



# ОБЩАЯ ОСТЕОЛОГИЯ.

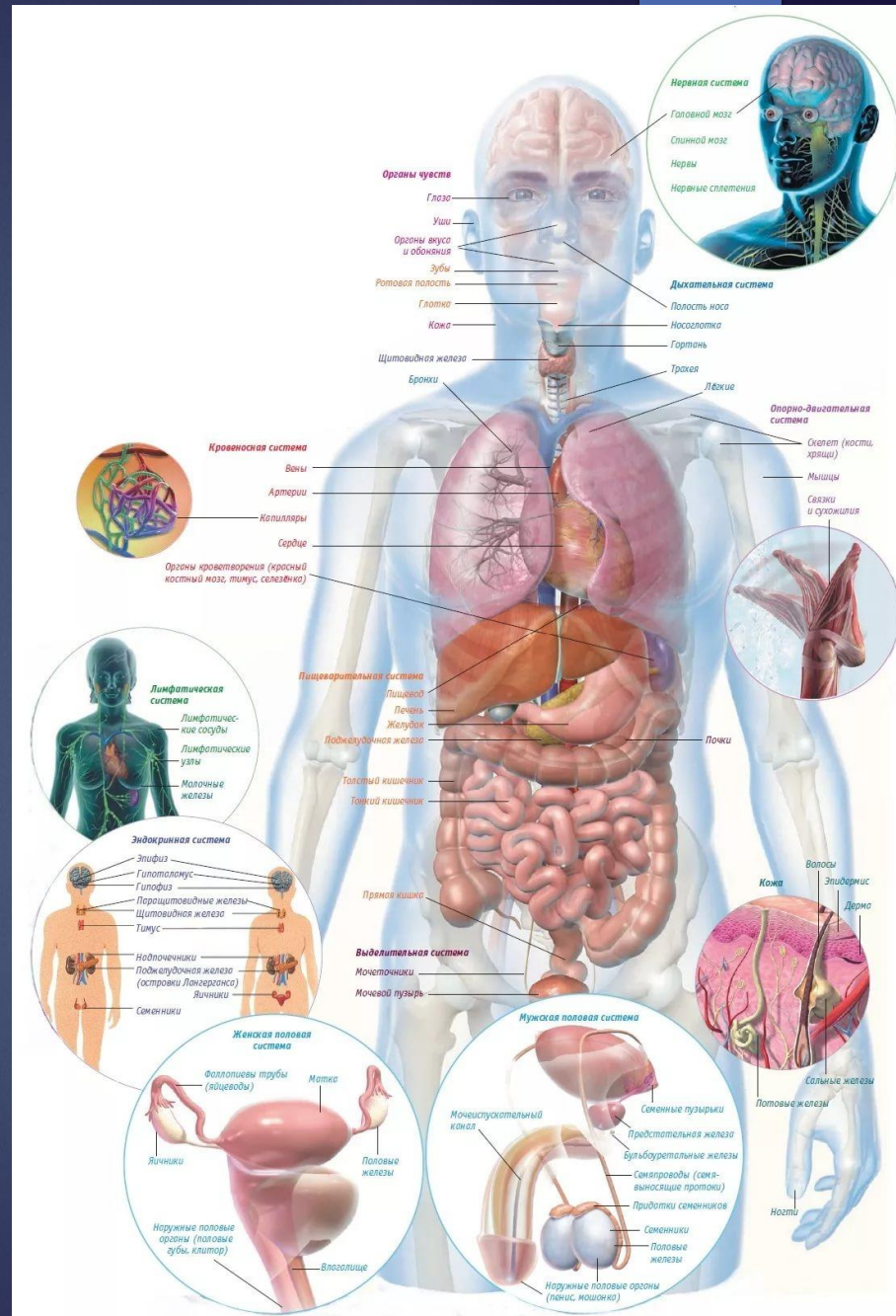
ЛЕКТОР - ДОЦ. КУЗНЕЦОВА М.А.

**Орган** — это часть тела, имеющая определенную форму, отличающаяся особой для этого органа конструкцией, занимающая определенное место в организме и выполняющая характерную для этого органа функцию.

В образовании каждого органа участвуют все виды тканей.

Одна из тканей является главной, ведущей, рабочей для данного органа.

Для мозга это нервная ткань, для мышц — мышечная, для желез — эпителиальная.





**Система органов** – органы, выполняющие единую функцию, имеющие общее происхождение и план строения (пищеварительная, дыхательная, мочевая, половая).

**Аппарат органов** – органы, объединенные единой функцией, имеющие разное строение и происхождение (опорно-двигательный аппарат, мочеполовой).

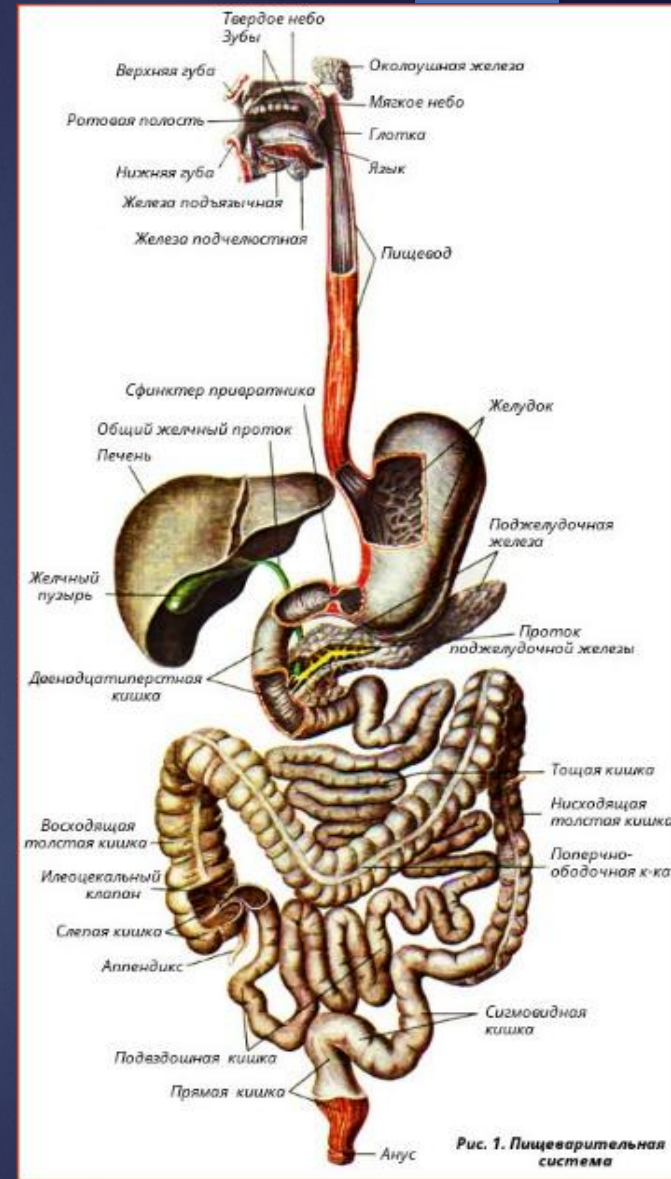
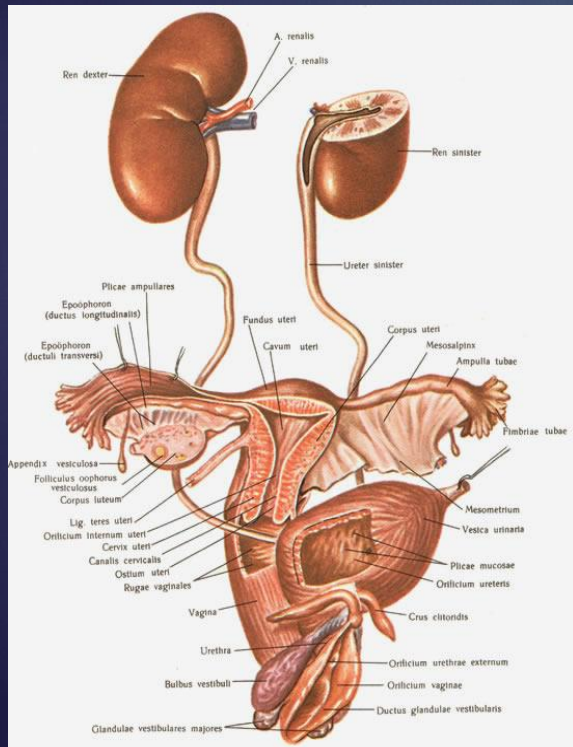


Рис. 1. Пищеварительная система

## ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ включает:

- скелет
- соединения костей
- мышцы

Функция опорно-двигательного аппарата – сохранение тела и его частей в относительном покое, изменение их положения в пространстве, преодоление гравитационного поля Земли.



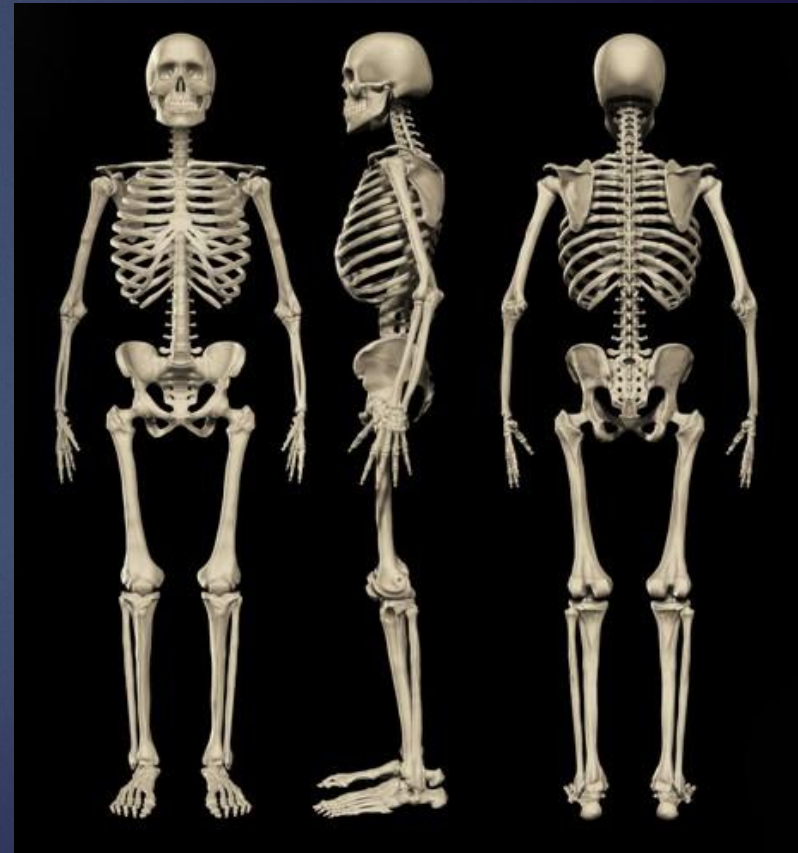


# ОБЩАЯ АНАТОМИЯ СКЕЛЕТА.

Скелет – skeleton (от греческого skeletos – высохший, высушенный), это совокупность соединенных между собой костей, образующих в теле человека твердый остов.

## Функции скелета

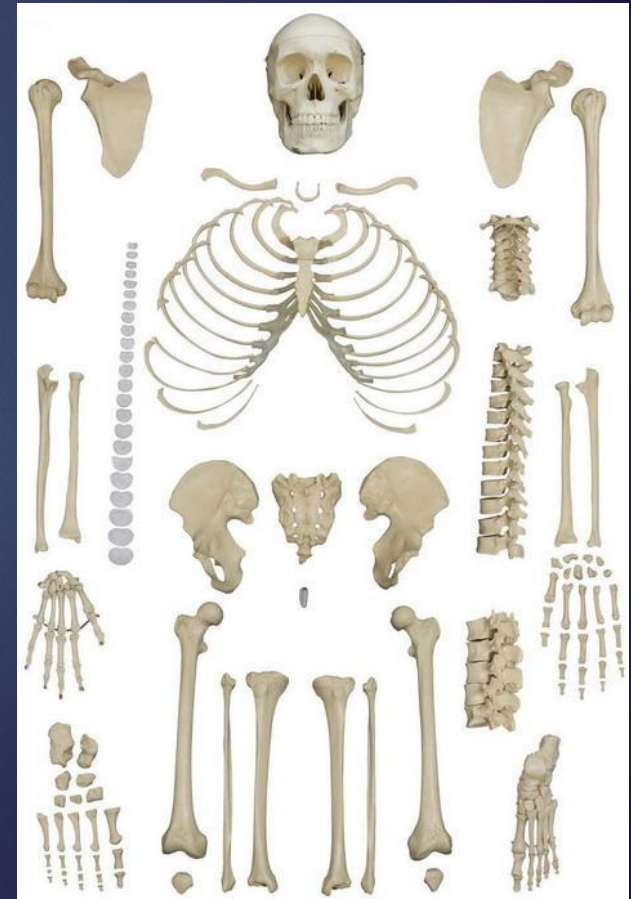
1. **Опорная** – скелет опора для мышц и органов.
2. **Формообразующая** – скелет формирует стенки полостей.
3. **Двигательная** – перемещение тела и его частей в пространстве.
4. **Защитная** – полости скелета (грудная полость, полость таза, черепа, позвоночного столба) защищают органы.
5. **Кровотворная** – красный костный мозг образует форменные элементы крови.
6. **Обменная** – минеральный обмен солей кальция, фосфора, магния.
7. **Антигравитационная** – преодоление гравитационного поля Земли.



В человеческом скелете взрослого насчитывают 207 костей (по Гиртлю – 228). Эта разница зависит от включения или не включения в состав скелета слуховых косточек, подъязычной кости, сесамовидных костей. Число костей может быть увеличено в результате появления добавочных (сесамовидных) в области кисти или стопы, 13-й пары ребер или вставочных костей черепа.

Кость является **органом**, т.к. обладает всеми характерными признаками:

- определенная форма,
- строение,
- функции,
- развитие,
- положение в организме,
- построена из нескольких тканей (преимущественно костной)



## Химический состав кости взрослого человека:

- ▶ 50% — вода;
- ▶ 15,75% — жир;
- ▶ 21,85% — неорганические вещества ;
- ▶ 12,4% — органические вещества (оссеин).

Вещества **неорганического типа** – разные соли. Большая их часть представлена известковым фосфатом (60%), присутствует известковый карбонат и магниевый сульфат (5,9 и 1,4% соответственно).

### Органический состав

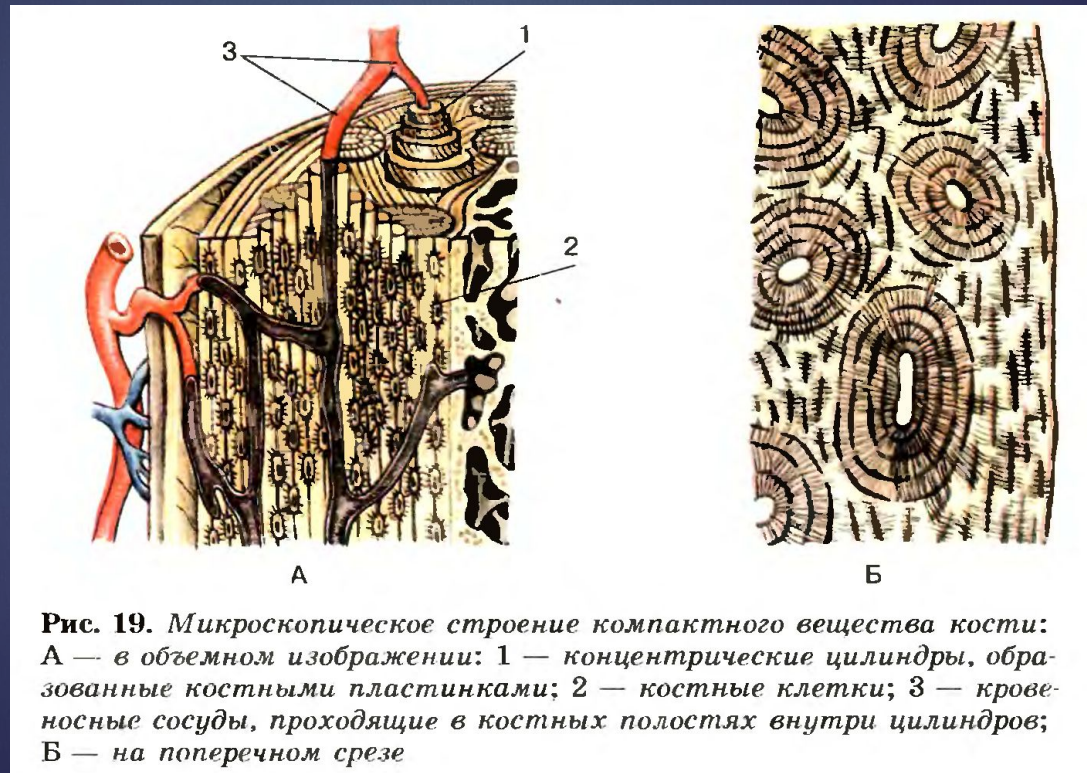
- ▶ 95% матрикса органического типа – это **коллаген**, который вместе с минеральными элементами является основным фактором, от которого зависят механические костные свойства.

Сухой деминерализованный костный матрикс содержит почти 20% белков неколлагеновых:

- ▶ протеогликаны (немного); липиды – участвуют в минерализации
- ▶ глюкозаминогликаны (связаны с оссификацией). Кроме того, если они изменяются, происходит окостенение.
- ▶ много цитрата - почти 90% – доля костной ткани - важен для процесса минерализации



- ▶ Коллаген, содержащийся в матриксе, имеет отличия от своих аналогов, находящихся в других тканях, главным образом за счет того, что содержит больше специфических полипептидов.
- ▶ Волокна расположены, как правило, параллельно уровню наиболее вероятных нагрузок на кость.
- ▶ Именно благодаря ему сохраняется эластичность и упругость.



**Рис. 19.** Микроскопическое строение компактного вещества кости:  
А — в объемном изображении: 1 — концентрические цилиндры, образованные костными пластинками; 2 — костные клетки; 3 — кровеносные сосуды, проходящие в костных полостях внутри цилиндров;  
Б — на поперечном срезе

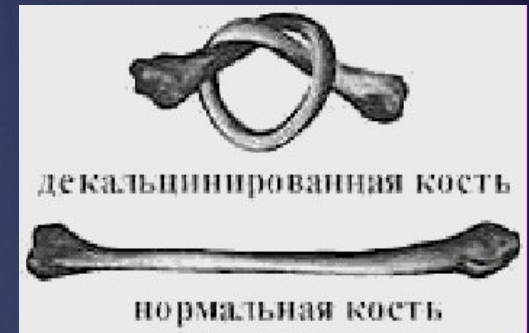


- ▶ Если кость подвергнуть **действию соляной кислоты**, то минеральные вещества будут растворены, а вот органические (оссеин) останутся. Они сохраняют форму, но станут чрезмерно **гибкими** и сильно подверженными деформированию.



Такое состояние **характерно для маленьких детей**. У них высоко содержание оссеина, поэтому кости более эластичны, чем у взрослых.

- ▶ Когда **теряются органические вещества**, но остаются минеральные (к примеру, если кость обжечь: она сохранит свою форму, но приобретет вместе с тем **сильную хрупкость** и может разрушиться даже от незначительного прикосновения.



Такие изменения в составе костной ткани происходят **в старости**. Доля минеральных солей доходит до 80% от всей массы. Поэтому пожилые люди более подвержены различного рода переломам и травмам.

# ФУНКЦИИ КОСТИ

## I. Механические:

- ▶ **опора** — формирование жёсткого костно-хрящевого остова тела, к которому прикрепляются мышцы, фасции и многие внутренние органы;
- ▶ **движение**, благодаря наличию подвижных соединений между костями, кости работают как рычаги, приводимые в движение мышцами;
- ▶ **защита** внутренних органов — формирование костных вместилищ (череп для головного мозга и органов чувств; позвоночный канал — спинного мозга);
- ▶ **рессорная, амортизирующая**, функция — уменьшение и смягчение сотрясения при движениях (арочная конструкция стопы, хрящевые прослойки между костями и другие).

## II. Биологические:

- ▶ **кроветворная, или гемопоэтическая**, функция — образование новых клеток крови (костный мозг);
- ▶ **участие в обмене веществ** (особенно в минеральном — кости являются депо солей фосфора, кальция, железа и др.





# Развитие кости

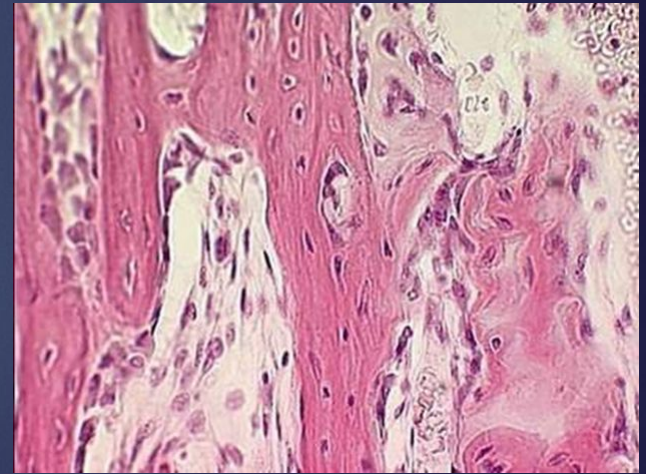
Происходит 2-мя способами:

1) из эмбриональной соединительной ткани (кости крыши черепа и лицевые);

2) на месте хряща (позвоночник, кости конечностей, основания черепа и др.).

В первом случае кости называются соединительнотканными, во втором – хрящевыми.

В обоих случаях сущность процесса развития костей остается одинаковой и источником образования костной ткани служит дорсальная мезенхима.

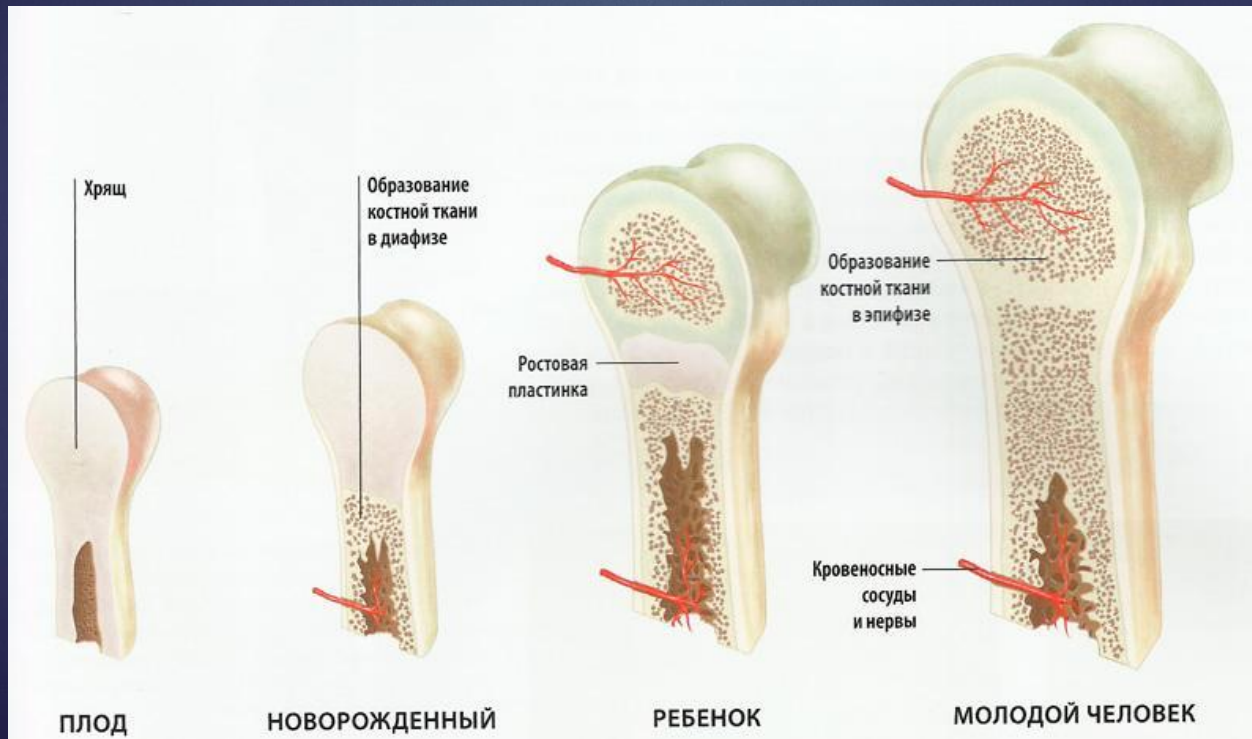


# РАЗВИТИЕ КОСТИ

Развитие скелета в организме человека протекает как во внутриутробном, так и внеутробном периодах и проходит ряд сменяющих друг друга стадий:

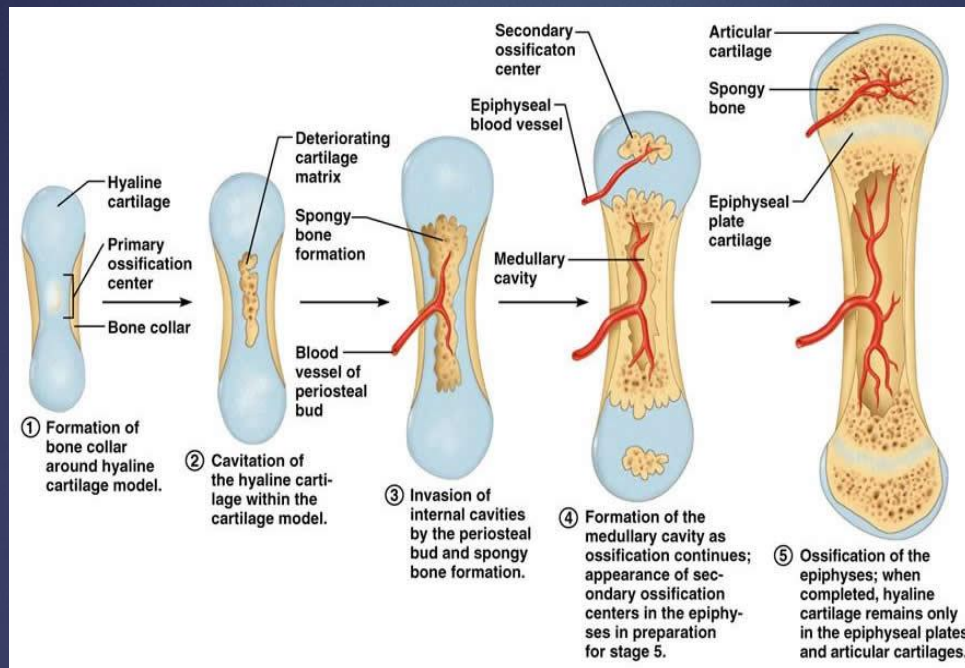
1. стадия соединительнотканного (перепончатого) скелета (3-4 нед внутриутробного развития).
2. стадия хрящевого скелета (5-7 нед внутриутробного развития).
3. стадия костного скелета (точки окостенения появляются с 8-й нед внутриутробного развития).

Все 3 стадии проходят почти все кости (т.н. вторичные кости) – окостенение происходит **эндохондрально** (*endo*, греч. - *внутри*, *chondros* - *хрящ*)





Кости, проходящие 2 стадии (т.н. первичные кости) – соединительнотканную и костную – кости свода черепа, большинство костей лицевого скелета черепа, средняя часть ключицы) - окостенение происходит **эндесмально** (*en* - внутри, *desme* – связка, соединительная ткань) в соединительной ткани первичных, покровных, костей



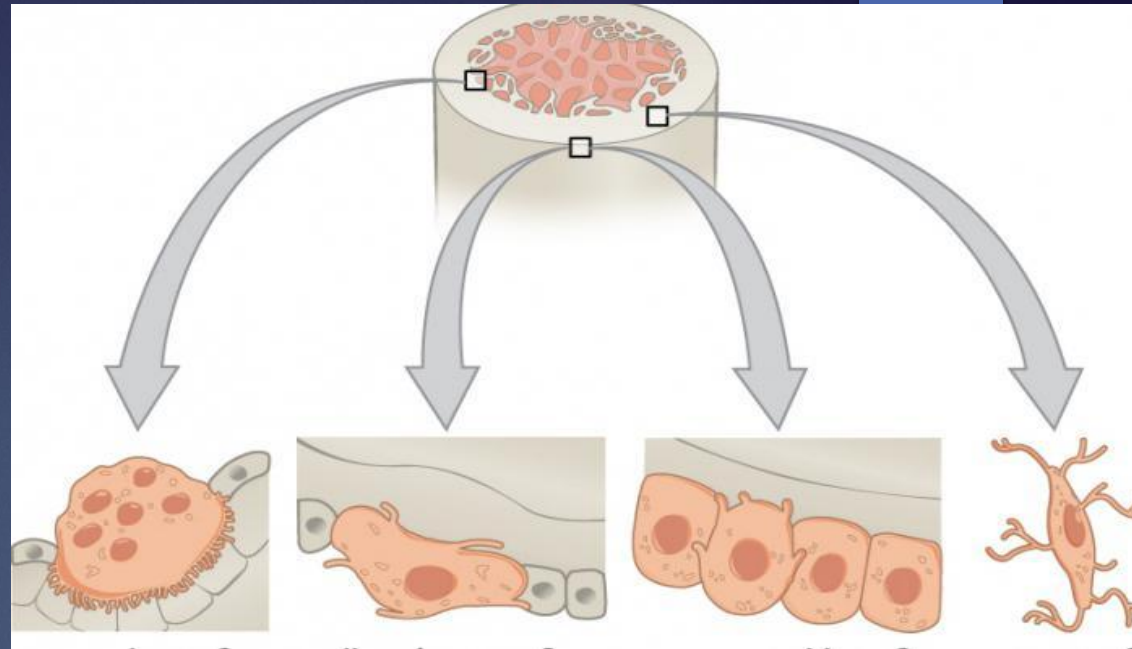
**Перихондральное окостенение** (*peri* - вокруг, *chondros* - хрящ) происходит на наружной поверхности хрящевых зачатков кости при участии надхрящницы (perichondrium). Благодаря этому костная ткань постепенно замещает ткань хрящевую и образует компактное костное вещество.

## Сроки оссификации скелета человека

Временной период	Затрагиваемые кости
3-й месяц эмбрионального развития	Возникновение первичных точек окостенения, формирующих тела, или диафизы, трубчатых костей
Рождение - 5 лет	Появление вторичных точек окостенения в эпифизах
5-12 лет у женщин, 5-14 лет у мужчин	Стремительное протекание окостенения различных костей
17-20 лет	Кости верхних конечностей и лопатки полностью окостеневают
18-23 года	Кости нижних конечностей и таз полностью окостеневают
23-25 лет	Полностью окостеневают грудина, ключица и позвонки
к 25 годам	Окончены практически все процессы окостенения



# Строение костной ткани



Отдельный вид соединительной ткани, из которой образуются все кости. В ее состав входят особые клетки и межклеточное вещество, которое включает органический матрикс, состоящий из коллагеновых волокон (90-95% от общей массы) и минеральных компонентов, в основном солей кальция (5-10%).

Различают 3 группы клеток:

1. остеокласты (слева),
2. остеобласты (посередине),
3. остеоциты (справа).

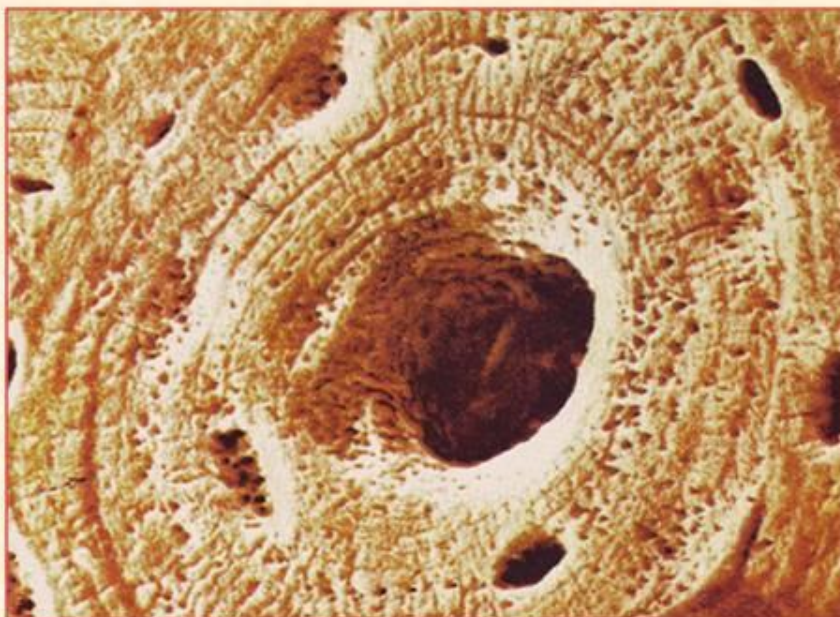
# Внутреннее строение костей.

- ▶ Изучение внутреннего строения костей лучше всего проводить на мацерированной, т.е. лишенной мягких тканей, кости. Выделяют 2 вида костного вещества – компактное (плотная субстанция) и губчатое (губчатая субстанция).
- ▶ Компактное вещество лежит снаружи, губчатое – внутри. В широких костях губчатая субстанция располагается тонким слоем между пластинками компактного вещества. В покровных костях черепа губчатое вещество называется диплоэ, а их внутренняя пластинка – стекловидной, так как она тоньше наружной и легче ломается.





**Компактное  
вещество  
костной ткани.**



Имеет пластинчатое строение,  
напоминающее систему вставленных  
друг в друга цилиндров

**Губчатое  
вещество  
костной ткани.**

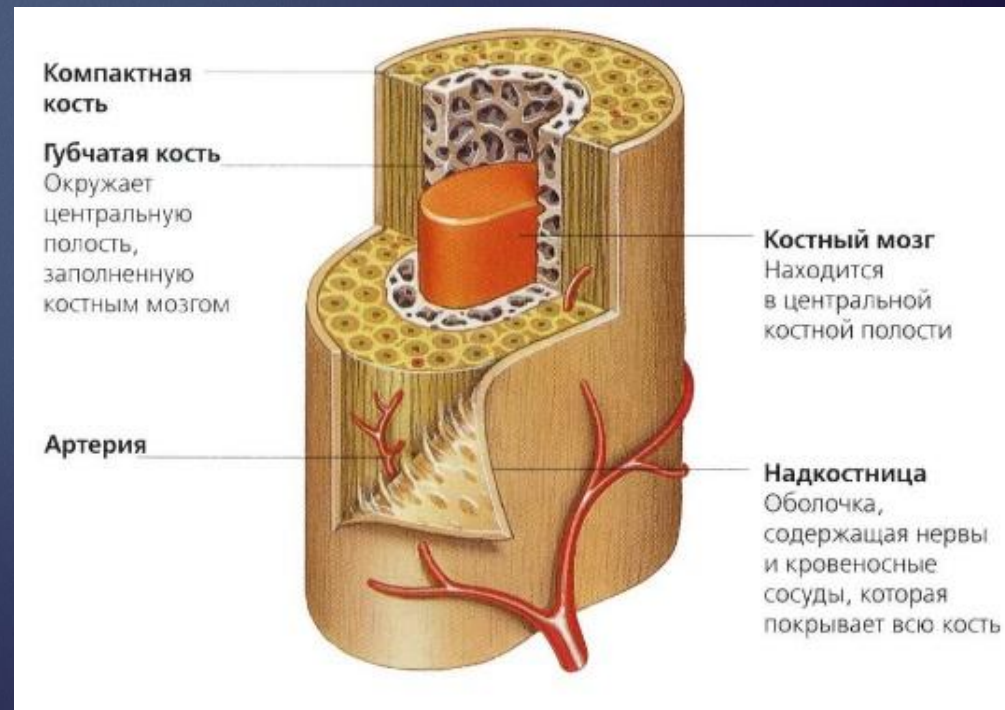
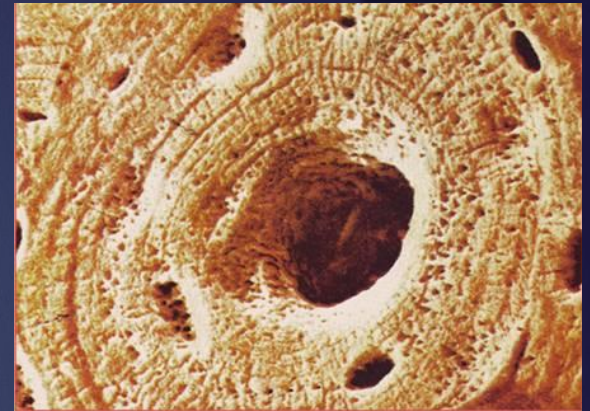


Образовано очень тонкими костными  
перекладинами, ориентированными  
параллельно линиям основных  
напряжений



# КОМПАКТНОЕ ВЕЩЕСТВО

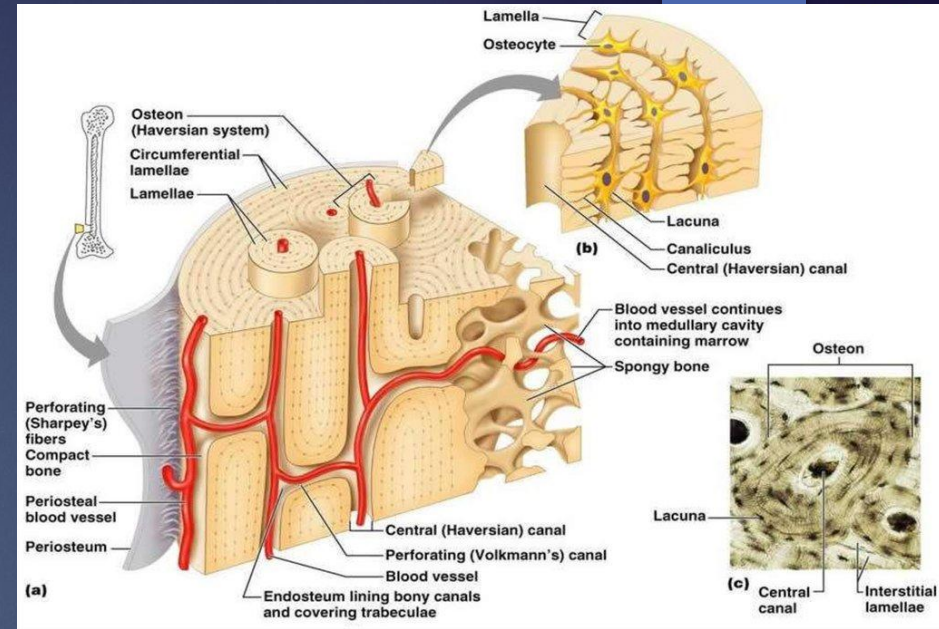
- ▶ Структурная единица компактного вещества кости – **ОСТЕОН** – система остеоцитов и костных пластинок, concentricки расположенных вокруг канала остеона;
- ▶ **Костная пластинка** – элемент костной ткани, представленный тонким пучком коллагеновых волокон, соединенных аморфным веществом, в которое вкраплены кристаллы минеральных солей.
- ▶ Толщина пластинок 3-7 мкм.
- ▶ Диаметр остеона – 20 -100 мкм, длина – 4 -5 см.
- ▶ В остеоне насчитывается до 20 пластинок. На поперечном разрезе бедренной кости насчитывается до 3200 остеонов.



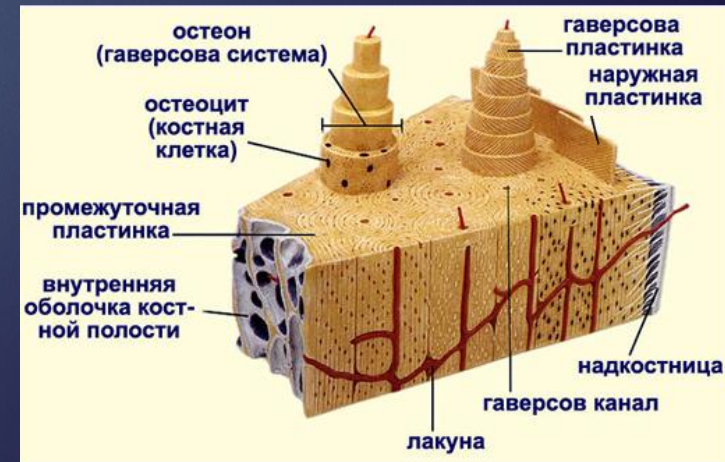
# Остеон (гаверсова система)

**Остеон** - структурная единица компактного вещества кости.

- Представлен системой вставленных один в другой 5-20 полых цилиндров, образованных пластинами костной ткани и ограничивающих центральный, или гаверсов, канал.



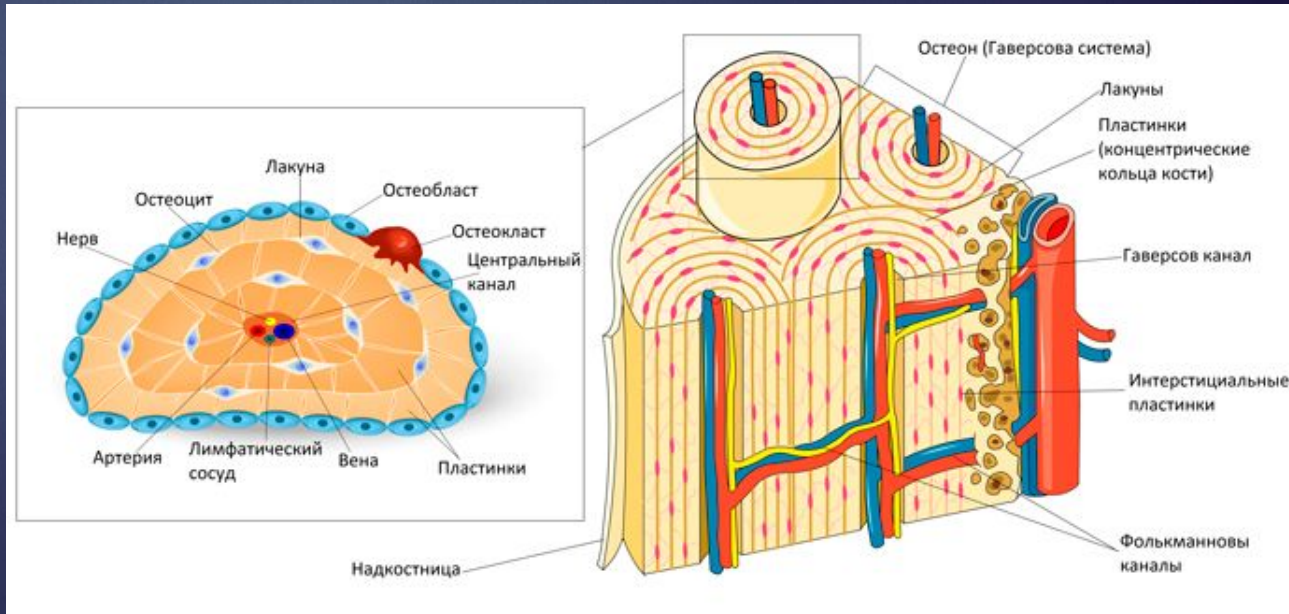
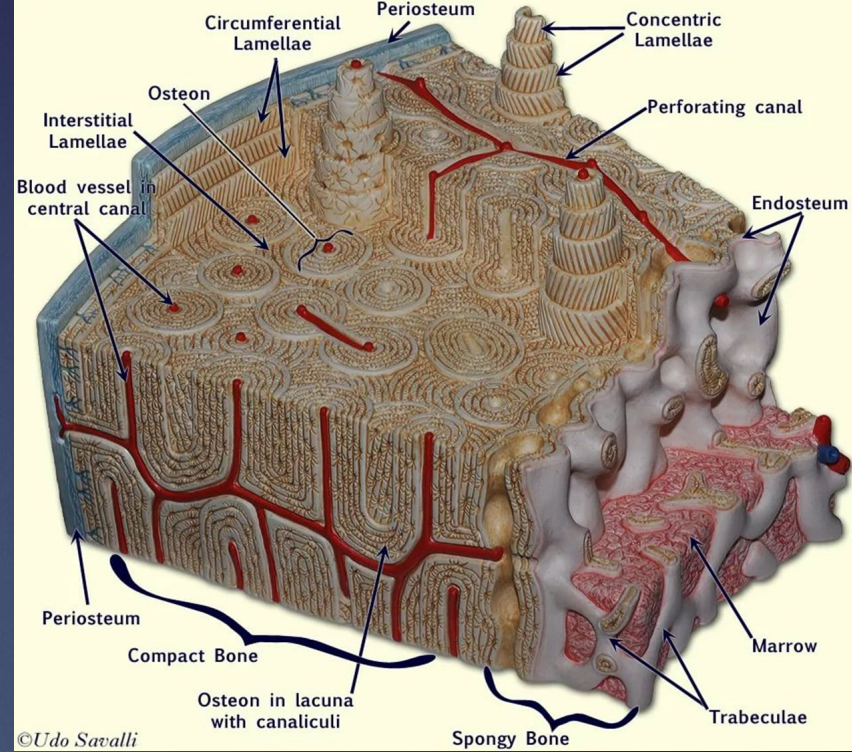
- Коллагеновые волокна каждой пластины ориентированы в одном направлении, но в смежных пластинах они расположены под углом друг к другу - обуславливает высокие механические свойства кости.
- В лакунах по границе между пластинами лежат тела остеоцитов, их отростки, проходящие в канальцах, пронизывают вещество пластин.





Гаверсовы каналы кроме нежной соединительной ткани содержат кровеносные сосуды, питающие кость. Они проходят и в так называемых фолькманновских каналах, которые пронизывают кость со стороны наружной поверхности.

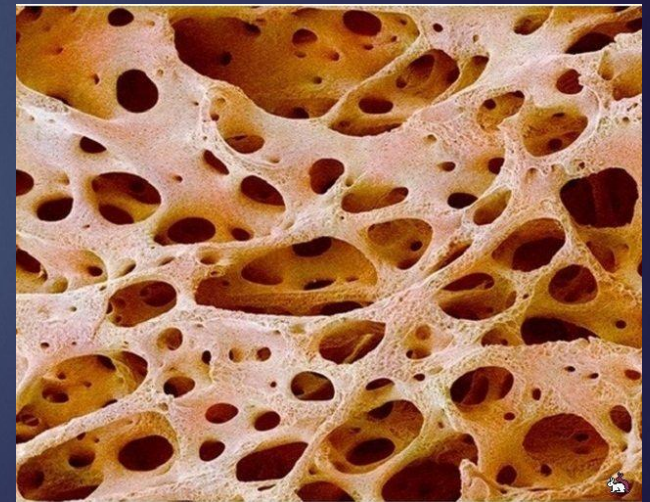
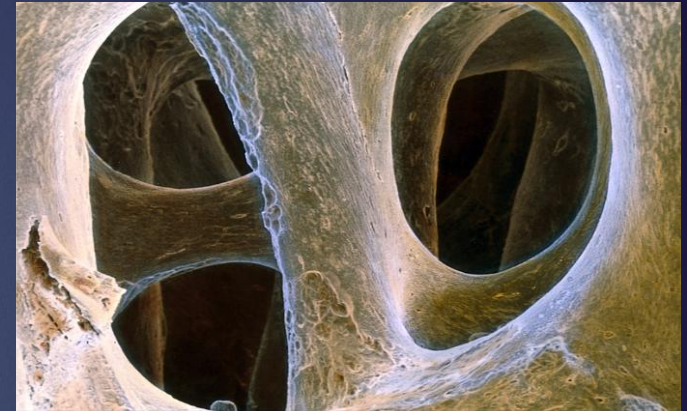
Поэтому наружная поверхность мацерированной кости испещрена мельчайшими питательными отверстиями, через которые сосуды проникают из надкостницы в кость.





# ГУБЧАТОЕ ВЕЩЕСТВО

- ▶ Губчатое вещество кости состоит из костных перекладин.
- ▶ Костная перекладина (син.: костная балка, трабекула) - это плотно спрессованные костные пластины.
- ▶ В эмбриологии – участок костной ткани в процессе онтогенеза, распространяющийся радиально от точки окостенения.
- ▶ В анатомии – общее название участков губчатого вещества, между которыми находится красный костный мозг

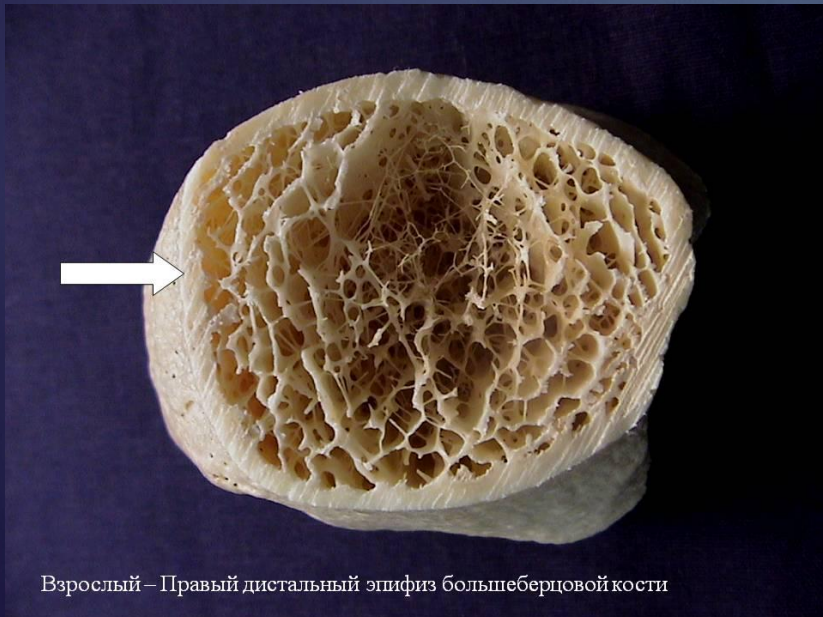


Перекладины губчатого вещества располагаются не беспорядочно, а закономерно, отвечая функциональным условиям, в которых данная кость находится.

Поскольку кости испытывают двойное действие – давление и тягу мышц, костные перекладины размещаются по линиям сжатия и растяжения.

В соответствии с направлением этих сил отдельные кости или даже их части имеют разное строение.

Костные ячейки содержат костный мозг – орган кроветворения и биологической защиты организма. В трубчатых костях костный мозг находится также в их центральном канале, называемом костномозговой полостью.

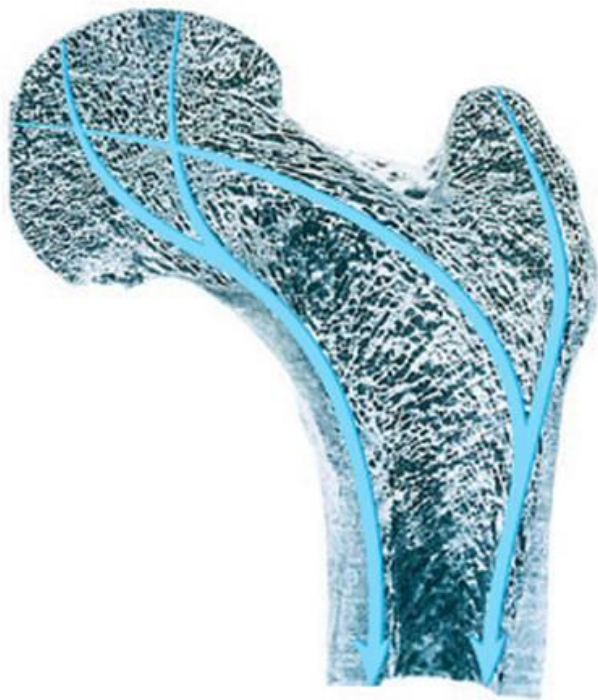


Взрослый – Правый дистальный эпифиз большеберцовой кости





Строение кости соответствует ее *месту в организме* и *назначению*



Направление линий напряжения при осевой нагрузке (нагрузке весом)

- **Компактное вещество** – развито в костях, выполняющих функцию опоры и роль рычагов

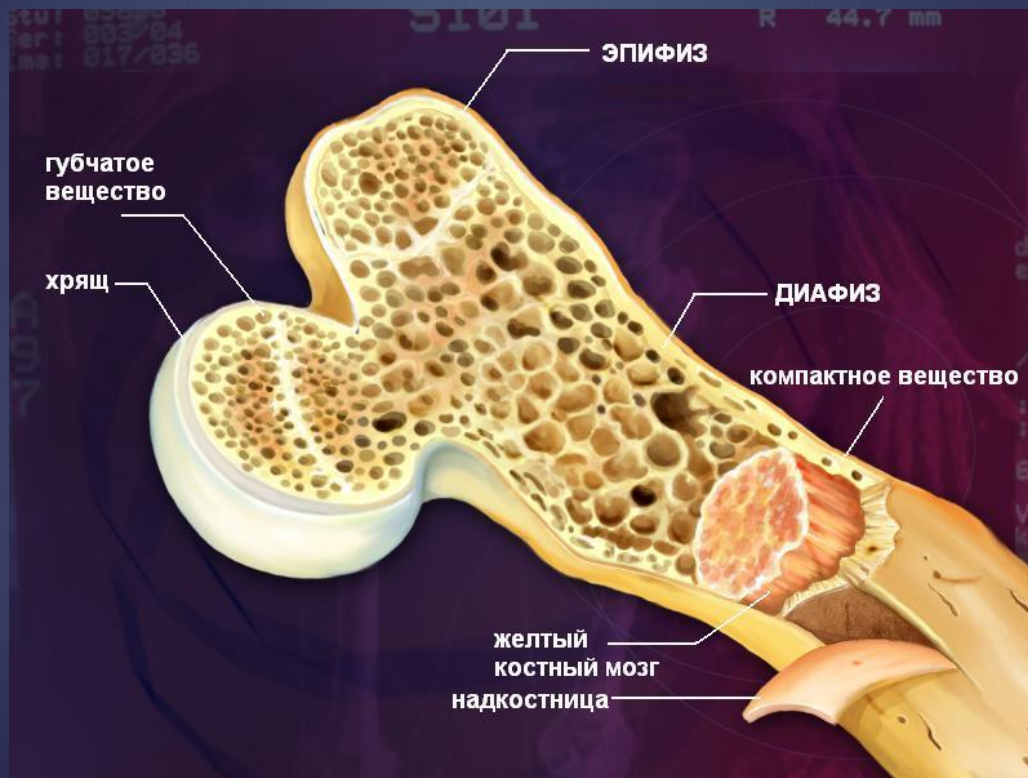
- **Губчатое вещество** – развито в костях большого объема и испытывающих нагрузку по многим направлениям

Трубчатое и арочное строение костей обеспечивает максимальную прочность и *легкость* при наименьшей *затрате костного материала*



Из губчатого вещества в основном построены **эпифизы длинных костей**, часть смешанных и плоских и все короткие. В основном это легкие и в то же время прочные части скелета человека, которые испытывают нагрузку в различных направлениях.

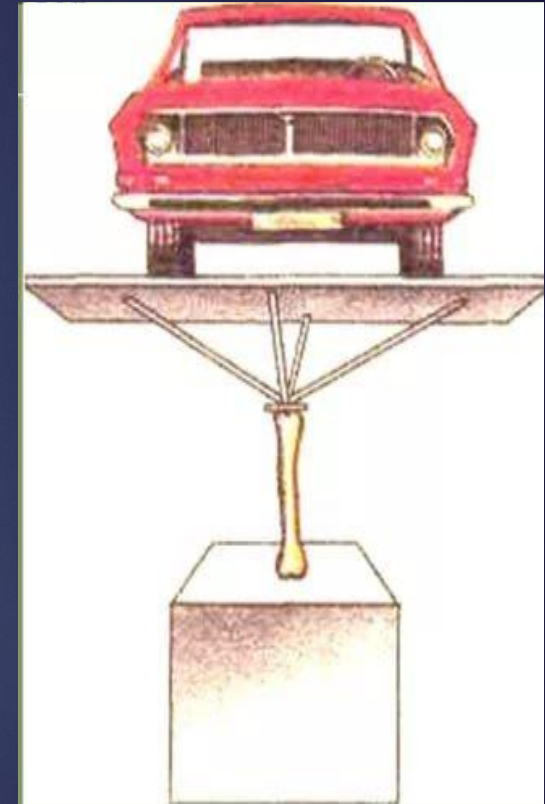
**Функции костной ткани** находятся в прямой взаимосвязи с ее строением, которое в данном случае обеспечивает большую площадь для метаболических процессов, осуществляемых на ней, придает высокую прочность в совокупности с небольшой массой.



Упругость костей ежеминутно подвергается испытаниям при всевозможных механических воздействиях, особенно при толчках, ударах, напряжениях.

Череп, упавший на пол с высоты человеческого роста, обычно не разбивается: в момент удара он деформируется, но тотчас в силу упругости возвращается к прежней форме. Подвергнутый давлению сверху, череп сплющивается, становясь на 10% ниже, но не ломается.

Большеберцовая кость выдерживает груз в 1650 кг по вертикали, раздавливается по плоскости при нагрузке в 4000 кг, плечевая кость выдерживает давление в 850 кг, бедренная – в 3000 кг.



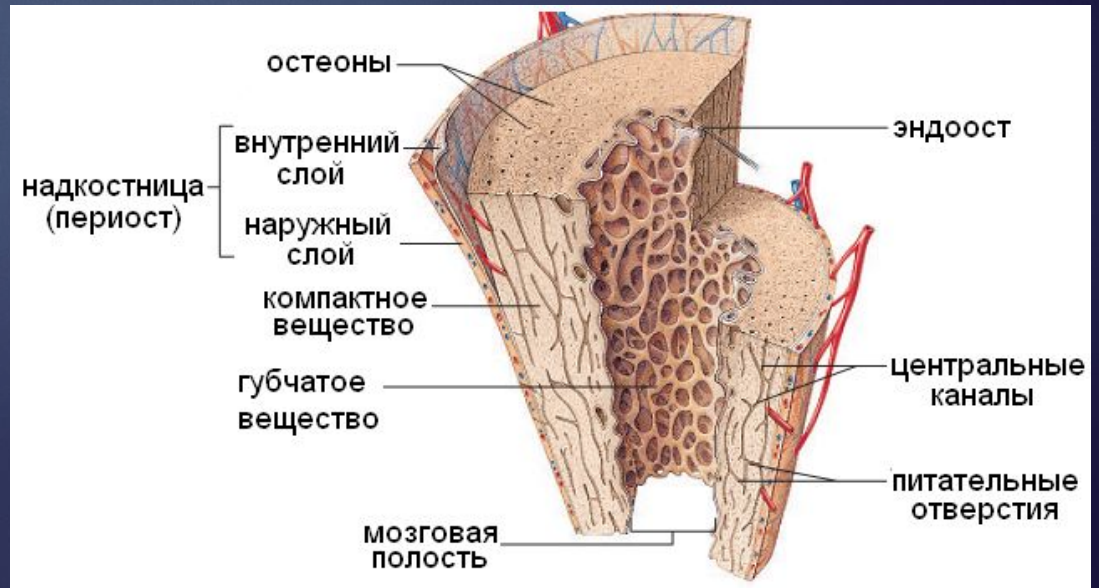
# Надкостница

Покрывает кости снаружи, прикрепляется к ним с помощью коллагеновых волокон, собранных в толстые пучки, которые проникают и сплетаются с наружным слоем костных пластинок.

Имеет 2 выраженных слоя:

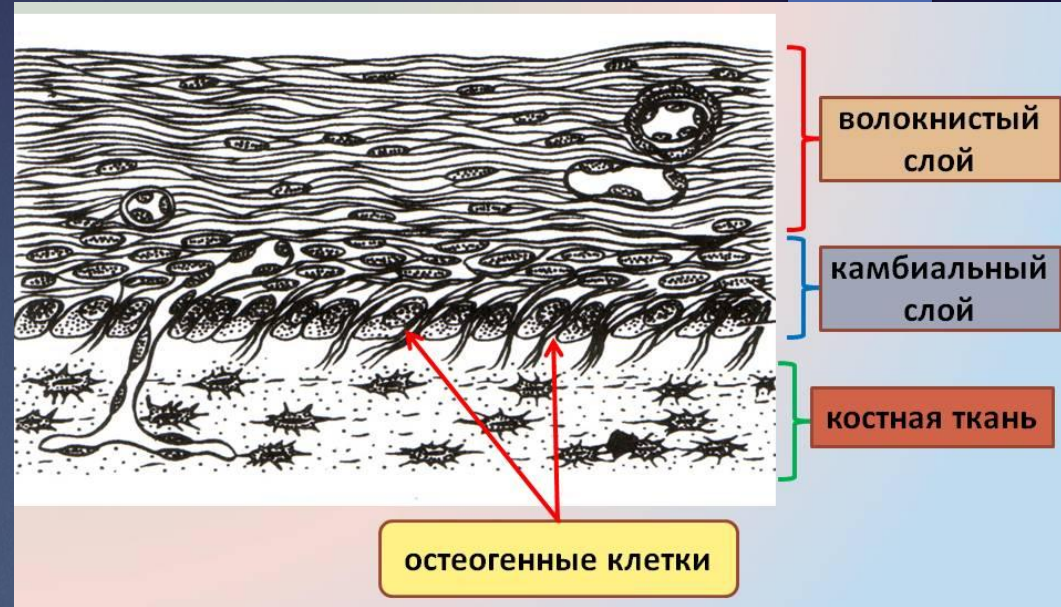
- ▶ **Наружный** (фиброзный) - его образует плотная волокнистая, неоформленная соединительная ткань, в ней преобладают волокна, располагающиеся параллельно к поверхности кости);
- ▶ **Внутренний** (камбиальный, костеобразующий) слой хорошо выражен у детей и менее заметен у взрослых (образован рыхлой волокнистой соединительной тканью, в которой есть веретенообразные плоские клетки – неактивные остеобласты и их предшественники).

Сухожилия, связки, межмышечные перегородки срастаются с наружным волокнистым слоем надкостницы, как бы вплетаются в нее.





**Внутренний (камбиальный) слой надкостницы** состоит из клеток, образующих кость (остеобластов) и разрушающих кость (остеокластов). За счет этих клеток идет не только регенерация кости, но и моделирование ее в процессе роста, так как нарастание костного вещества идет параллельно с его рассасыванием. Все определяется преобладанием одного процесса над другим.

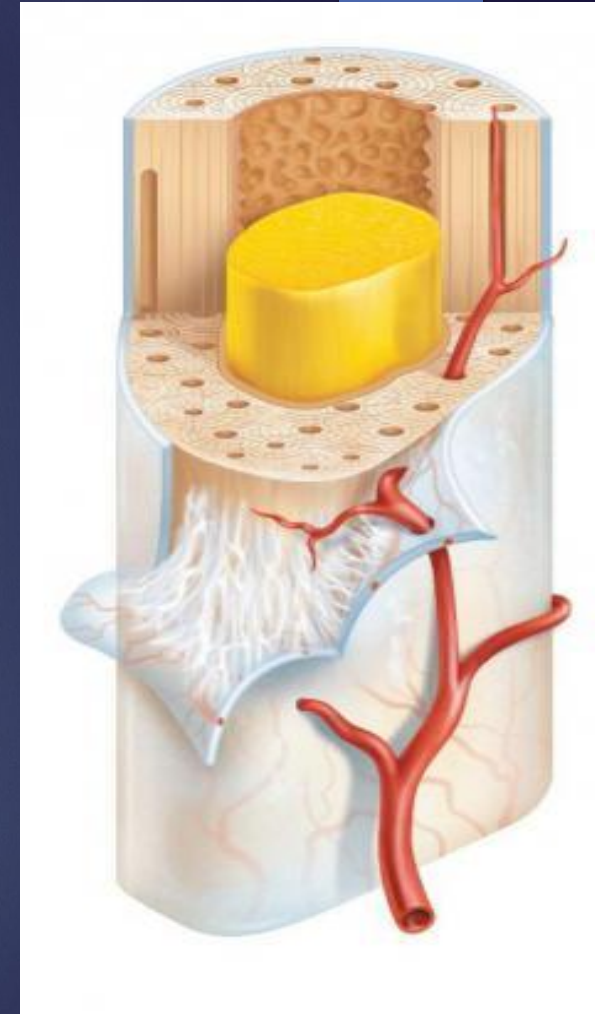


Важным фактором, побуждающим клетки надкостницы к костеобразованию, является растяжение ее, возникающее при деформации кости или вследствие тракции мышц. Растяжение надкостницы вызывает раздражение проприорецепторов. Нервные импульсы с мышц и надкостницы определяют тонус и сокращение гладких клеток сосудов, которые вызывают сосудистую реакцию. Повышенный приток крови приводит к изменению обмена веществ в кости и соответствующей перестройке.

# Надкостница

Функции:

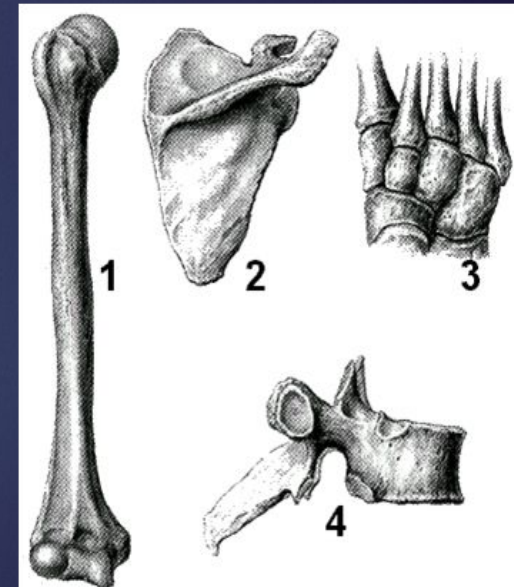
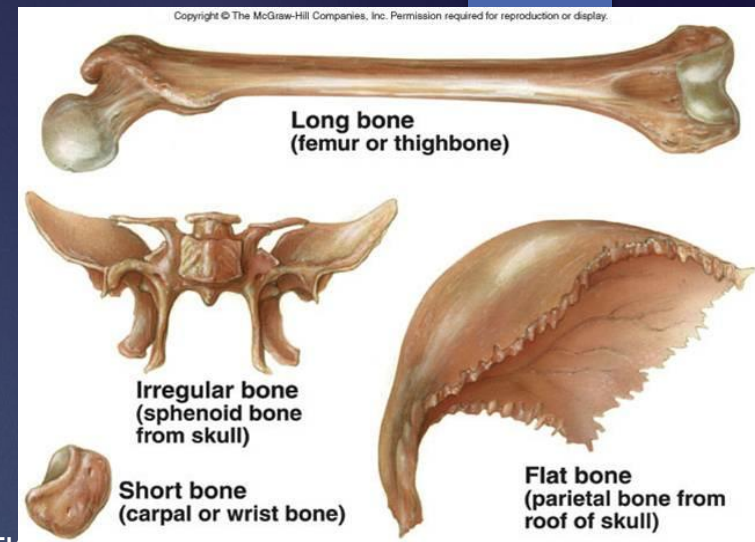
1. **Трофическая** – питание кости, поскольку на поверхности содержит сосуды, которые проникают внутрь вместе с нервами через специальные питательные отверстия. Эти каналы питают костный мозг.
2. **Регенераторная** - объясняется наличием остеогенных клеток, которые при стимуляции трансформируются в активные остеобласты, вырабатывающие матрикс и вызывающие наращивание костной ткани, обеспечивающие ее регенерацию (рост костей в толщину).
3. **Механическая или опорная** - обеспечение механической связи кости с другими прикрепляющимися к ней структурами (сухожилиями, мышцами и связками).





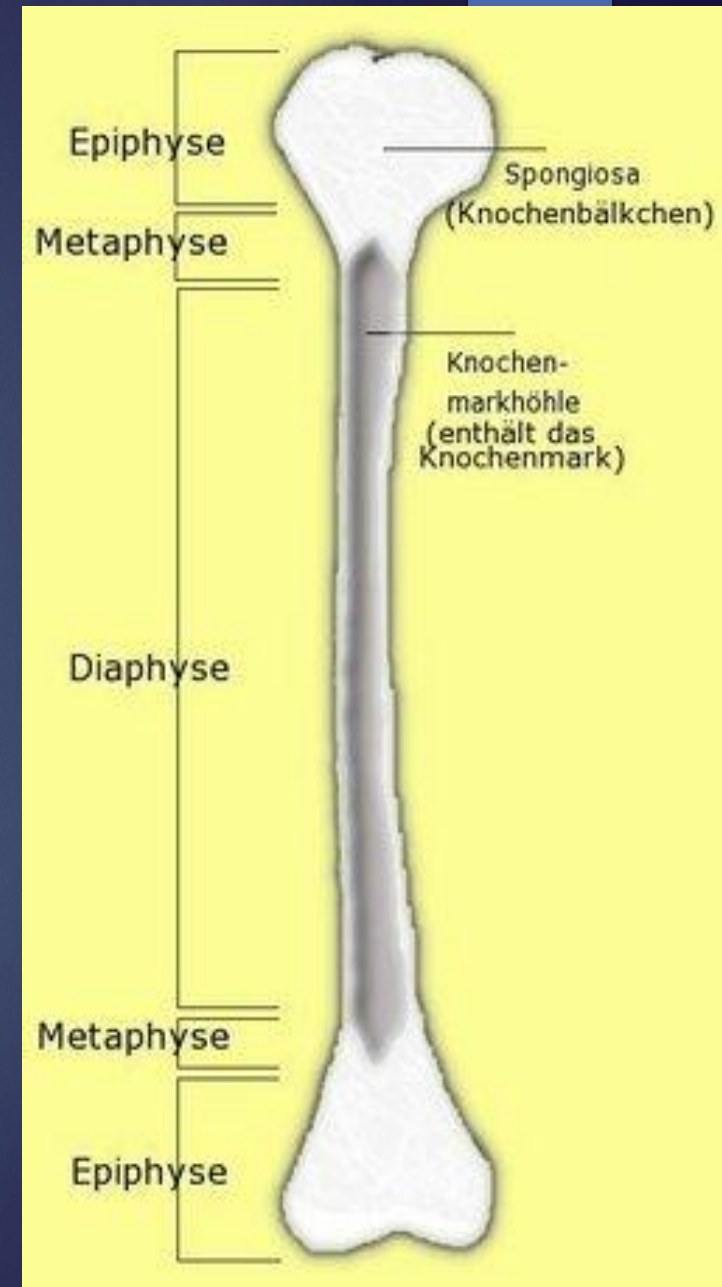
# Классификация костей

- Трубчатая кость** – длинные – биэпифизарные (плечевая, локтевая, лучевая, бедренную, большеберцовая и малоберцовая кости) и короткие – моноэпифизарные (кости пястья, плюсны, пальцев, ключица).
- Губчатая кость** располагаются в тех частях скелета, где значительная подвижность костей сочетается с большой механической прочностью. **Длинные** (ребра, грудина); **короткие** (кости запястья и предплюсны); **сесамовидные кости** (надколенник, гороховидную кость, сесамовидные кости кисти, стопы). Сесамовидные кости располагаются возле суставов, участвуя в их образовании и способствуя их движениям, но с костями скелета непосредственно не связаны.
- Плоские кости** формируют стенки полостей, выполняют защитные функции (кости свода черепа), кости поясов конечностей (лопатка, тазовая кость). Они имеют значительные поверхности для прикрепления мышц.
- Смешанные кости** построены более сложно, их части принадлежат к различным по форме костям (позвонки, кости основания черепа и лицевого отдела черепа) имеют разную функцию, строение и развитие. К ним можно отнести ключицу, частично развивающуюся эндесмалью, частично – энхондрально.
- Воздухоносные кости** - содержат в себе полости, выстланные слизистой оболочкой и заполненные воздухом. Такие полости имеют кости черепа (лобная, клиновидная, решетчатая, височные, верхнечелюстные кости).



# Трубчатая кость:

1. Средняя часть - тело кости (или **диафиз**).
2. Утолщенные концы кости - **эпифизы**. На эпифизах находятся суставные поверхности, покрытые суставным хрящом, которые служат для соединения с соседними костями.
3. Участок кости, находящийся между диафизом и эпифизом, называют **метафизом**.
4. Метафиз соответствует окостеневшему в процессе постнатального развития эпифизарному хрящу. За счет метафизарной хрящевой зоны кость растет в длину.





В каждой трубчатой кости различают:

Диафиз (тело кости)

Метафизы – концы диафиза, прилегающие к эпифизарному хрящу

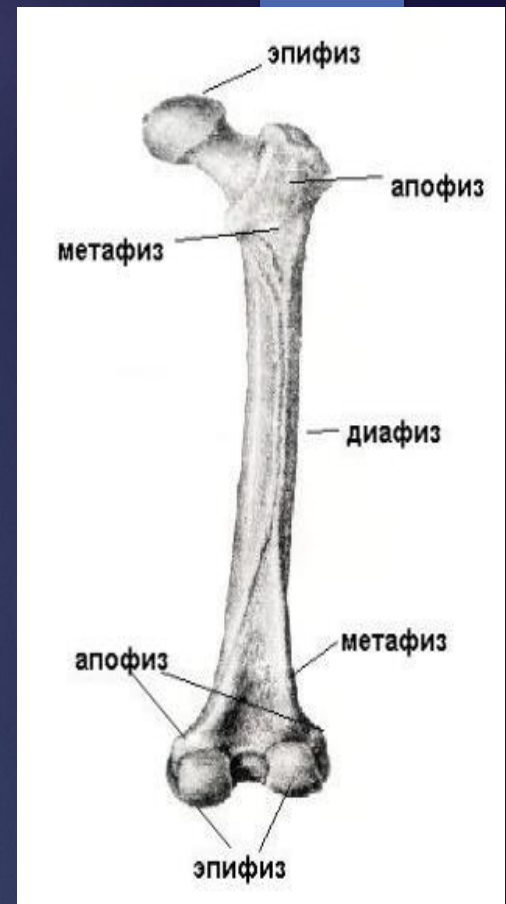
Эпифизы – суставные концы каждой трубчатой кости, расположенные по другую сторону эпифизарного хряща

Апофизы – расположенные вблизи эпифиза костные выступы

На поверхности каждой кости имеются неровности и места начала и прикрепления мышц, фасций и связок.

Возвышения, отростки, гребни и бугры называют **апофизами**.

Их формированию способствует тяга мышечных сухожилий. На участках, где мышца прикрепляется своей мясистой частью, имеются обычно углубленные участки (ямки и ямочки).

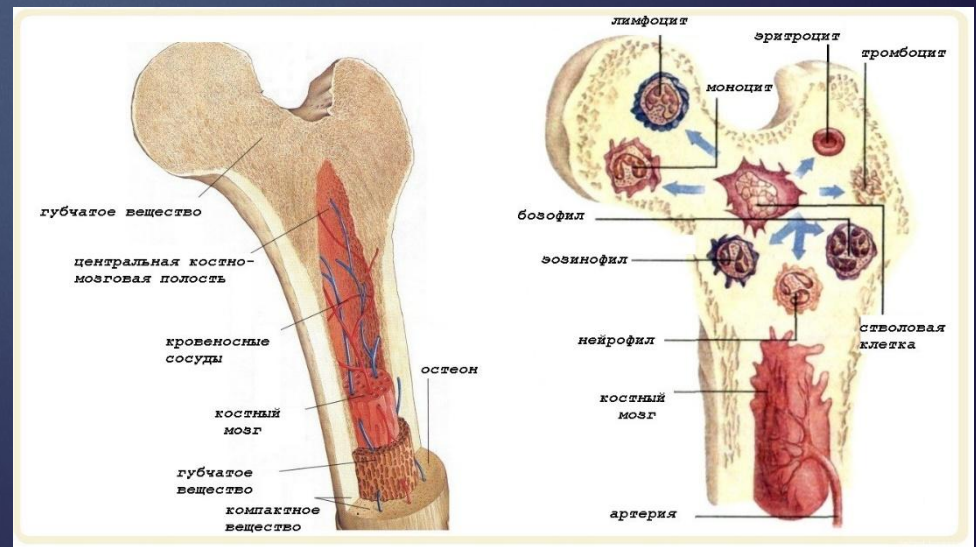


**Красный (кроветворный) костный мозг** – это миелоидная ткань, которая, как и лимфоидная, состоит из 2-х основных компонентов: стромального – строма, служащая микроокружением для гемопоэтических (кроветворных) клеток, и гемального – форменные элементы крови на разных стадиях развития.

Строма образована ретикулярной тканью, остеогенными, тучными, жировыми, адвентициальными, эндотелиальными клетками и межклеточным веществом.

Костный мозг у человека находится в основном **внутри тазовых костей, рёбер, грудины, костей черепа, внутри эпифизов и губчатого вещества эпифизов длинных трубчатых костей и, в ещё меньшей степени, внутри тел позвонков.**

В норме он защищён барьером иммунологической толерантности с целью недопущения уничтожения незрелых и созревающих клеток собственными лимфоцитами организма.





**Желтый (неактивный) костный мозг** – это жировая ткань с отдельными островками (stromами) ретикулярной ткани. Он находится в костномозговых каналах трубчатых костей и в частях ячеек губчатого вещества костей.

- **Желтый костный мозг**, являющийся неактивным и включающий в свой состав большое количество жировой ткани. У новорожденных есть только красный костный мозг.
- В ходе развития человека, красный костный мозг замещается желтым.
- При необходимости желтый костный мозг **может снова превращаться** в красный костный мозг.

Костный мозг не имеет ничего общего с головным и спинным мозгом. Он не относится к нервной системе и не имеет нейронов.

Костный мозг является важнейшим кроветворным органом.



**Слизистый костный мозг** – студенистая, слизистая, бедная клетками консистенция. Он образуется в развивающихся костях черепа и лица.

При отложении в стромальный компонент основы жира и уменьшении числа миелоидных элементов красный мозг переходит в жёлтый, а при исчезновении жира и миелоидных элементов он приближается к слизистому.





## Функции костного мозга

- Кроветворение
- Разрушение эритроцитов
- Реутилизация железа
- Синтез гемоглобина
- Место накопление резервных липидов
- Иммунная защита

Кость в процессе трудовой деятельности человека может изменить свою форму. Под влиянием длительного и систематического сокращения мускулатуры увеличивается количество костного вещества – происходит так называемая рабочая гипертрафия.

При старении в различных частях скелета происходит разрежение кости – остеопороз. В трубчатых костях отмечается рассасывание кости на внутренней поверхности диафиза, в результате чего расширяется костномозговая полость.

Вместе с этим наблюдается отложение солей извести и развитие костной ткани на внешней поверхности костей, под надкостницей. Нередко в местах прикрепления связок и сухожилий, а также по краям суставных поверхностей могут формироваться костные выступы – остеофиты. Прочность костей у пожилых людей значительно уменьшается, и сравнительно небольшие травмы могут приводить к переломам.





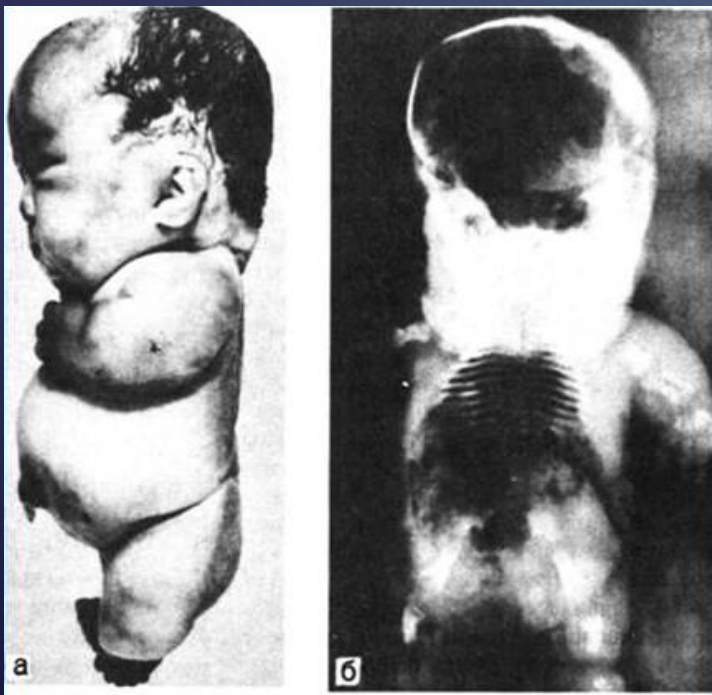
# Аномалии развития костной системы

Известно большое количество пороков развития скелета. Одни из них затрагивают всю костную систему (системные пороки), другие – только отдельные кости (изолированные пороки).

1. Ахондрогенез.
2. Ахондроплазия (*несовершенный хондрогенез*).
3. Спондилоэпифизарная дисплазия.
4. Фиброзная дисплазия.
5. Эпифизарная дисплазия.
6. Ризомномелореостоз.
7. Энхондроматоз.
8. *Несовершенный остеогенез (несовершенное костеобразование)*.
9. *Остеопетроз (болезнь мраморных костей)*.
10. Точечная ризомелическая хондродисплазия.

# Ахондрогенез

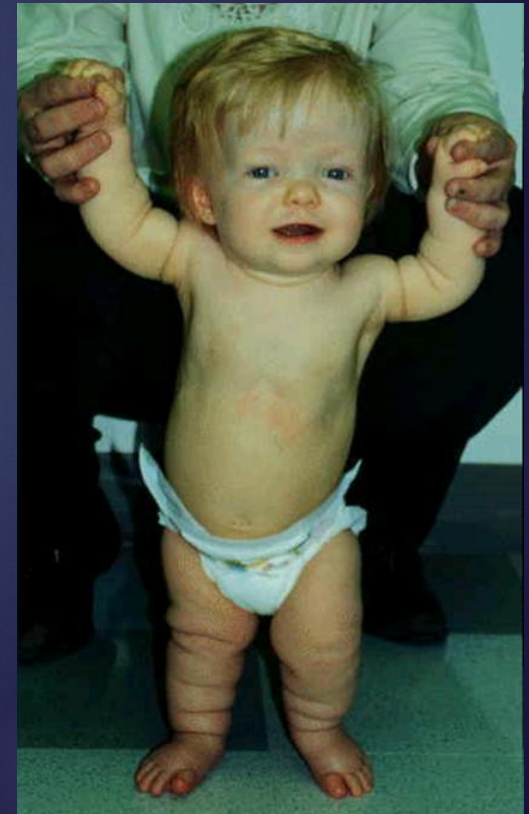
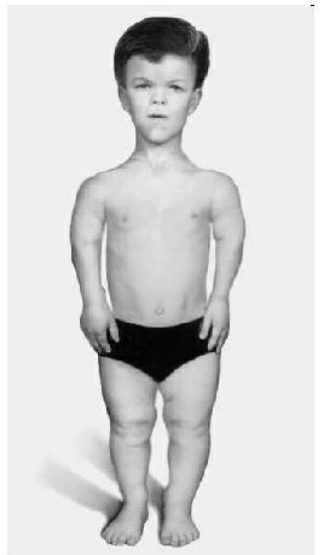
- Один из наиболее тяжелых видов хондродисплазий.
- Голова сильно увеличена, конечности, туловище и шея укорочены. Рентгенологически выявляются недостаточная кальцификация поясничных позвонков и полное отсутствие кальцификации крестца и лобковой кости, нормальная оссификация черепа, сильное укорочение ребер и длинных трубчатых костей, метафизы которых имеют размытые контуры.
- Плод нежизнеспособен.





**Ахондроплазия (несовершенный хондрогенез)** – в основе процесса лежит нарушение процесса энхондрального остеогенеза, тогда как периостальное окостенение практически не изменено. Хрящ сформирован, но резко гипоплазирован.

Клинические признаки: укорочение проксимальных отделов конечностей (ризомелическая микромелия), плюсневых и пястных костей, фаланг пальцев. Кисти широкие и имеют характерную форму, пальцы в виде трезубца, изодактилия. Постоянная микроцефалия, дисплазия лицевого черепа, (гипоплазия средней части лица, выступающие лобные бугры, седловидный нос с узкими носовыми ходами, иногда прогнатия), изменения костей таза (укорочение крыльев подвздошных костей, сужение крестцово-подвздошного сочленения, уплощение крыши и неправильные контуры вертлужной впадины). Характерны изменения позвоночника.



# Спондилоэпифизарная дисплазия

В основе лежит дисплазия преимущественно эпифизов костей и позвонков, проявляется в 2-м возрасте поясничным лордозом и отставанием в росте.

Грудная клетка становится бочкообразной, грудина выдается вперед, формируется «утиная» походка.

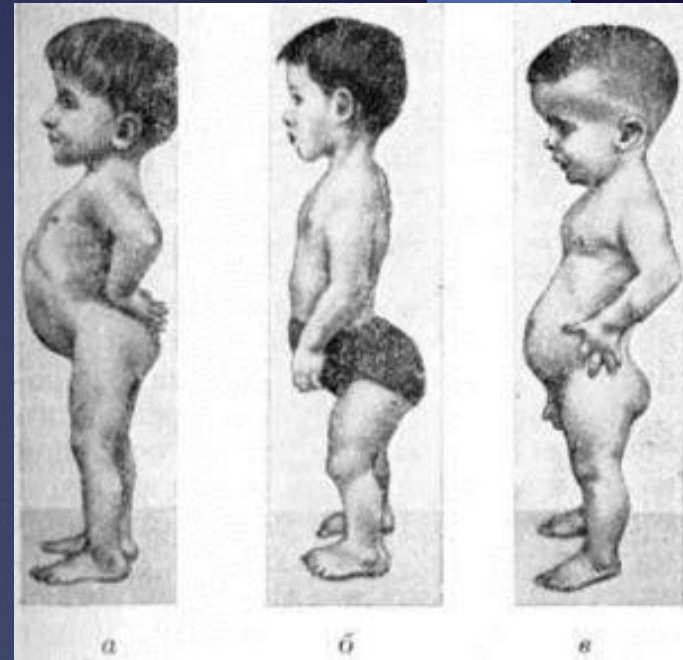
Иногда отмечаются расщелина неба и косолапость.

При нормальной длине конечностей туловище укорочено. Размеры кистей и стоп не изменены.

Рентгенологически выявляют замедленную оссификацию головок бедренных костей, неправильные волнистые контуры позвонков, с возрастом тела позвонков уплощаются.

Отмечаются расширение и разрыхление ростковых зон эпифизов длинных трубчатых костей.

В костях кистей и стоп запаздывает появление ядер окостенения.





**Несовершенный остеогенез (*osteogenesis imperfecta*; иначе «несовершенное костеобразование», болезнь «хрустального человека», болезнь Лобштейна-Вролика)** – группа генетических нарушений. Одно из заболеваний, характеризующееся повышенной ломкостью костей. Больные либо имеют недостаточное количество коллагена, либо его качество не соответствует норме. Так как коллаген — важный белок в структуре кости, это заболевание влечёт за собой слабые или ломкие кости.



Спасибо за внимание!