
```

**скелет конечностей**  
**51%**

**скелет туловища**  
**33%**

**скелет головы**  
**16%**

# **скелет подразделяется:**

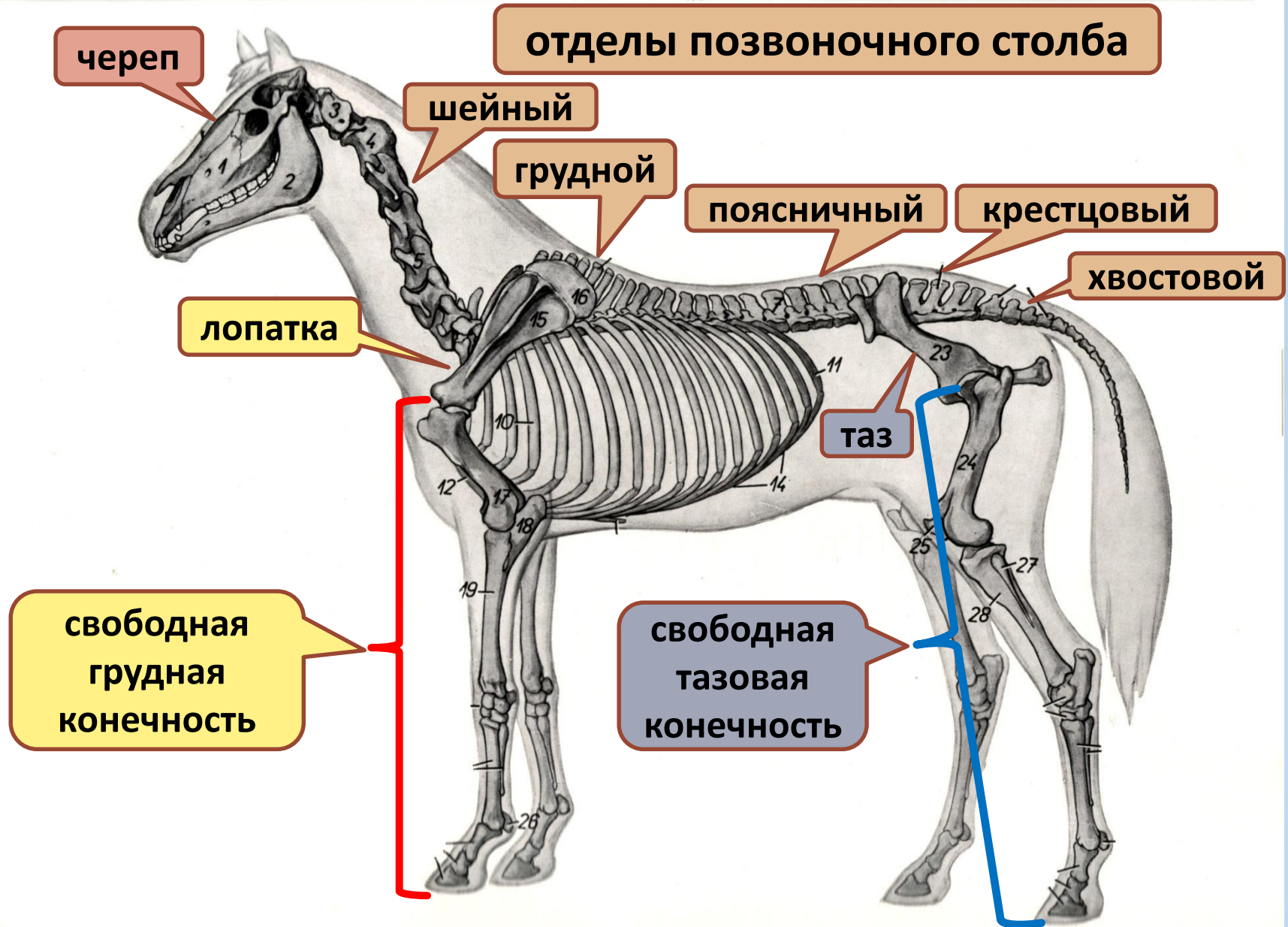
## **1. осевой :**

- 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



# 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. регуляция кроветворения (в костях содержится костный мозг)
2. депо минеральных веществ

## Координатная сетка для врачей

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

# Вопрос 2

**Строение кости как органа**  
**(на примере трубчатой 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)



# трубчатая кость



верхний  
эпифиз

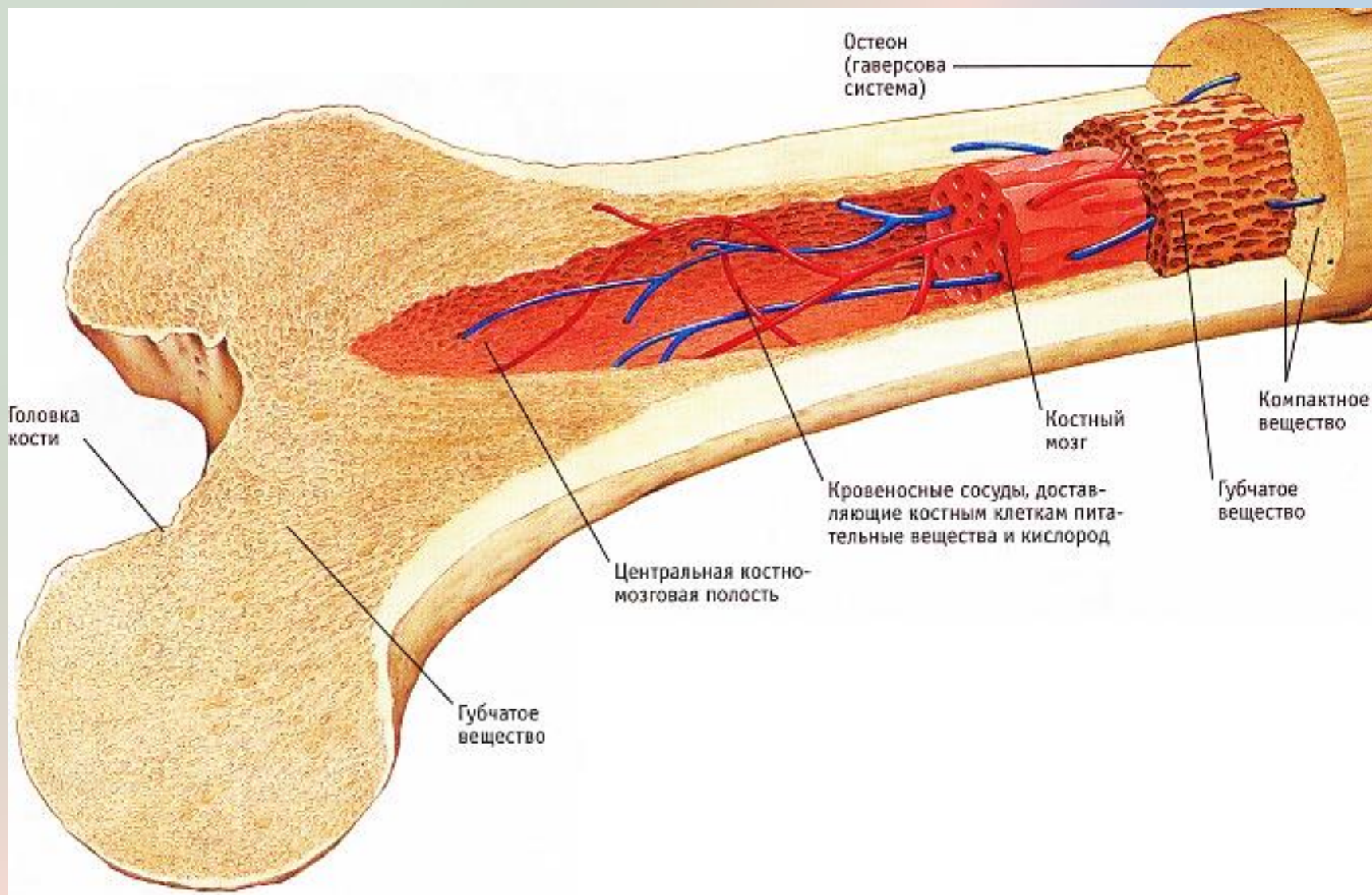
диафиз

нижний  
эпифиз

# **Кость как орган состоит:**

- 1. надкостница**
- 2. основное вещество кости:**
  - 1)компактное костное вещество*
  - 2)губчатое костное вещество*
- 3. костный мозг**
- 4. суставной хрящ**
- 5. сосуды и нервы**

# строение трубчатой кости

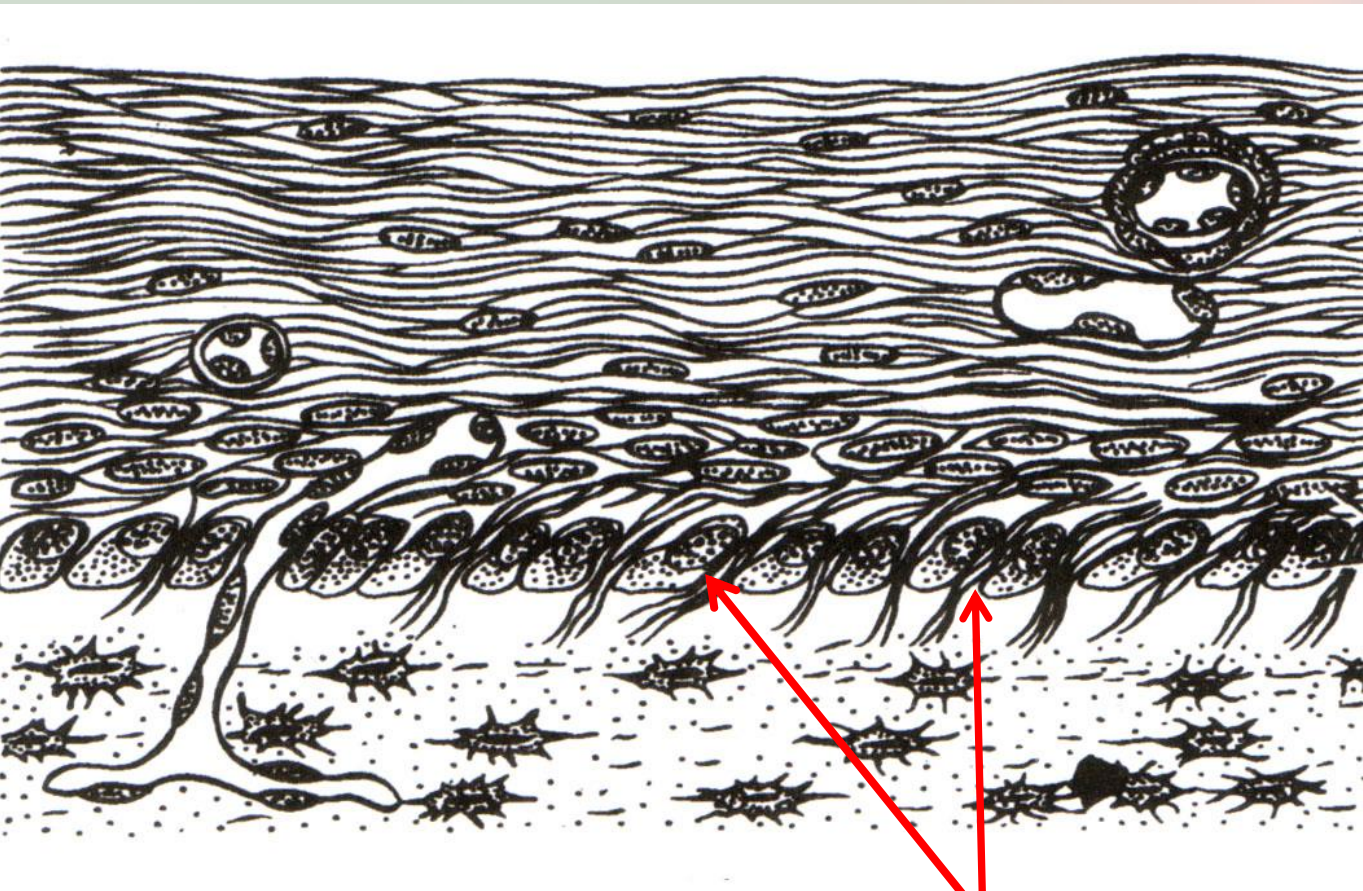


# надкостница (periosteum)

состоит из двух слоев:

- 1. наружный /волокнистый/ - 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, сосудов мало, много костеобразующих (остеогенных) клеток.
- ✓ у молодых животных костеобразующие клетки лежат по всей поверхности камбиального слоя, а у старых - островками (нет роста кости)

# схема строения надкостницы



**волокнистый  
слой**

**камбиальный  
слой**

**костная ткань**

**остеогенные клетки**

# надкостница (периост)

- ✓ покрывает снаружи всю кость, кроме зон суставного хряща
- ✓ прочно сращена с костным веществом ***прободающими волокнами***
- ✓ возможно отслоение периоста при переломах, гнойных периоститах, а также при операциях на костях с последующим закрытием дефекта для быстрой регенерации кости

# 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/

## **клетки костной ткани:**

### **остеобласты:**

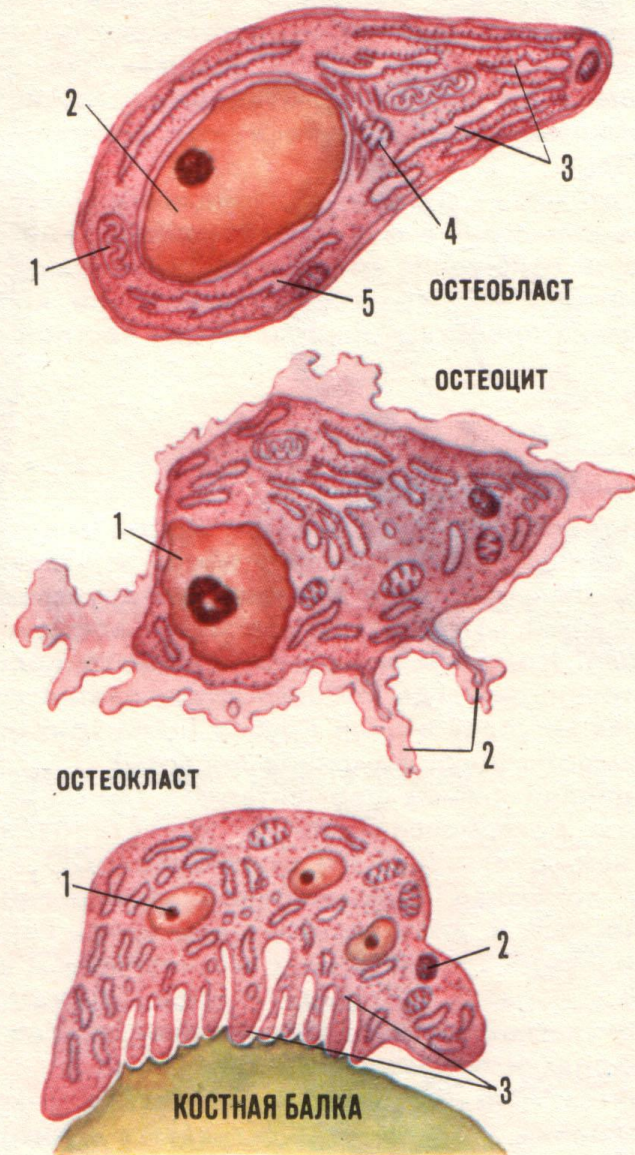
- синтезируют и секретируют компоненты межклеточного вещества и участвуют в его минерализации

### **остеоциты:**

- ❖ продуцируют межклеточное вещество (1 тип клеток),
- ❖ резорбция (рассасывание) межклеточного вещества (2 тип клеток);
- ❖ имеют отростки, которые сокращаясь, перемещают тканевую жидкость

### **остеокласты:**

- резорбируют (рассасывают) костную ткань



**СТРОЕНИЕ ОСТЕОБЛАСТА:** 1 — митохондрий; 2 — ядро;  
3 — сеть эндоплазматического ретикула; 4 — аппарат  
Гольджи; 5 — полирибосомы

# ОСНОВНОЕ ВЕЩЕСТВО КОСТИ

(пластинчатая костная ткань):

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

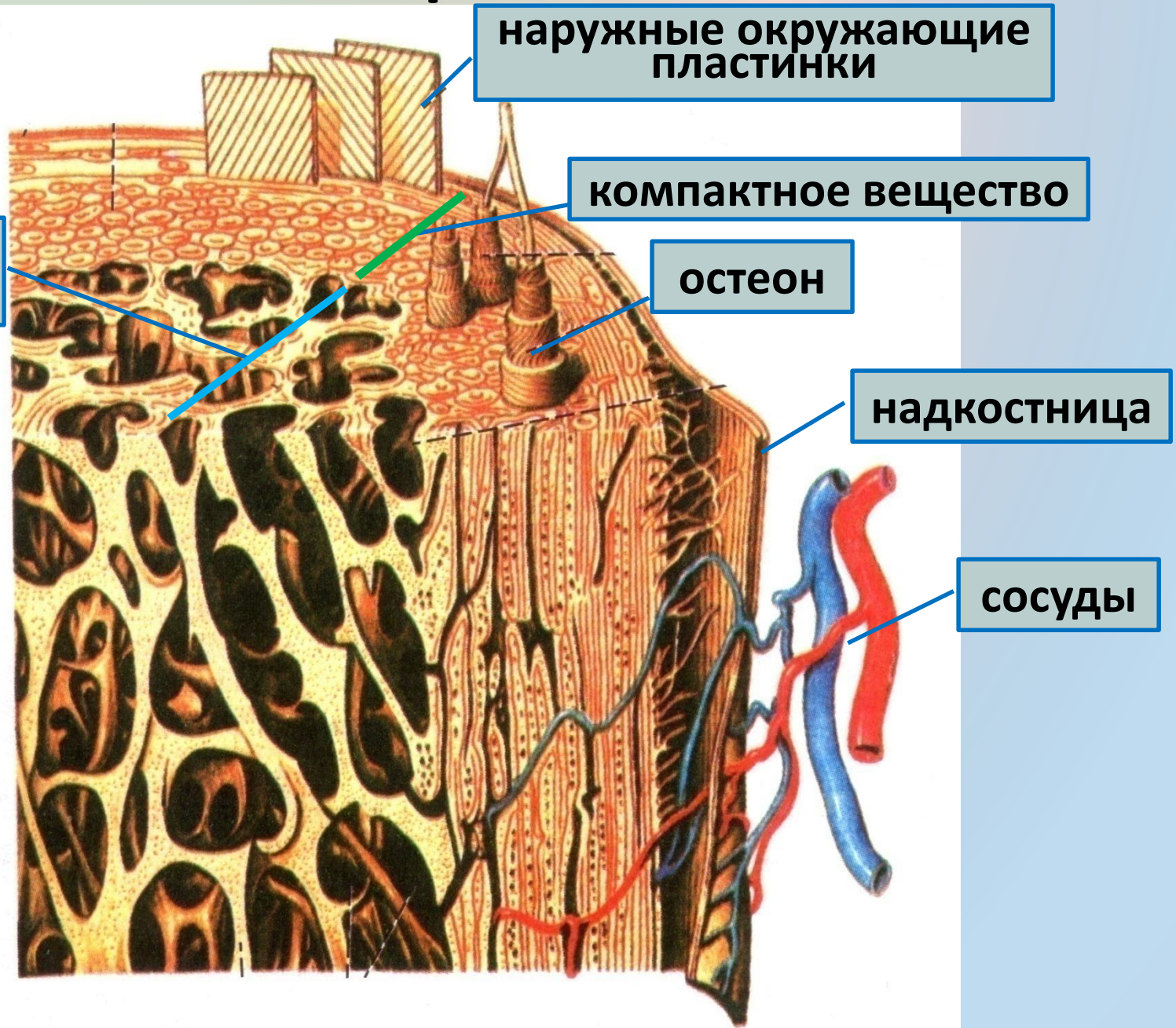
СОСТОИТ:

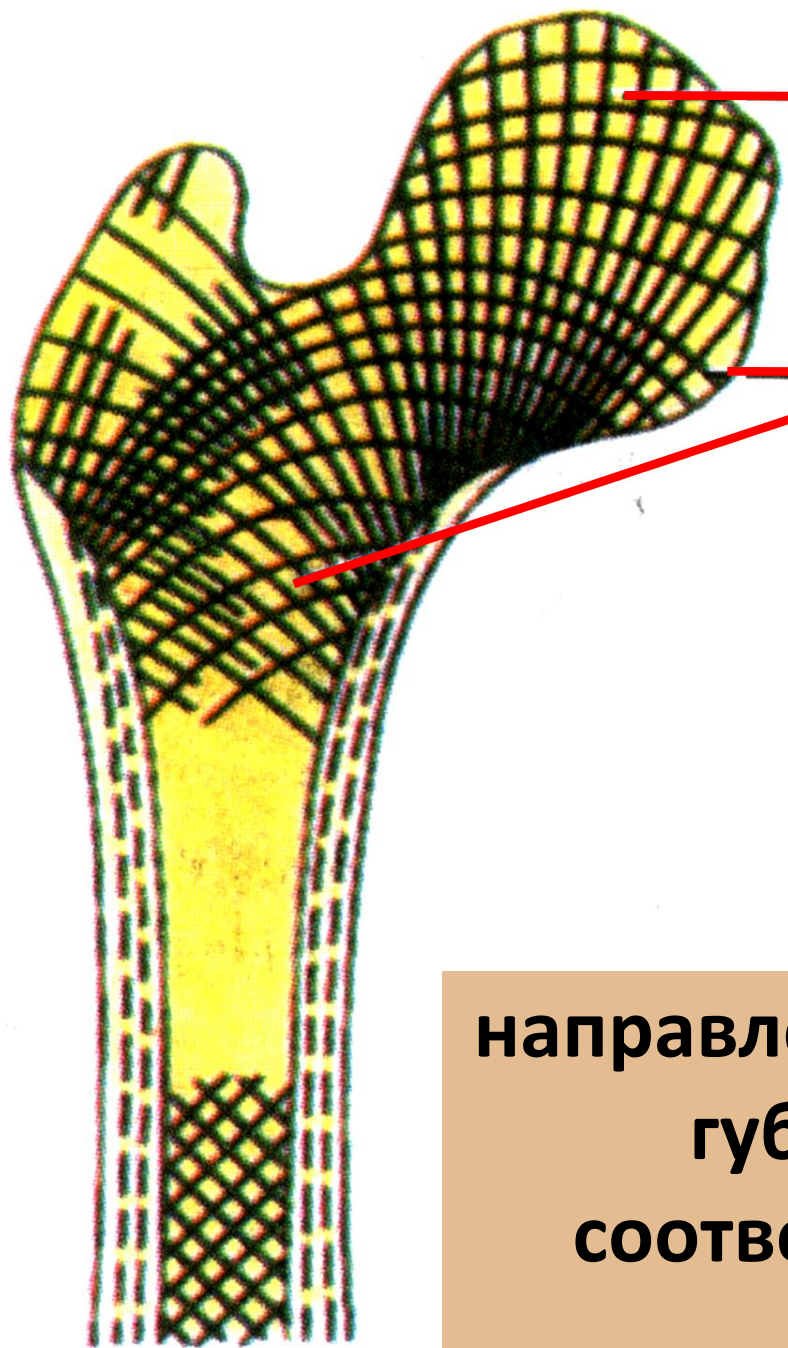
- a) слой наружных окружающих пластин (лежат параллельно друг другу, охватывая диафиз по окружности), между пластинами - остеocyты
- b) остеонный слой – из остеонов и вставочных пластин (остатки остеонов)
- c) слой внутренних окружающих пластин

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

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

# схема строения кости





**линии сжатия  
(давления)**

**линии растяжения**

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

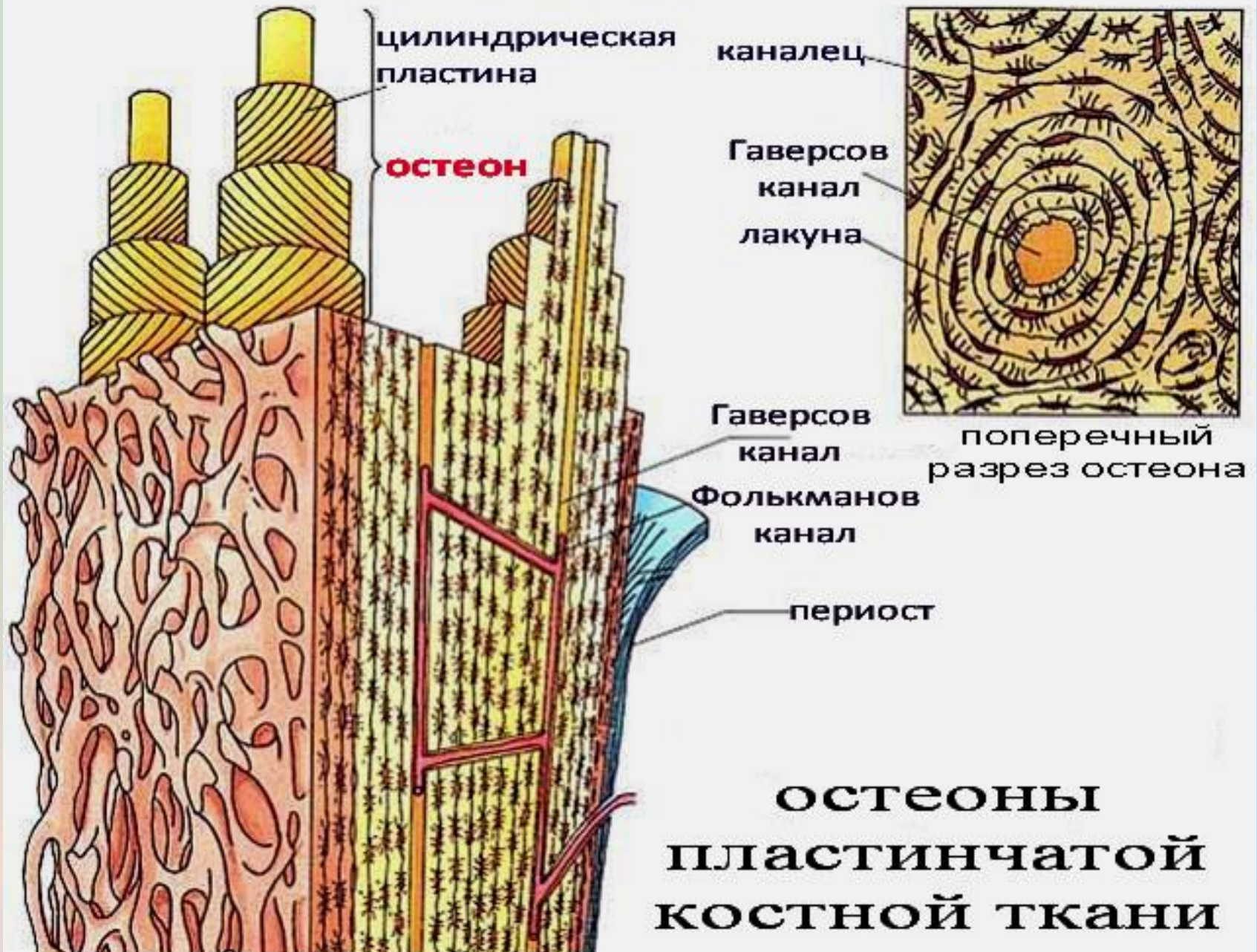
# Эйфелева башня



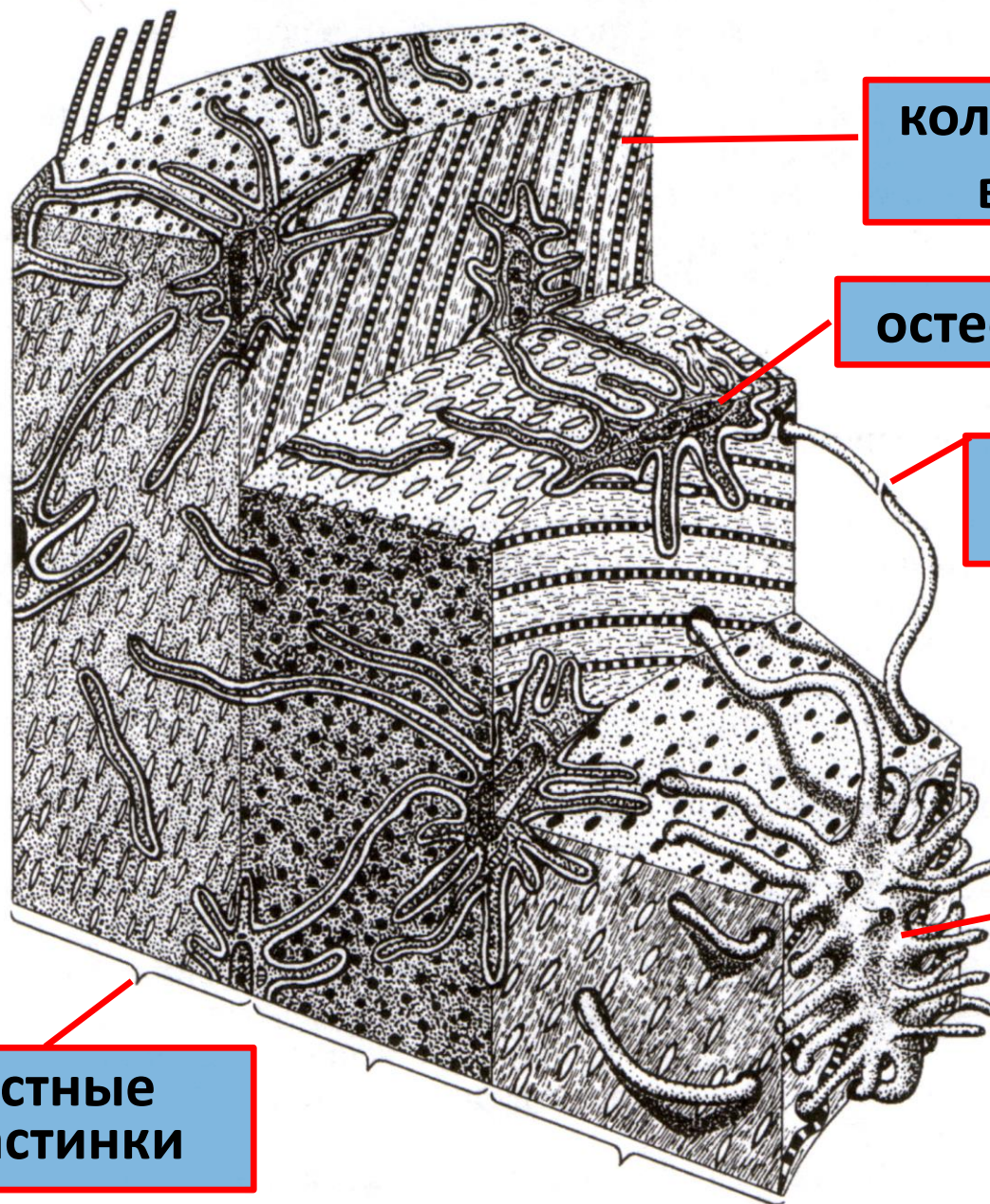
# Остеон

- **структурная единица пластинчатой костной ткани** (длина 2см, диаметр - 0,3-0,4мм),
- образован 4-20 цилиндрическими пластинками (трубками), вставленными одна в другую
- волокна в соседних пластинках одного остеона направлены противоположно под углом 45град. / прочность на изгиб и скручивание/
- между пластинками в лакунах (полостях) замурованы остеоциты /контактируют между собой подвижными отростками, лежащими в канальцах/
- *гаверсов (сосудистый) канал* - в центре остеона

# остеон



# строение пластинчатой костной ткани



коллагеновые  
волокна

остеоцит

контакты отростков  
остеоцитов

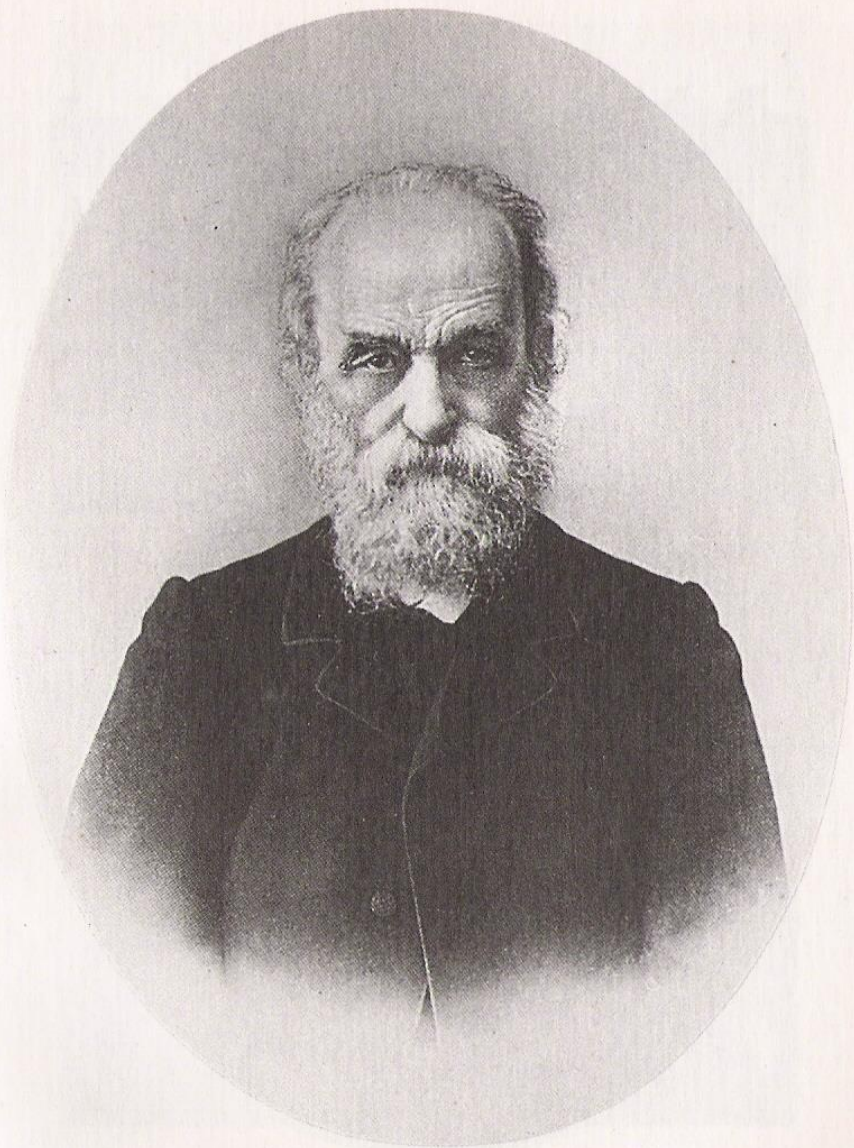
остеоцит

костные  
пластинки

# **транспортно-эвакуаторная дренажная система кости образована:**

- 1. лакунами /лежат остеоциты/**
  - 2. канальцами /лежат отростки остеоцитов/**
  - 3. гаверсовыми каналами / вдоль остеона/**
  - 4. фолькмановыми каналами /поперек остеона/**
- ✓ обеспечивает транспорт питательных веществ, метаболитов, газов, минеральных веществ в кости за счет движения отростков остеоцитов
  - ✓ связывает все слои кости

# Лесгафт Петр Францевич



П. Ф. Лесгафт. Фото конца XIX в.

Рождение: 20 сентября 1837

Смерть: 28 ноября 1909 (72 года)

Образование: медико-хирургическая академия

Учёная степень: доктор медицины

Профессия: биолог, анатом, антрополог, врач, педагог

«Все, что упражняется, развивается и совершенствуется, что не упражняется — распадается»

«Необходимо, чтобы умственное и физическое воспитание шли параллельно, иначе мы нарушим правильный ход развития в тех органах, которые останутся без упражнения»

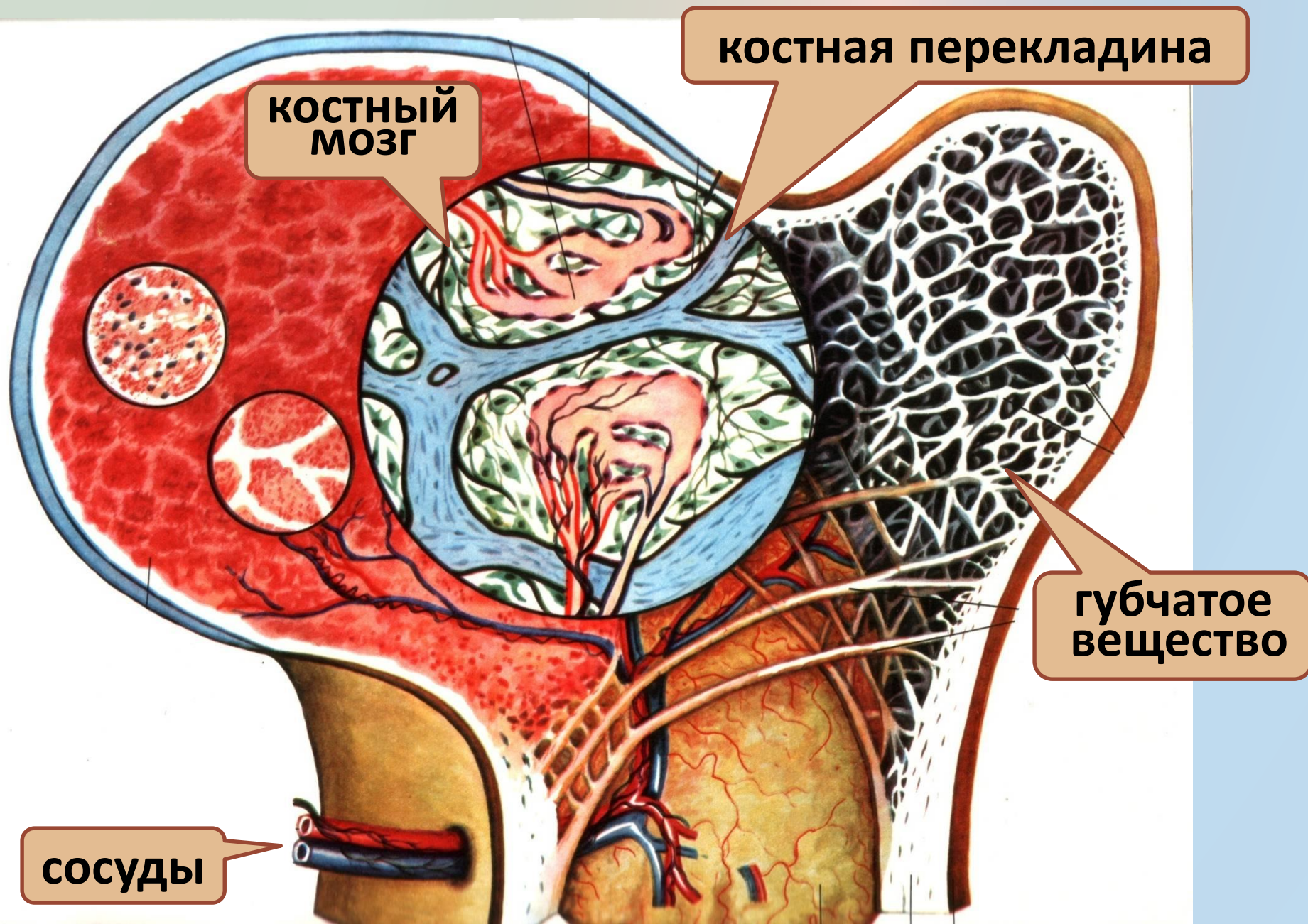
# общие принципы организации костей (по Лесгафту):

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 (для костей) сил

# 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



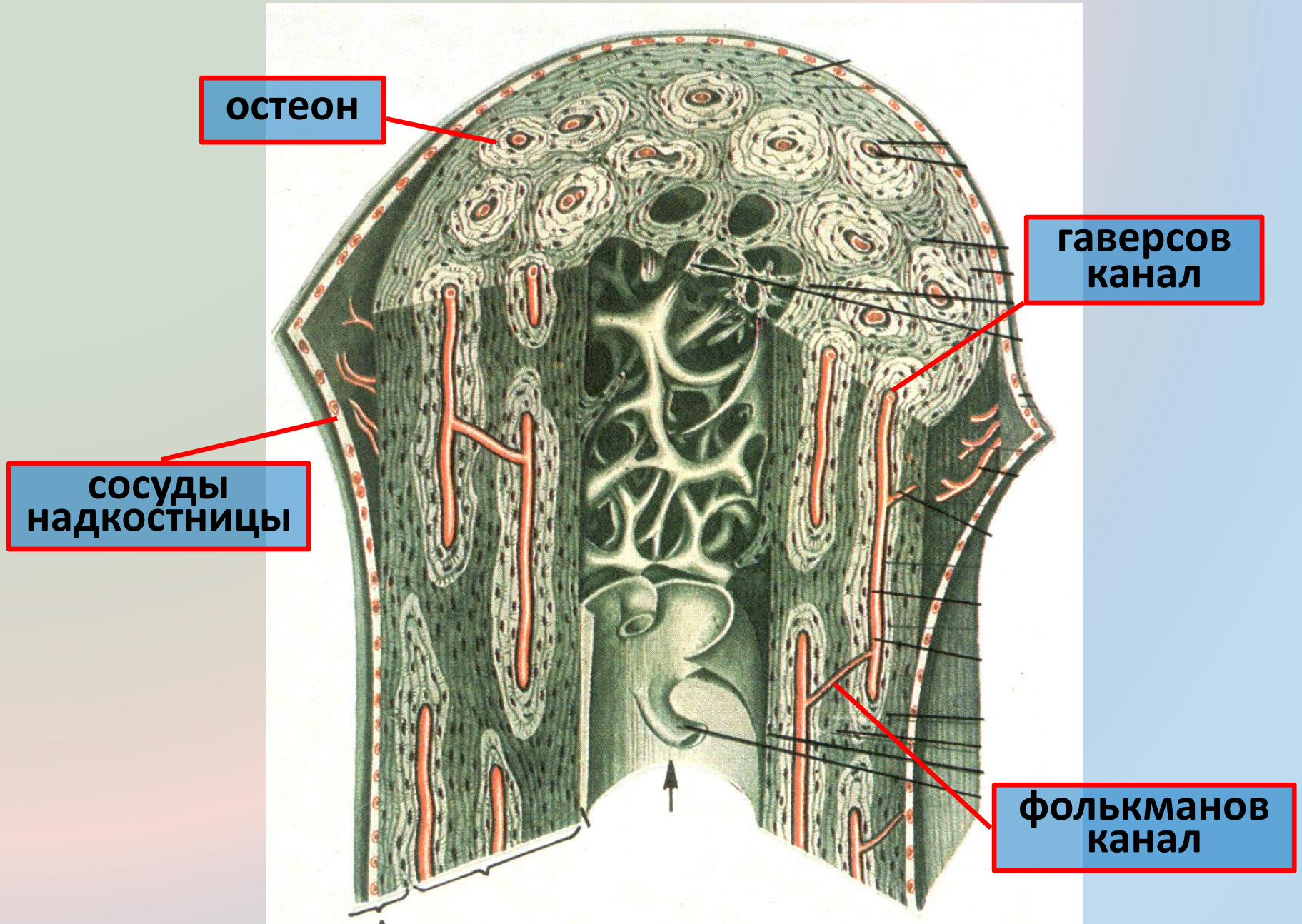
# **суставной хрящ (cartilago articularis)**

- 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 ( $25-30/1\text{см}^2$ )
- крупное сосудистое отверстие на диафизе - для прохождения сосудов в полость кости

# распределение сосудов в кости



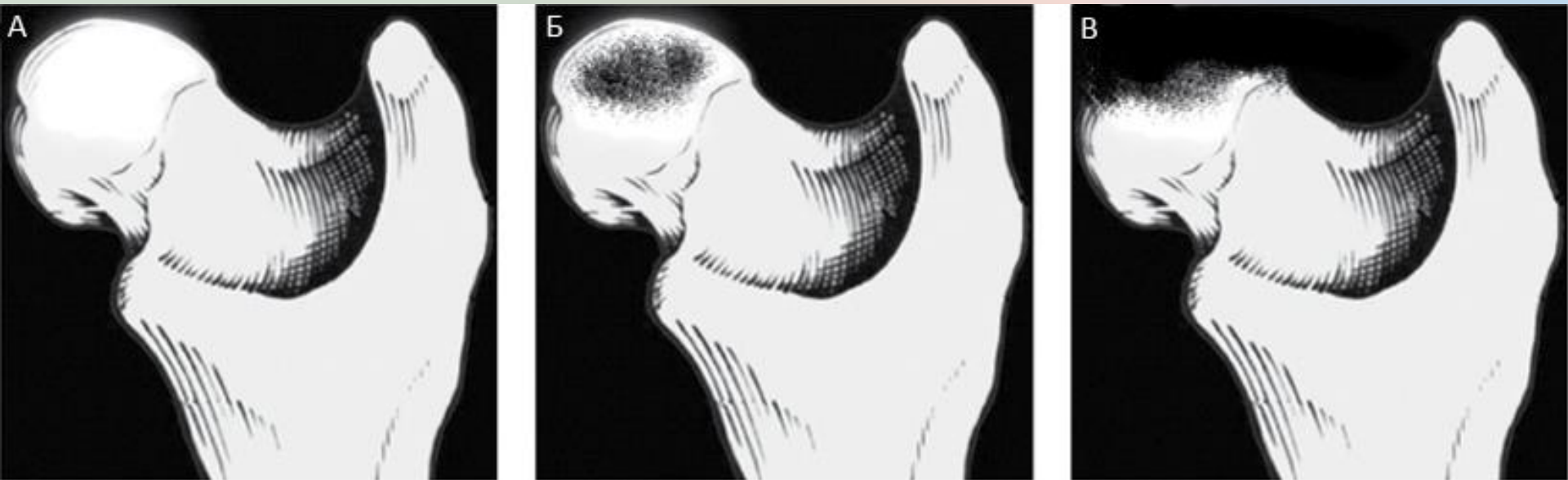
# болезнь Легга-Кальве-Пертеса

(асептический некроз головки бедра)

- возникает из-за окклюзии (закрытия) кровеносных сосудов, идущих к головке через шейку бедра, из-за чего нарушается питание головки и возникает её некроз.
- позже происходит вторичное врастание сосудов в некротический очаг, и головка бедра рассасывается фрагментарно или полностью, что вызывает тяжёлое поражение сустава
- это наследуемое заболевание, встречающееся в основном у мелких и миниатюрных пород до 12 кг, таких как чихуахуа, йоркширский терьер, тойтерьер, левретка, мопс, джек рассел терьер и др.

# болезнь Легга-Кальве-Пертеса

(асептический некроз головки бедра)



*Снижение рентгенологической плотности при болезни Легга-Пертеса.*

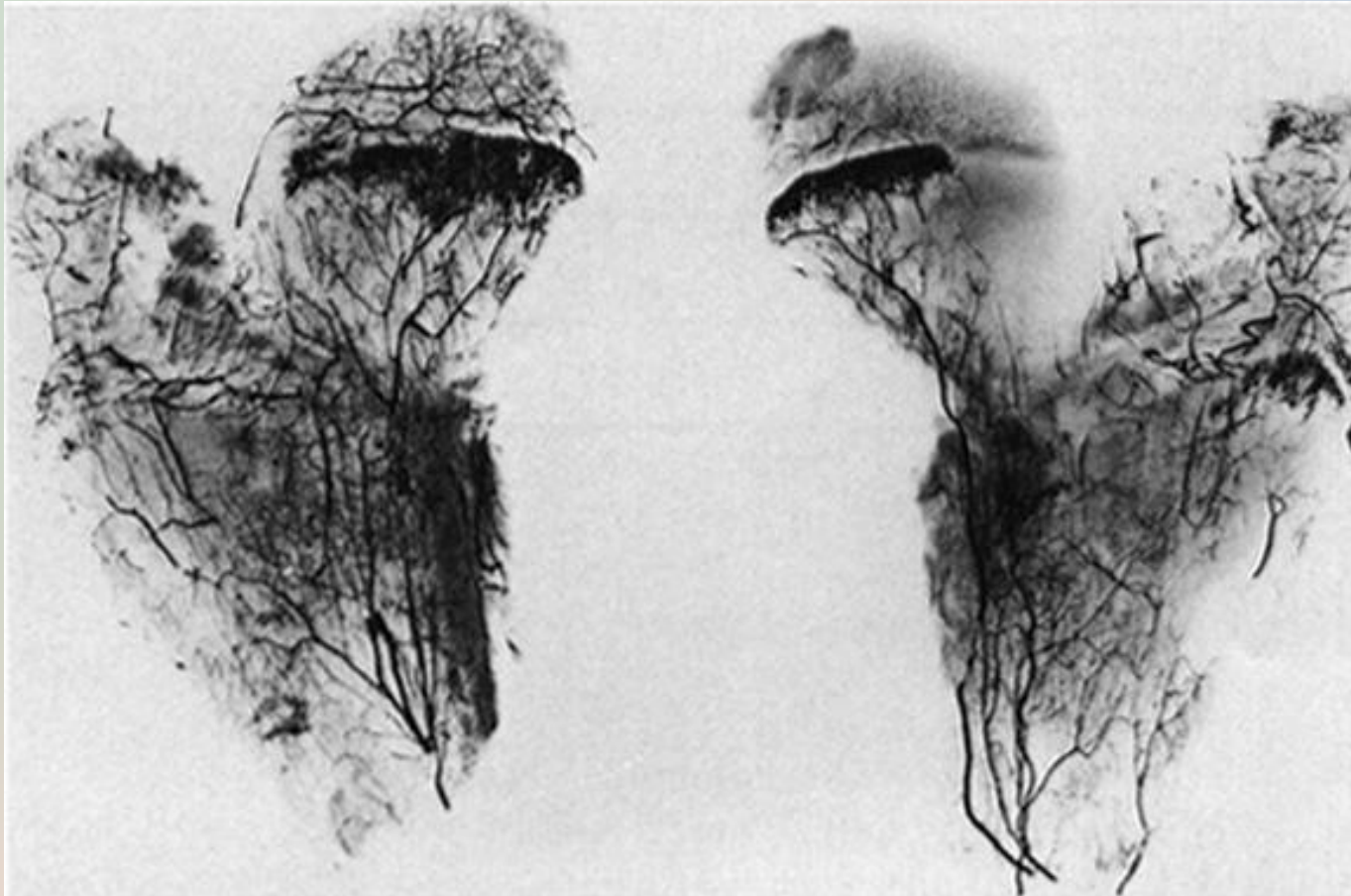
*А — головка бедра в норме;*

*Б — начальная стадия: разрежение плотности в центральной части головки бедра;*

*В — поздняя стадия: резорбция головки бедра.*

# болезнь Легга-Кальве-Пертеса

(асептический некроз головки бедра)



*Сосудистый рисунок проксимальной части бедра:  
слева — нормальная васкуляризация;  
справа — окклюзия сосудов головки бедра при болезни Легга-Пертеса.*

# болезнь Легга-Кальве-Пертеса

(асептический некроз головки бедра)



*Болезнь Легга-Пертеса левого тазобедренного сустава.*



*Резорбция головки бедра при болезни Легга-Пертеса.*

# нервы костей

- проникают в кость, ответвляясь от нервов надкостницы
- в надкостнице множество чувствительных нервных окончаний /травмы надкостницы болезненны/ и симпатических нервных волокон /иннервируют сосуды/

# **Вопрос 3**

## **Классификация костей**

# По морфофункциональным признакам:

**1. Длинные** /длина больше ширины и толщины/:

**a) дугообразные** - ребра

**b) трубчатые** – бедро, плечо, голень, предплечье

✓ **диафиз** - из компактного вещества, внутри - костномозговая полость

✓ **эпифизы** - из губчатого вещества, снаружи покрыты тонкой пластиной компактного вещества

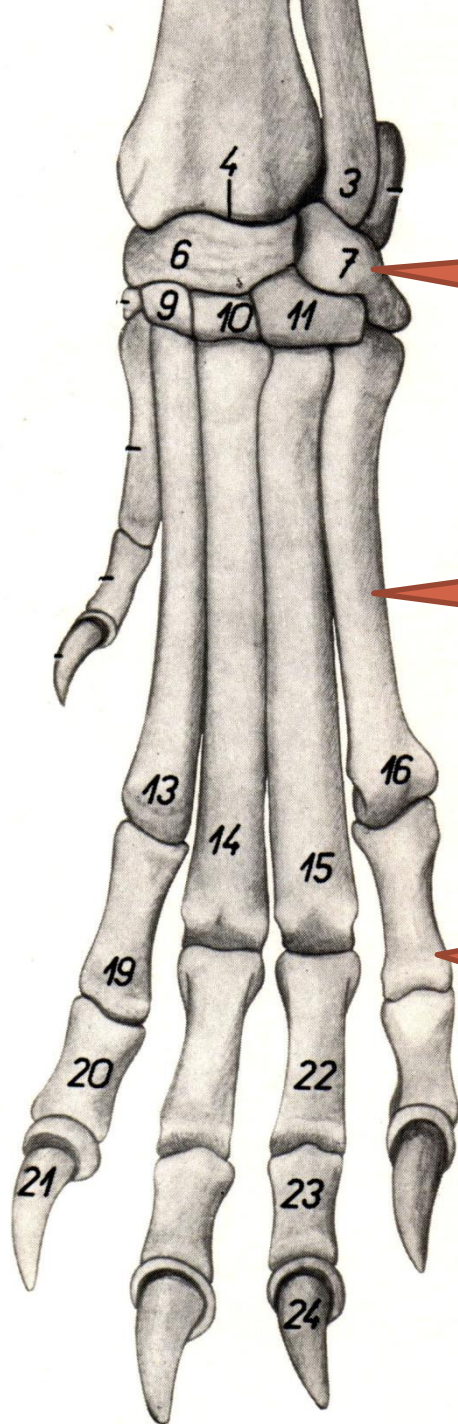
## **трубчатые кости бывают:**

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



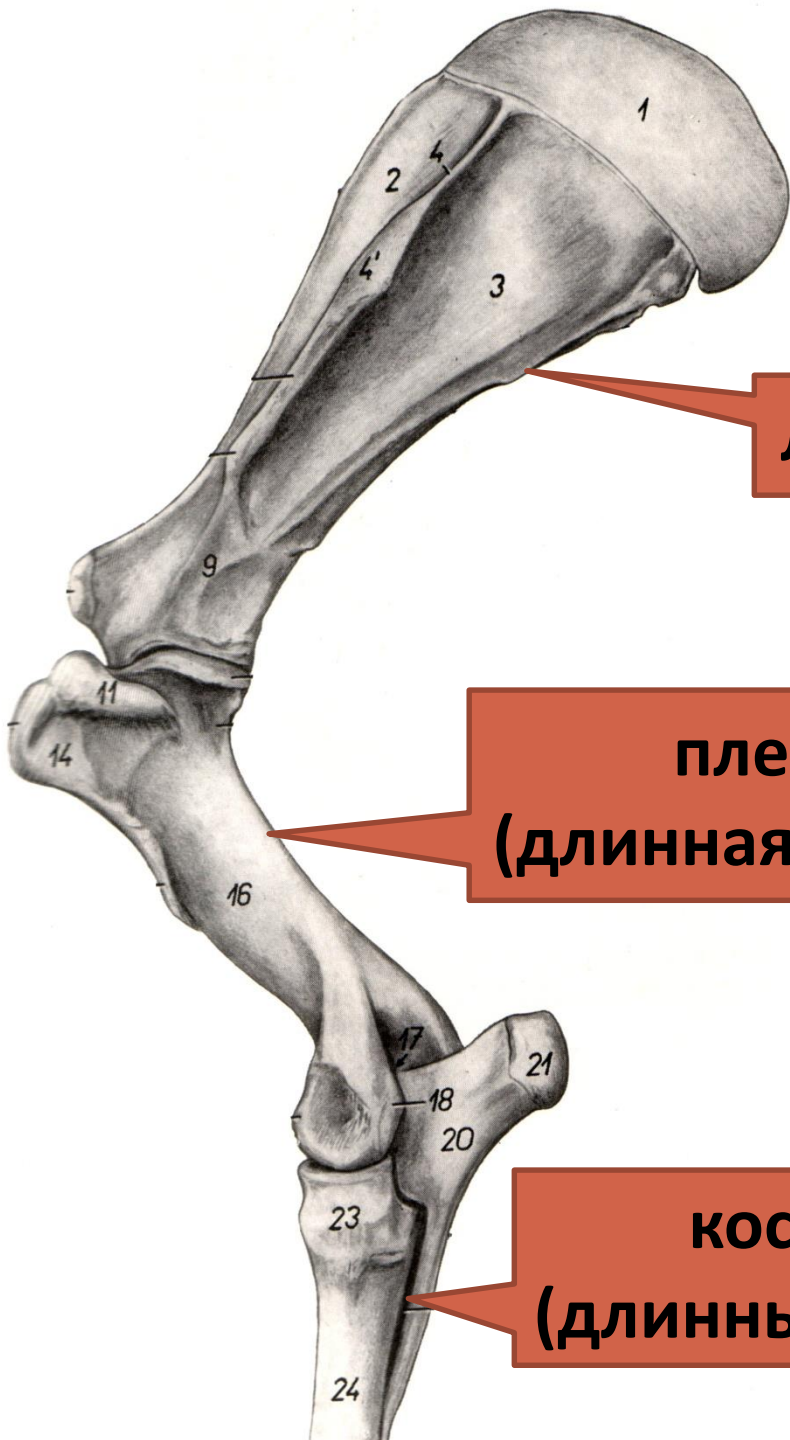
**кости запястья (короткие  
/губчатые/ кости)**

**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)

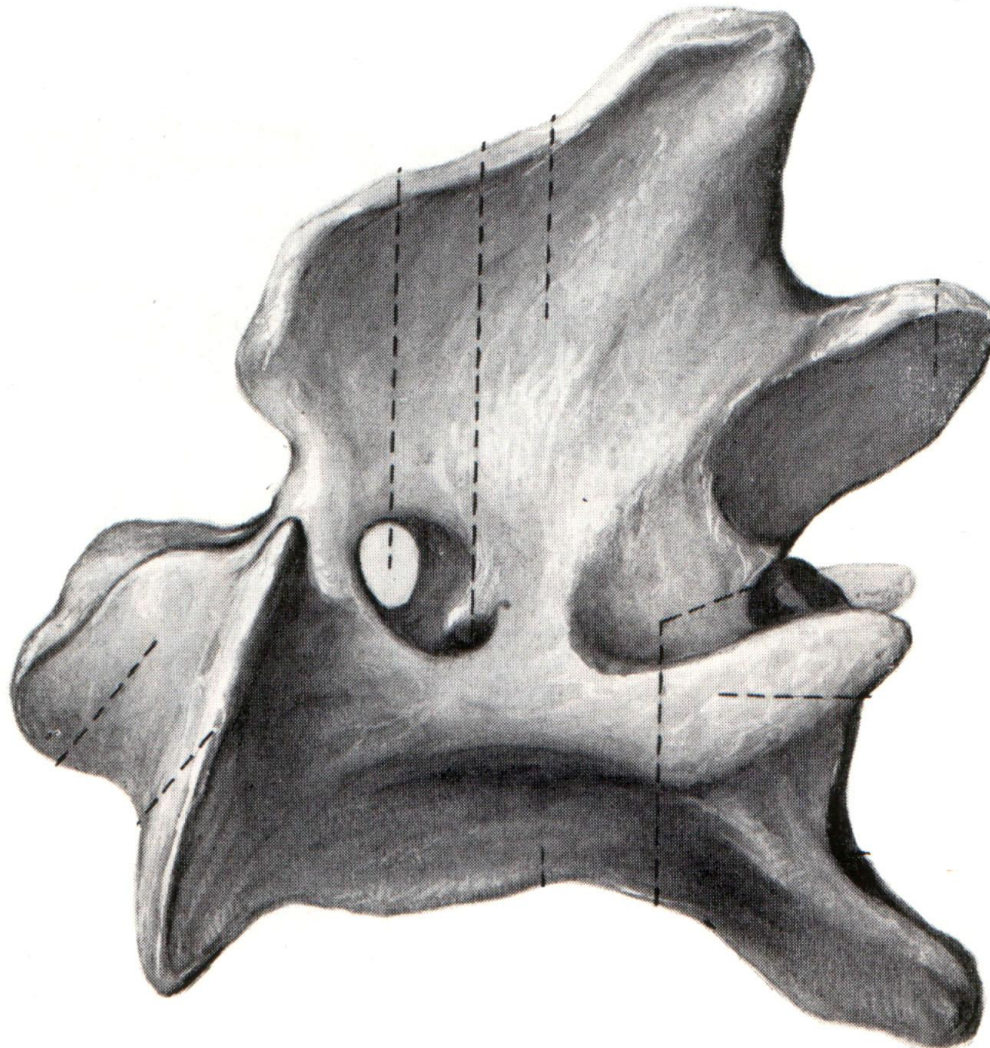


**лопатка (плоская кость)**

**плечевая кость  
(длинная трубчатая кость)**

**кости предплечья  
(длинные трубчатые кости)**

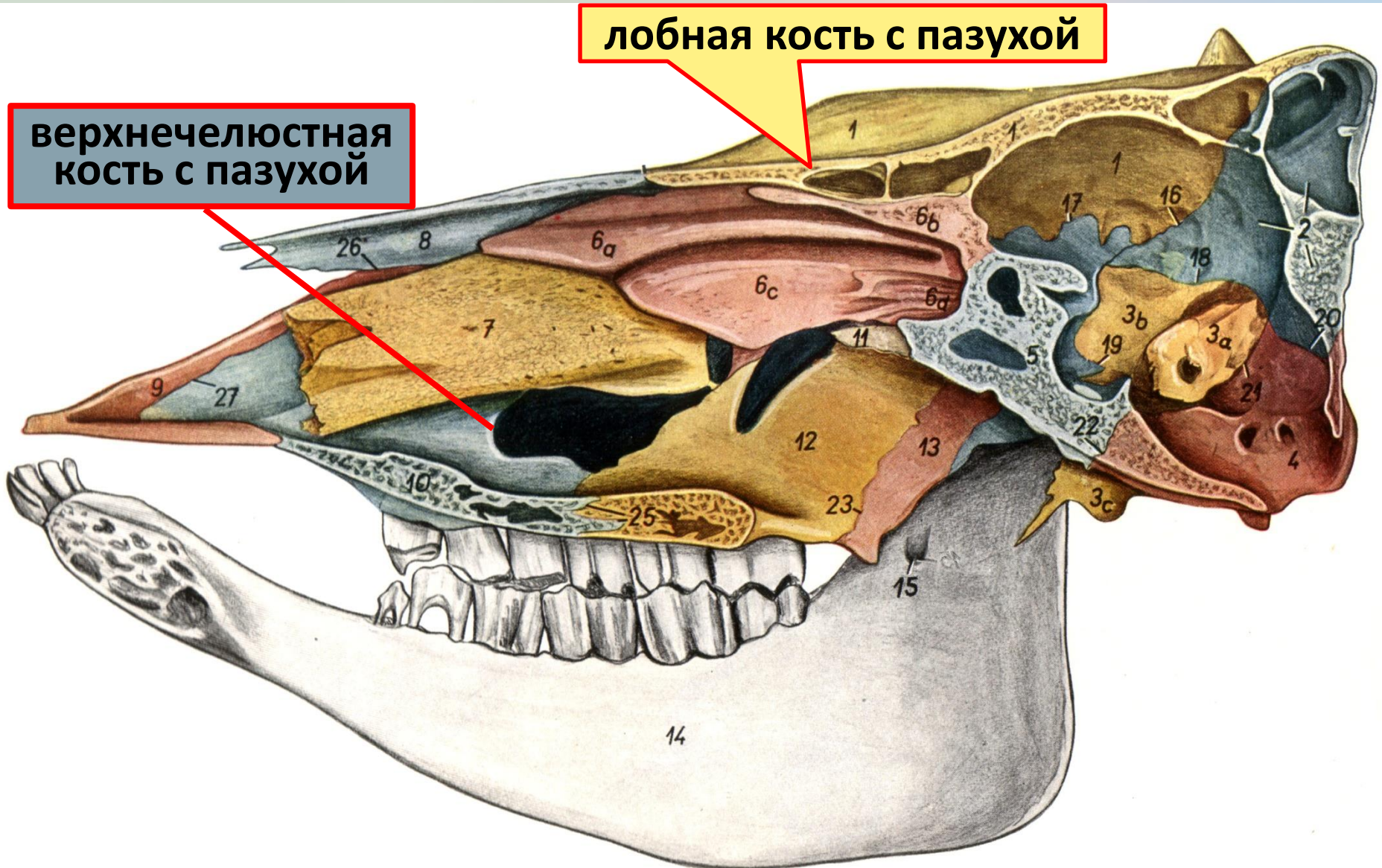
# смешанная кость (позвонок)



# 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

## **Вопрос 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 соедин. (оссеин)       | 12,5         | фтористый кальций           | 3    |
| <i>оссеина в сухой кости</i>        | <i>30-40</i> | фосфорнокислый магний       | 1,5  |
| неорганические соедин.              | 21,8         | хлористый натрий и калий    | 0,5  |
| <i>неорг. соедин. в сухой кости</i> | <i>60-70</i> | 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<br>веществ к неорганическим | 1:1               | 1:2,3  | 1:6,7  |

- у **молодых** животных кости мягкие и эластичные (за счет органических веществ)
- у **старых** – хрупкие (сильная минерализация) и пористые (остеопороз)

# физические свойства кости

| элементы         | сопротивляемость,<br>кг/мм <sup>2</sup> |              | материалы | сопротивляемость,<br>кг/мм <sup>2</sup> |              |
|------------------|-----------------------------------------|--------------|-----------|-----------------------------------------|--------------|
|                  | на<br>растяжение                        | на<br>сжатие |           | на<br>растяжение                        | на<br>сжатие |
| кость            | 9-12                                    | 12-16        | чугун     | 13                                      | 75           |
| костный<br>хрящ  | 1,5                                     | 2,7          | свинец    | 1,3                                     | 5,2          |
| реберный<br>хрящ | 0,17                                    | 1,5          | дуб       | 8,1                                     | 5,3          |

➤ особо прочные кости конечностей: голень, предплечье, пясть, плюсна, фаланги пальцев

# **Вопрос 5**

**Развитие и рост костей,  
факторы, влияющие на них**

# 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

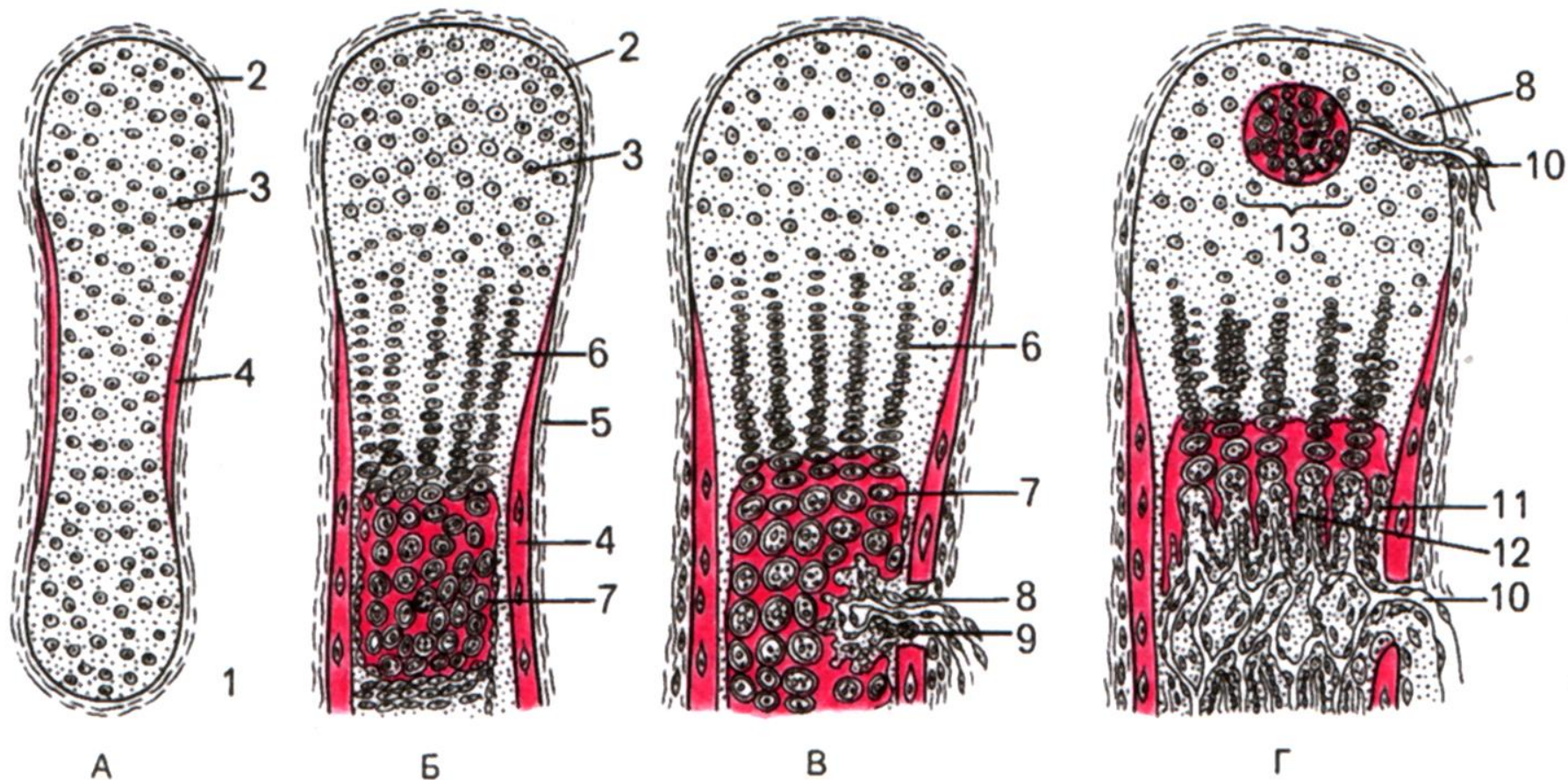
# развитие вторичных костей

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



Непрямой (хрящевой) остеогенез (схема). Образование хрящевой модели кости и перихондральной костной манжетки (по Ю. И. Афанасьеву).

А, Б, В, Г — стадии остеогенеза; 1 — первичная хрящевая модель трубчатой кости; 2 — надхрящница; 3 — хрящевая ткань; 4 — перихондральная костная манжетка; 5 — надкостница; 6 — колонки хрящевых клеток; 7 — зона пузырчатых клеток; 8 — врастающая в хрящ мезенхима с дифференцирующимися остеокластами (9) и кровеносными капиллярами (10); 11 — остеобласты; 12 — эндохондрально образованная костная ткань; 13 — точка окостенения в эпифизе.

# рост скелета в эмбриогенезе



# 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, апофезов, запястья и заплюсны)

# 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

# Пьезоэлектрический эффект кости

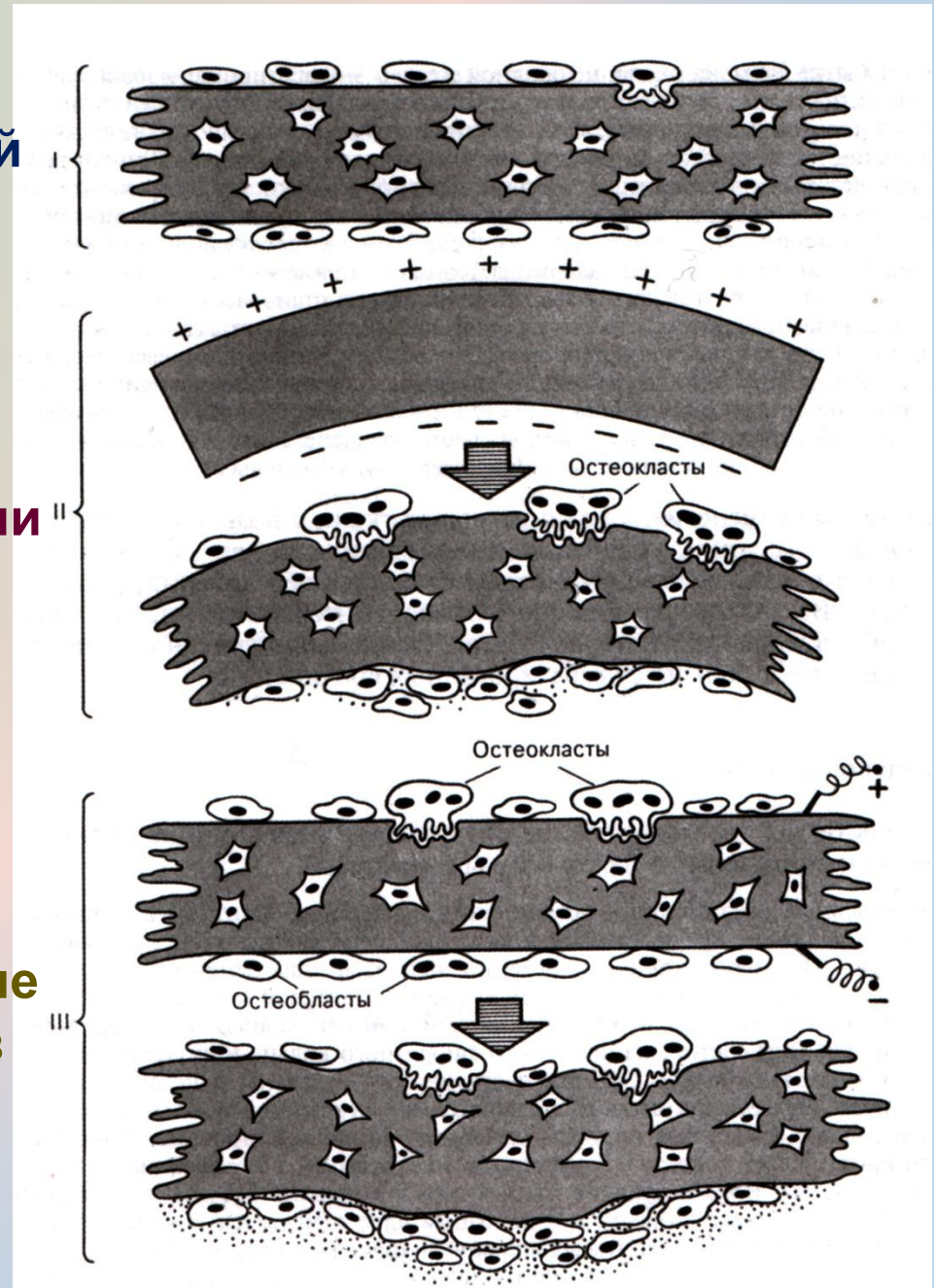
- 1. растяжение кости** вызывает в костных пластинках положительный электрический заряд – активизируются остеокласты, они резорбируют костную ткань и через определенное время активизируют остеобласты
- 2. сжатие кости** вызывает отрицательный заряд – активизируются остеобласты, образующие костную ткань
- 3. отсутствие физической нагрузки (нулевой потенциал)** стимулирует остеокласты и выведение солей из кости

# схема пьезоэлектрического эффекта кости

строение костной  
перекладины

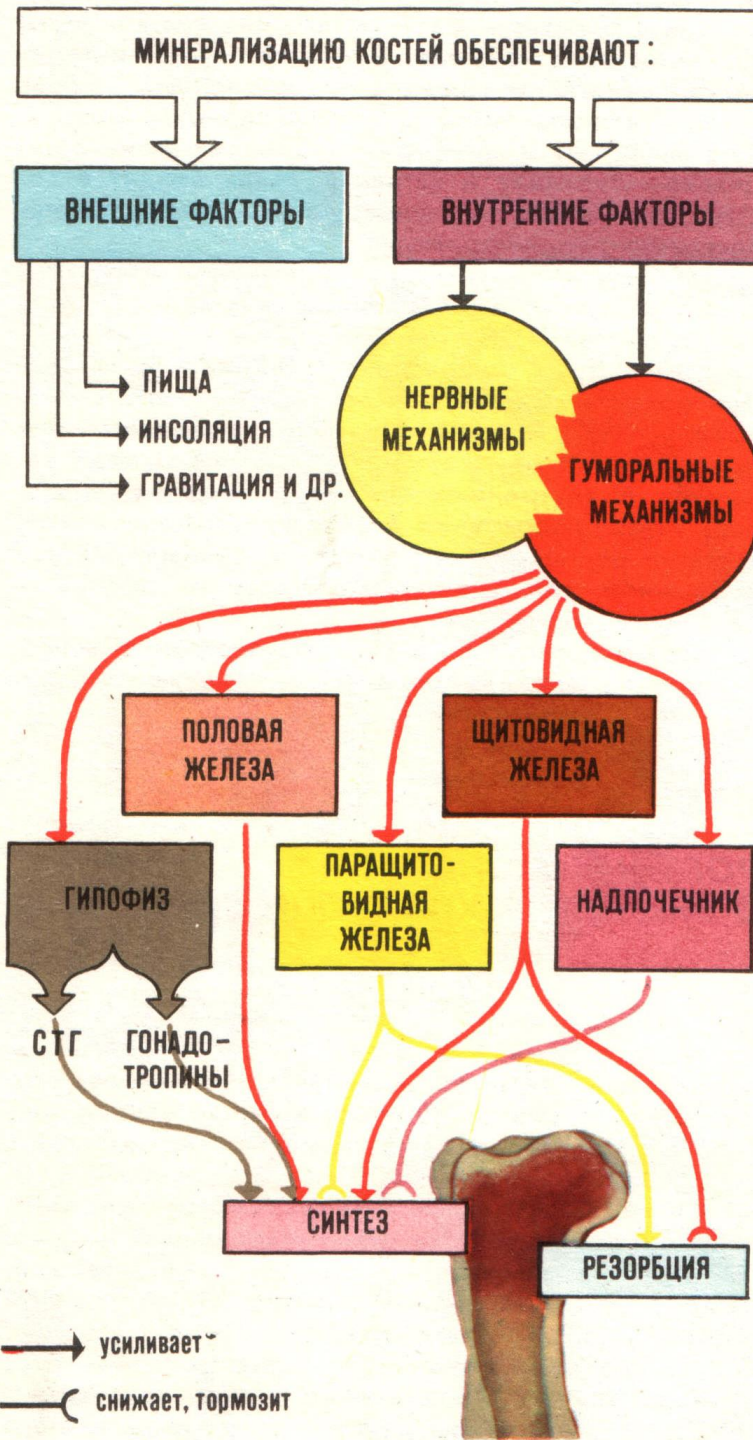
активация остеокластов и  
остеобластов при растяжении  
и сжати перекладины

искусственное создание  
разности потенциалов



# сроки зрелости

| ВИД                | половая<br>зрелость        | физиологическая<br>зрелость | зрелость<br>скелета        |
|--------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| лошадь             | 1,5                        | 3 года                      | 4,5-5 лет                  |
| круп. рог.<br>скот | 8-12                       | 1,5-2 года                  | 4-4,5 года                 |
| мелк.<br>рог. скот | 7-8                        | 1-1,5 года                  | 3-3,5 года                 |
| свинья             | 5-8                        | 9-12 мес.                   | 3-3,5 года                 |
| собака,<br>кошка   | 4-8                        | 10-12 мес.                  | 1,5-2 года                 |
| кролик             | 4-5                        | 6-8 мес.                    | 1 год                      |
| человек            | 12-15 (жен)<br>13-16 (муж) | 16-20 (жен)<br>17-21 (муж)  | 17-21 (жен)<br>19-23 (муж) |



# 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 рахиту и остеомалации (размягчению)

# 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

## 2. наследственность, состояние систем организма

# Остеопороз (видео)

