

Main Camera



План

1

Мягкий остов

2

Твердый скелет. Факторы формообразования

3

Факторы формообразования

4

Кость как орган. Химический состав кости

5

Строение костей

6

Классификация костей

Организм любого живого существа строится по единому принципу. В конструкции организма встречаются 3 аппарата

1

Внешние покрытие; аппарат отграничения массы тела; у человека это кожа, дополняемая слизистыми оболочками

2

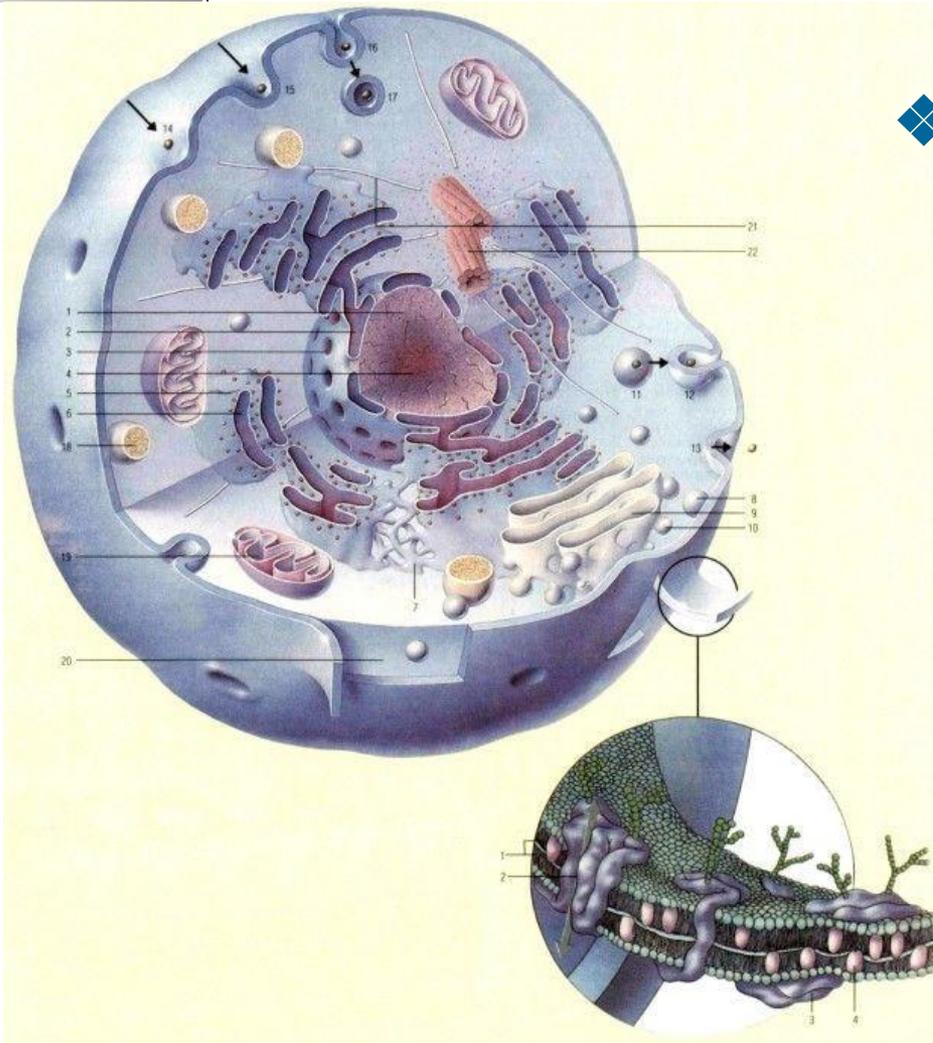
Аппарат опоры, это скелет, строма

3

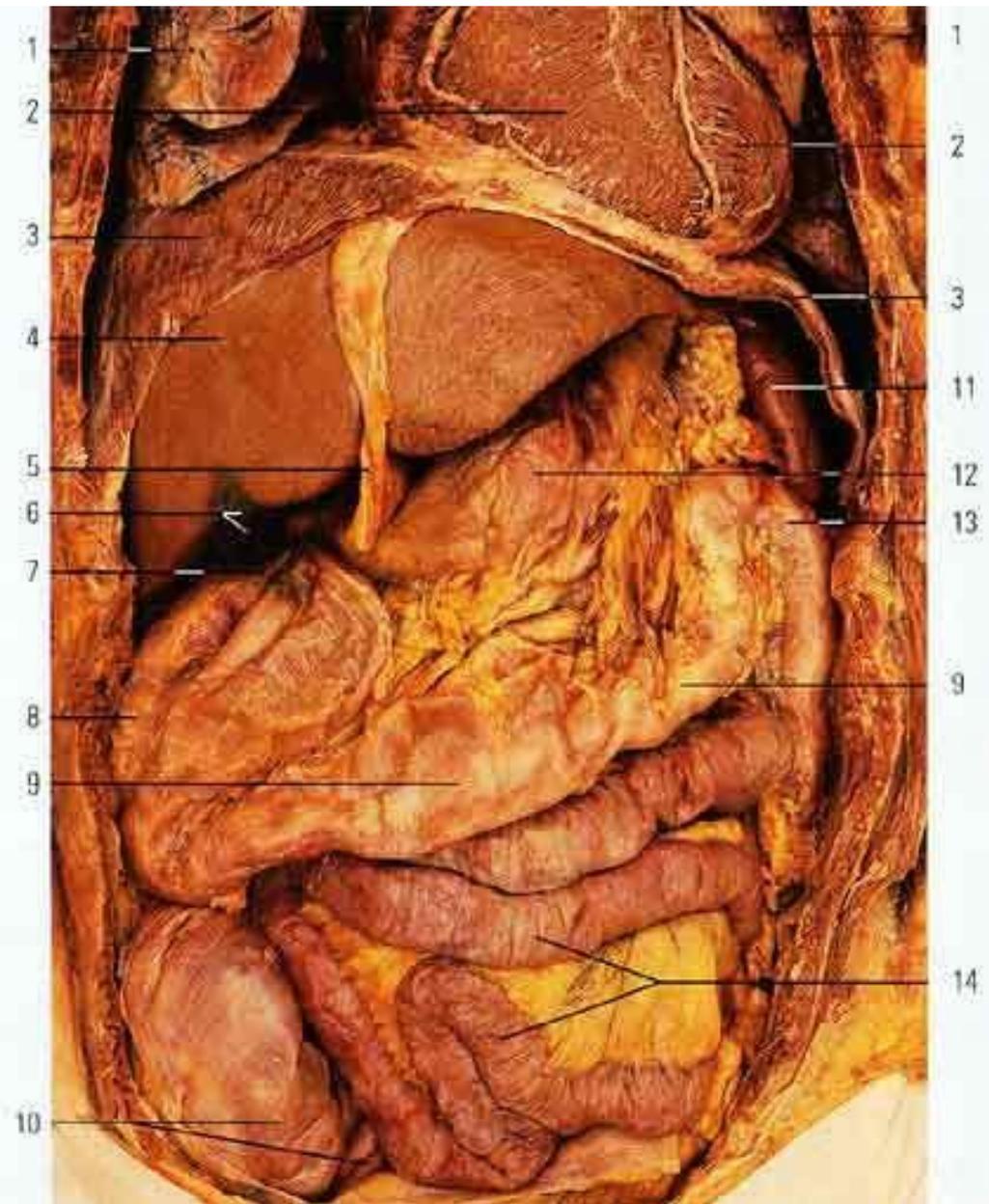
Все то, что содержится между Внешним покрытием и элементами строма; мышцы, внутренние органы



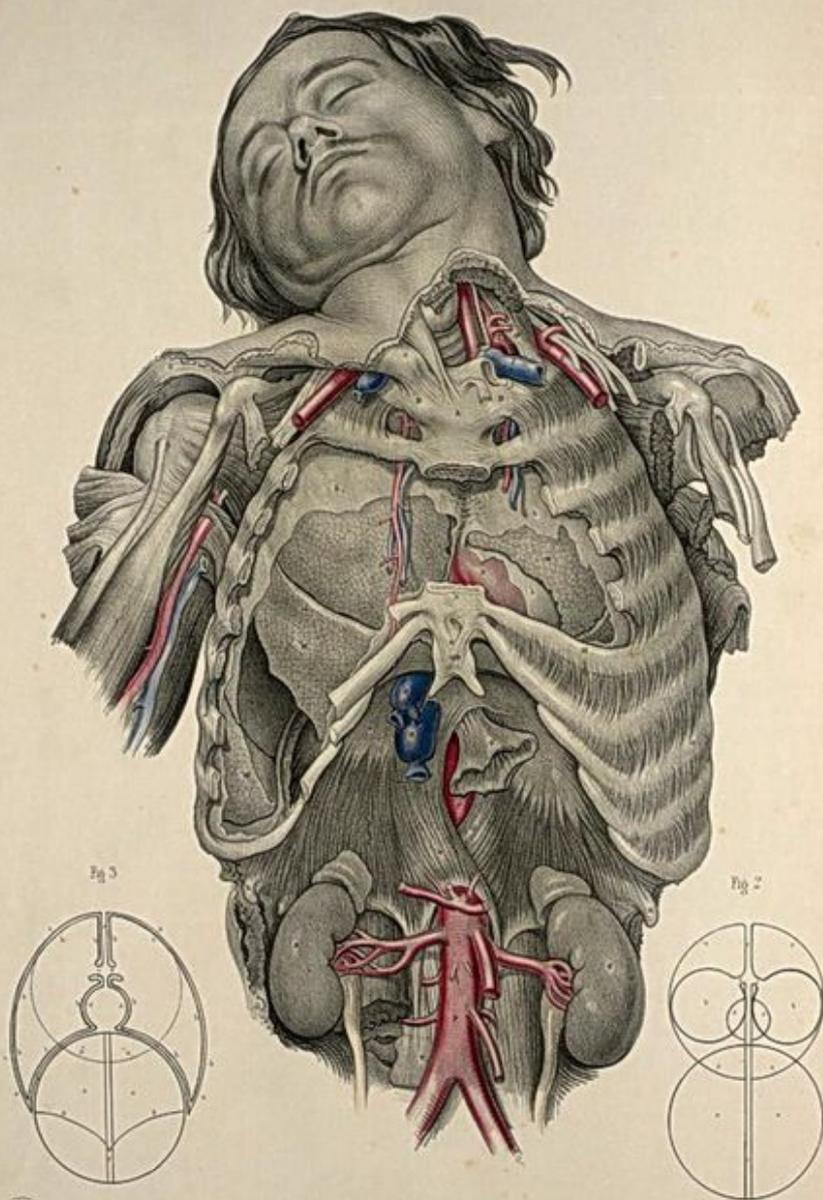
◆ **Нервная и
сосудистая
системы
соединяют три
указанных
компонента в
единое целое.**



Уже на стадии клеточной организации наружная оболочка клетки, ее внутренние мембраны и матрикс цитоплазмы составляют тот зародыш триединства аппаратов, который воплотится в дальнейшем в очень сложную конструкцию.



В строении органов, у которых выделяют оболочку, строму и паренхиму, т. е. то, что заполняет пространства между стромой. Следовательно можно говорить об универсальности названного принципа, закрепившегося в эволюции, о его обязательности при самоорганизации тела. Этот же принцип реализуется



- Понятие о "мягком скелете" появилось в XIX в., но нельзя, не заметить, что об этом уже писали анатомы средневековья.

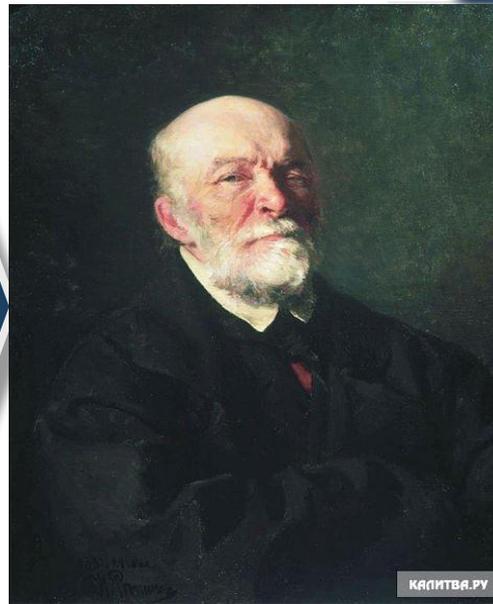
Два основных этапа познания "мягком скелете"

от Везалия
до Пирогова



знакомство

после работ
Пирогова



Тщательное
и всестороннее
изучение
практической
ценности фасций



- ◆ Мягким остовом или гибким скелетом человеческого тела обозначали все волокнисто-клетчаточные, фиброзные и хрящевые образования, связующие, окружающие, поддерживающие собой другие органы и системы организма.

Опорный аппарат человека (твердый остов)



представлен крайними
формами
специализированной
плотной соединительной
ткани, развившейся под
влиянием механической
нагрузки на организм
(гравитация, сила
притяжения).

Твердый скелет



представлен костными структурами, которые в большей своей части доступны для наблюдения, и поэтому изучение их проводилось широко и с давних времен.

Костные структуры являются наиболее выраженными проявлениями реакции живых систем на разграничительную и опорные функции.

Филогенетически твердый скелет имеет две ветви развития или этапа становления: - **экзоскелет** первичных позвоночных и **эндоскелет** человека и других млекопитающих.



И в том и в другом случаях костная ткань формируется как структура разграничения среды и опоры. Однако,

- ◆ В первом случае доминирующим формообразующим был фактор раздела внутренней и внешней среды (Smith, 1962), а в
- ◆ другом случае, преобладающим фактором образования костной ткани явилась реакция на механические воздействия.

1

Основной функцией опорной соединительной ткани способность её «вырабатывать» и «создавать» структуры, противостоящие механическим нагрузкам.

2

Механическая сила, воздействующая на организм извне, возникающая внутри самого организма или являющиеся результатом других видов энергии, обуславливает специфическое раздражение соединительной ткани.

3

Итогом активизации структур соединительной ткани будет структурная перестройка в соответствии с силой и характером механического воздействия.

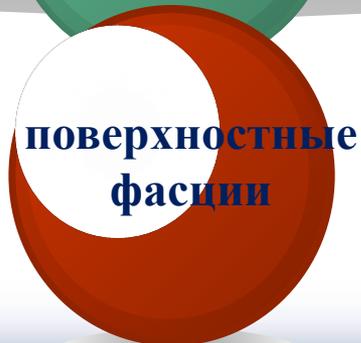
4

Приняв условно механические силы за первопричину образования различных форм опорной ткани и за основу функциональной дифференцировки в последующем, можно по схеме представить следующим образом взаимосвязь между видами опорных тканей и характером действия механических сил.

МЕХАНИЧЕСКИЕ
ФАКТОРЫ
(по А. П. Сорокину, 1973)

РАСТЯЖЕНИЕ

алые
илы



ин
эжв
раст



МЕХАНИЧЕСКИЕ
ФАКТОРЫ
(по А. П. Сорокину, 1973)

ДАВЛЕНИЕ И СМЕЩЕНИЕ

М
Э
Ш
Э
М

Ad Y Title

Н
Э
И
Н

Т
Э
У
А
Л
Б
Е
Р
П
Е

Средний
раш

ина,
ик,

тый
раш

ный
еста
нения
сухожильный мышц

ый
раш

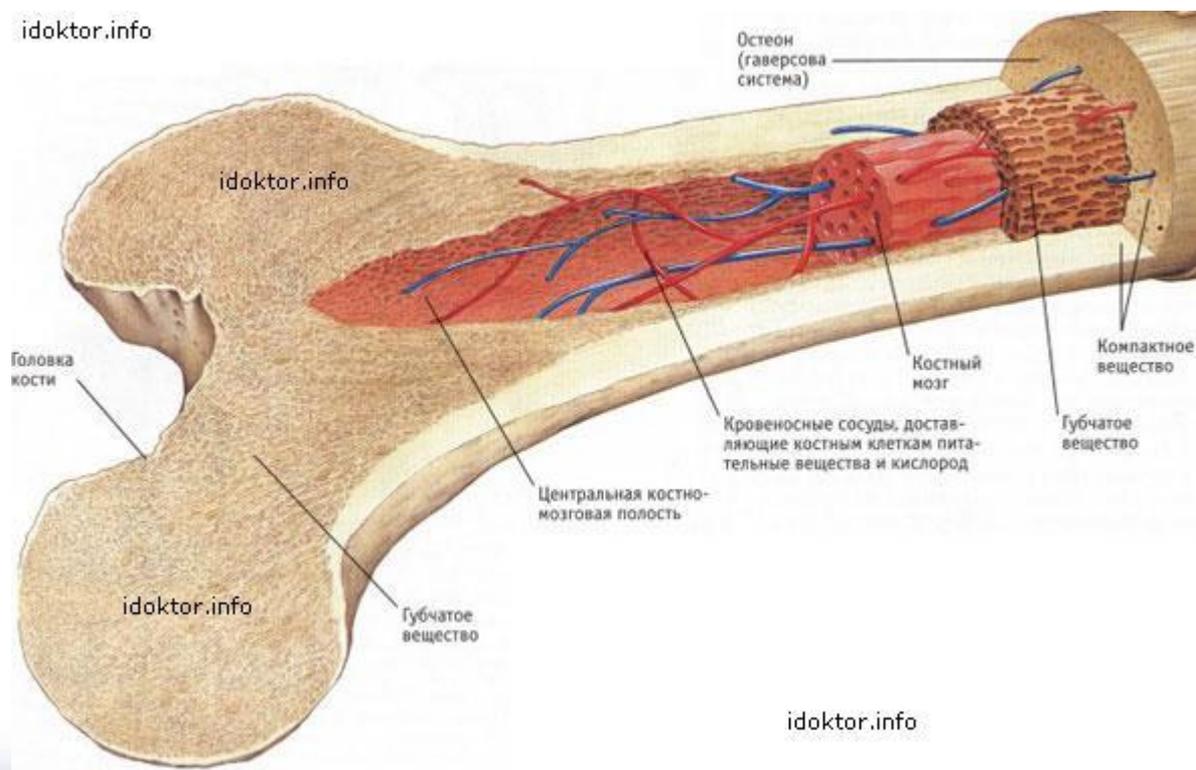
ы

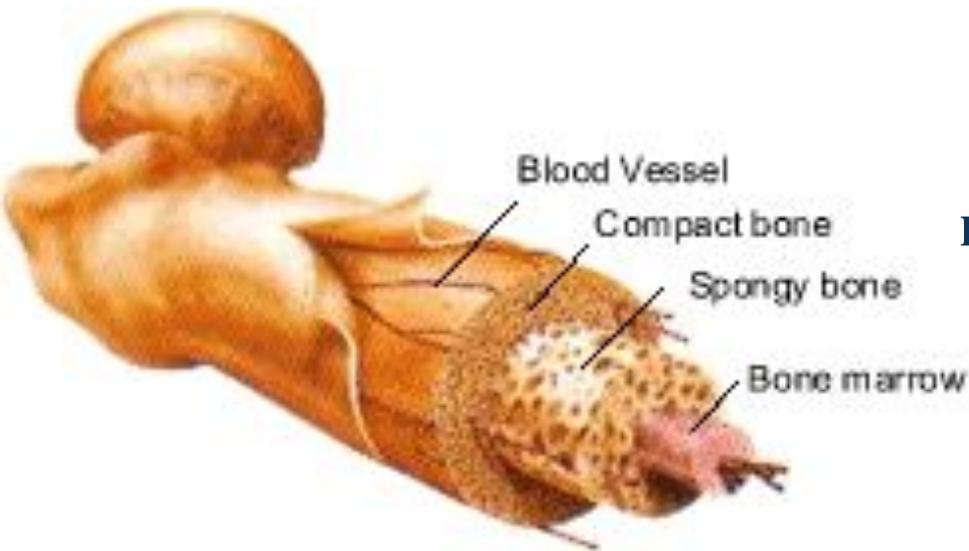
М Е Х А Н И Ч Е С К И Е
Ф А К Т О Р Ы
(по А. П. Сорокину, **1973**)

давление

LOGO

Кость, os, ossis, как орган живого организма состоит из нескольких тканей, главнейшей из которых является костная.





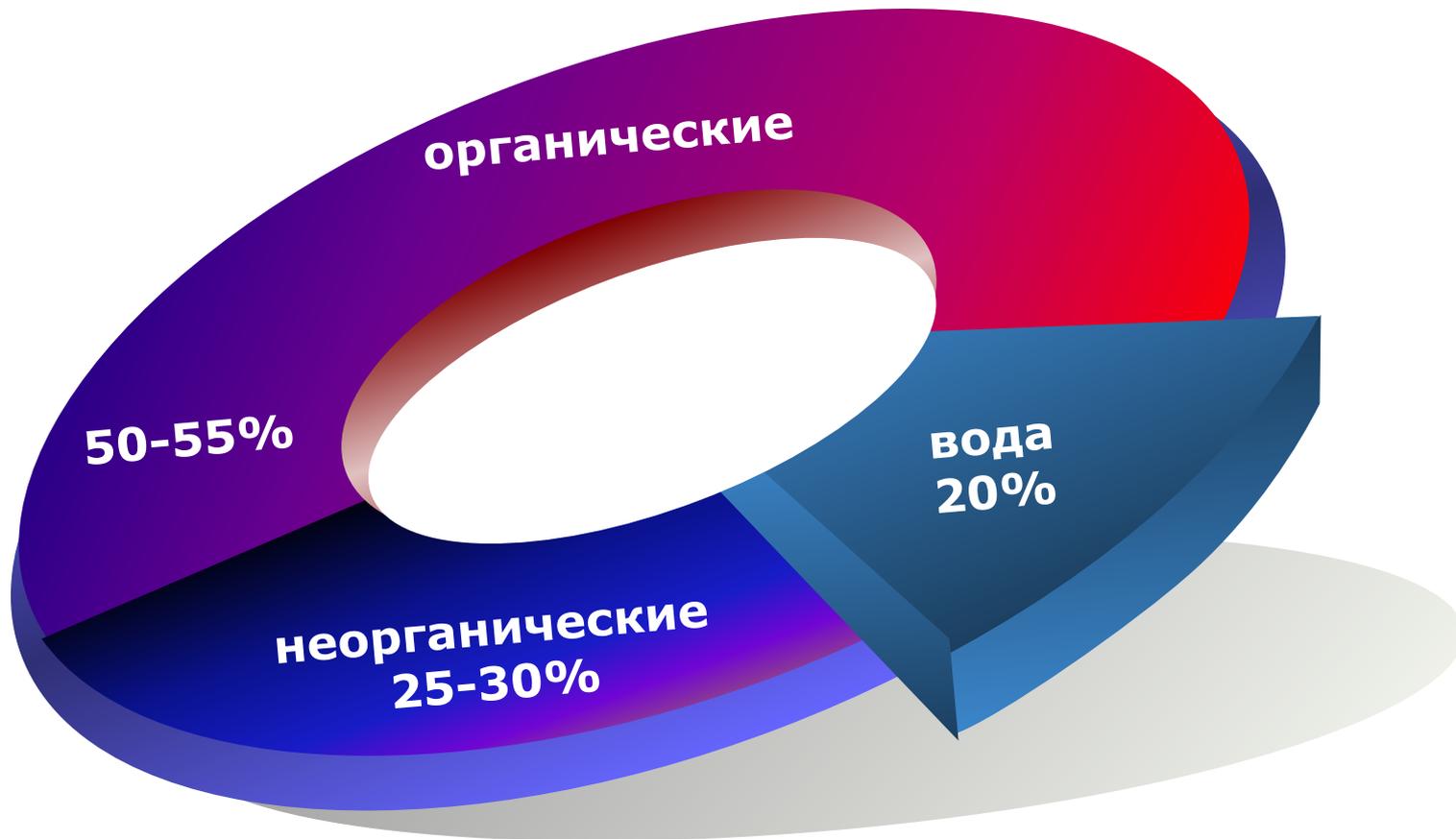
- **Обезжиренная, отбеленная и высушенная кость (мацерированная) на $\frac{1}{3}$ состоит из органических веществ, получивших название "оссеин", и на $\frac{2}{3}$ из неорганических веществ, главным образом солей кальция, особенно фосфорнокислой извести (более половины-**51,04%**).**

Кость имеет сложное строение и химический состав

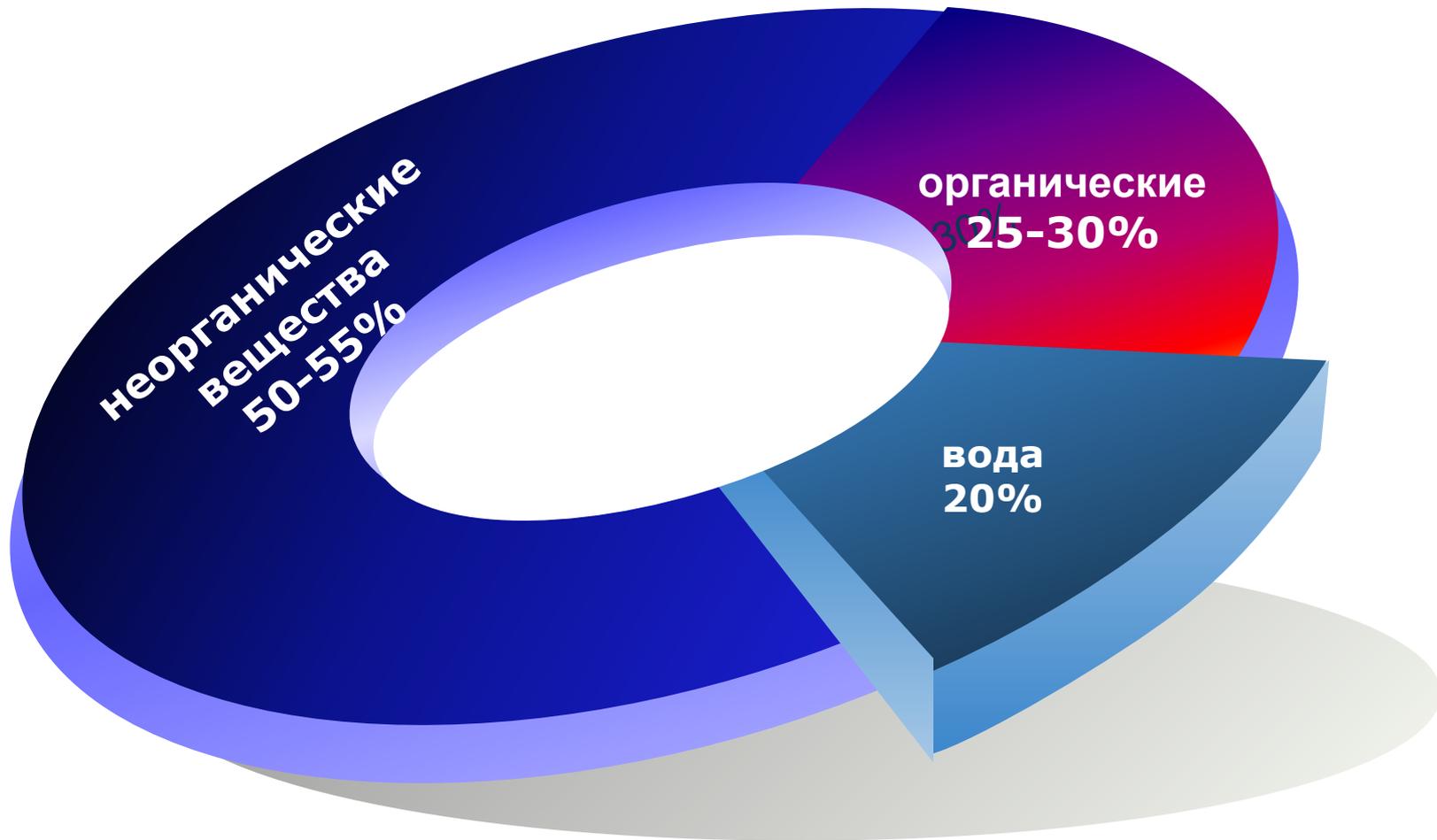
Химический состав кости

(младенческий возраст)

упругие кости

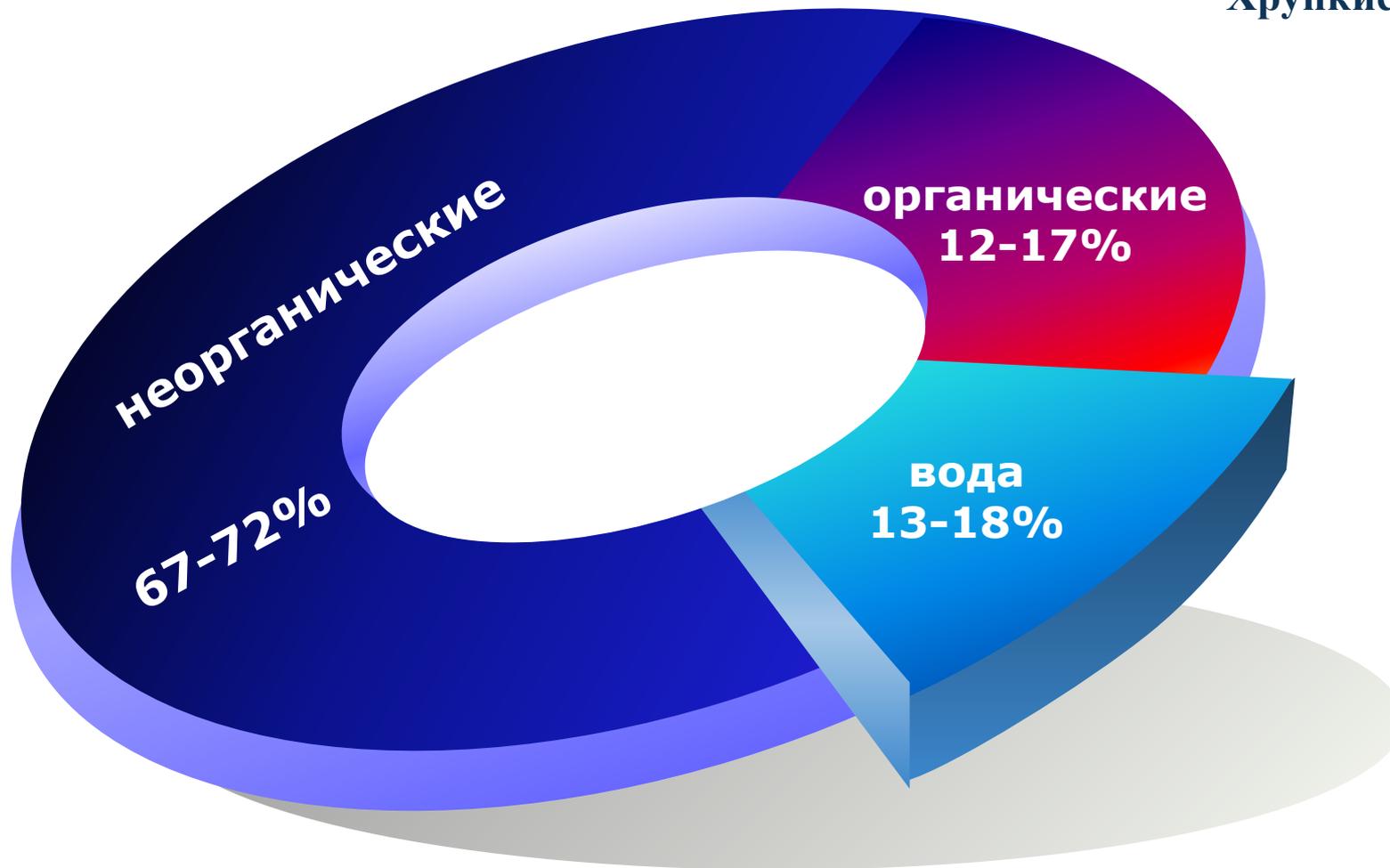


Химический состав кости (зрелый возраст)



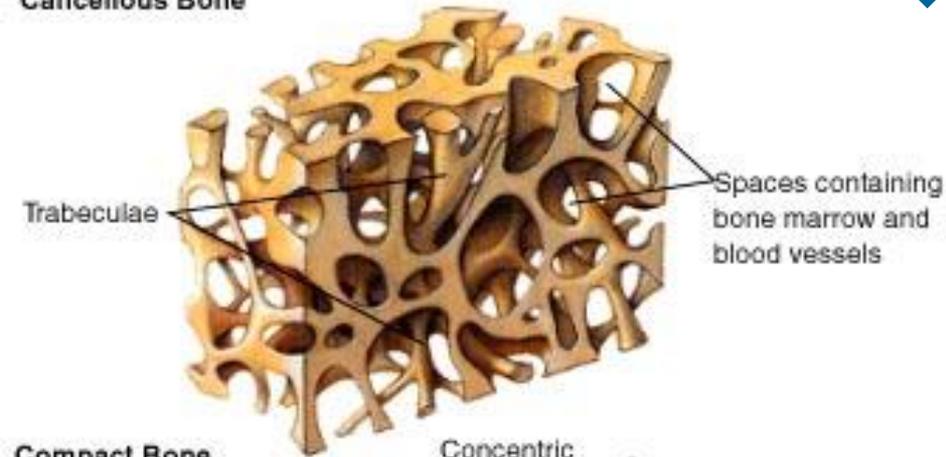
Химический состав кости (старческий возраст)

Хрупкие кости

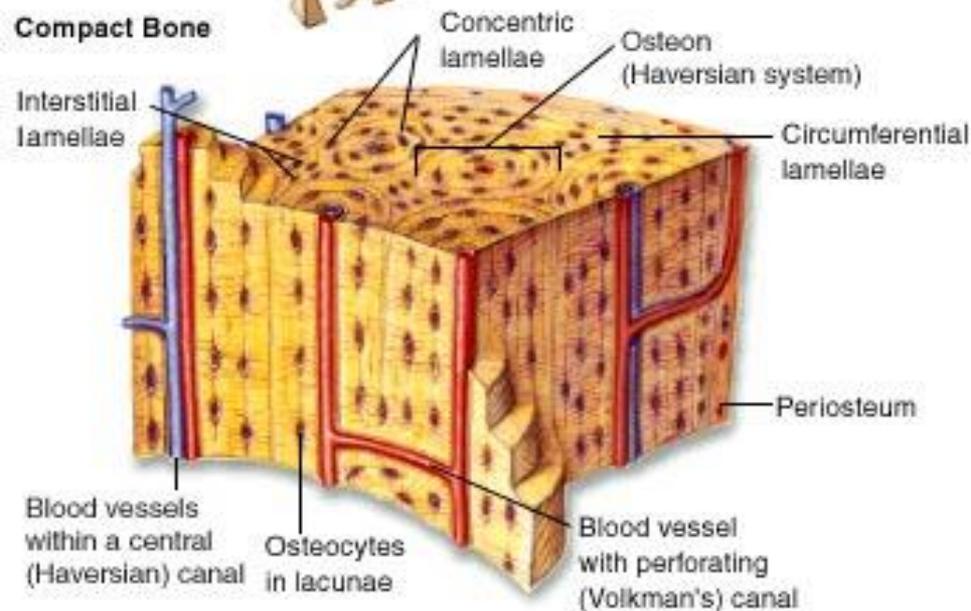


Строение кости.

Cancellous Bone



Compact Bone

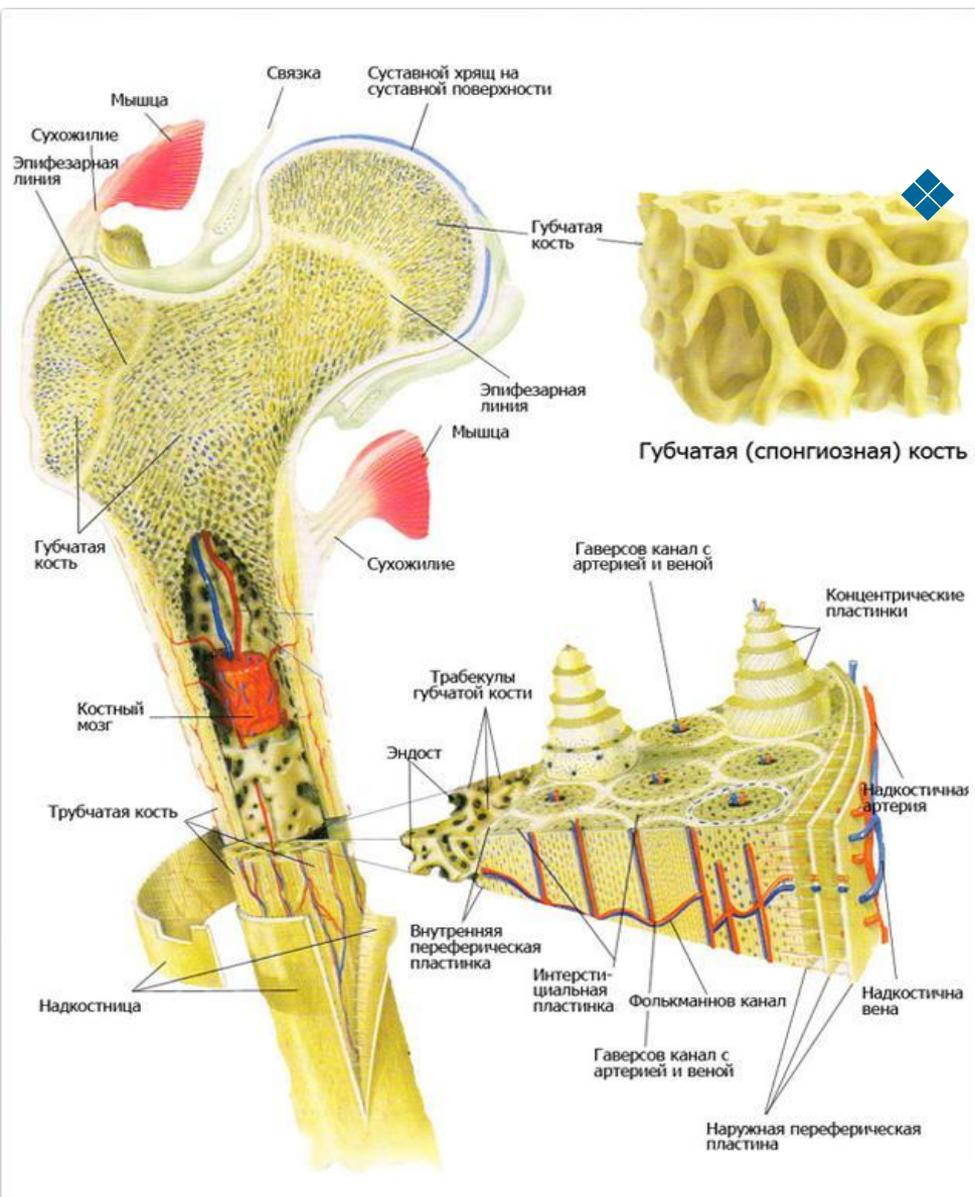


Структурной единицей кости, видимой в лупу или при малом увеличении микроскопа, является остеон, т.е. система костных пластинок, concentрически расположенных вокруг центрального канала, содержащего сосуды и нервы. Из остеонов состоят более крупные элементы кости, видимые уже невооруженным глазом на распиле или на рентгенограмме, - перекладины костного вещества, или трабекулы,

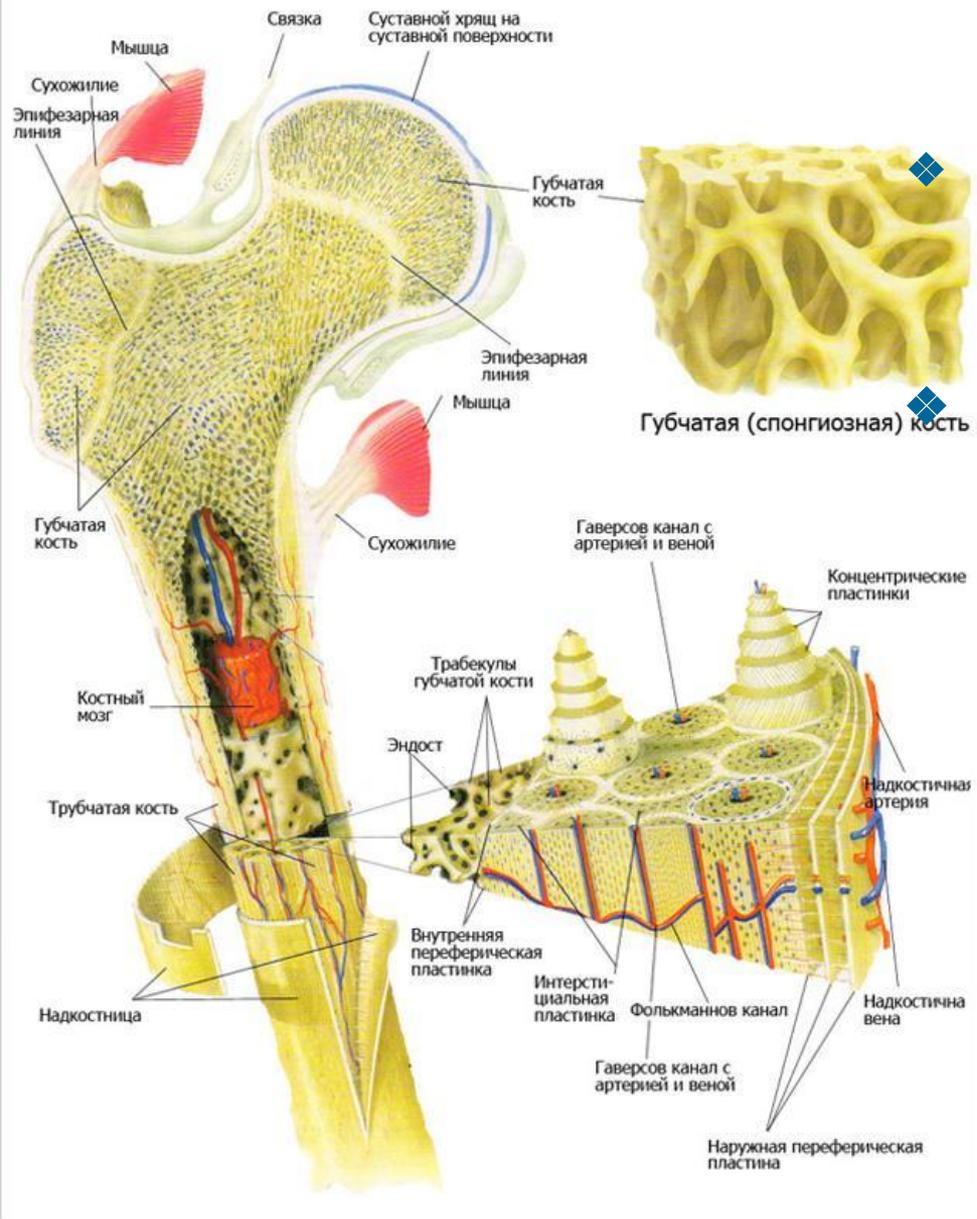
Из этих трабекул
складывается двойного
рода костное вещество

если трабекулы
лежат плотно, -
компактное
вещество
**substantia
compacta**

если
трабекулы
лежат рыхло
- губчатое
вещество
- **substantia
spongiosa**

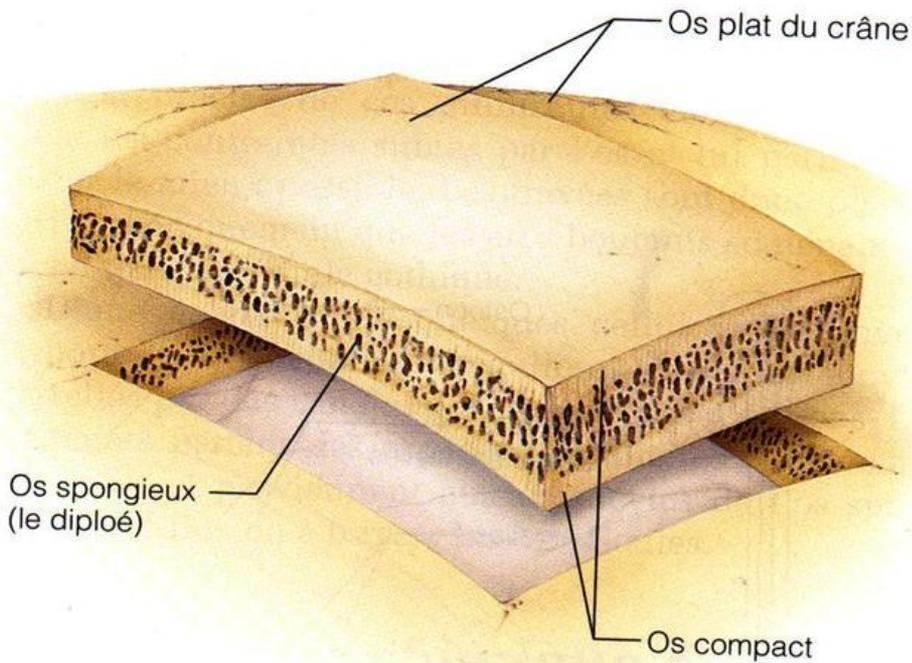


Распределение компактного и губчатого вещества зависит от функциональных условий кости. Компактное вещество находится в тех костях и в тех частях их, которые выполняют преимущественно функцию опоры (стойки) и движения (рычаги), например в диафизах трубчатых костей.

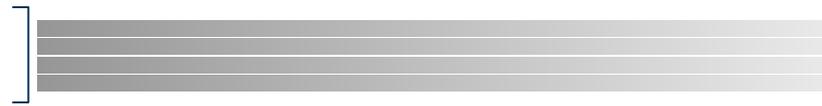
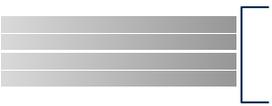


В местах, где при большом объеме требуется сохранить легкость и вместе с тем прочность, образуется губчатое вещество, например в эпифизах трубчатых костей.

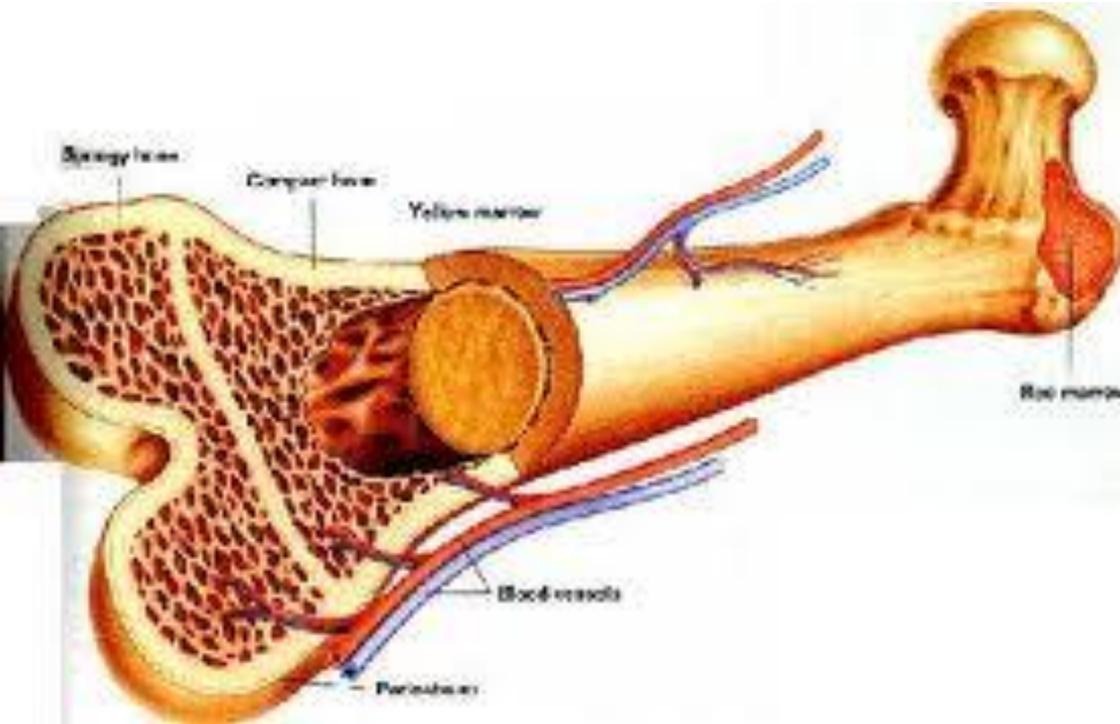
Перекладины губчатого вещества располагаются не беспорядочно, а закономерно, также соответственно функциональным условиям, в которых находится данная кость или ее часть. Поскольку кости испытывают двойное действие - давление и тягу мышц, постольку костные перекладины располагаются по линиям сил сжатия и растяжения. Соответственно разному направлению этих сил различные кости или даже части их имеют разное строение.



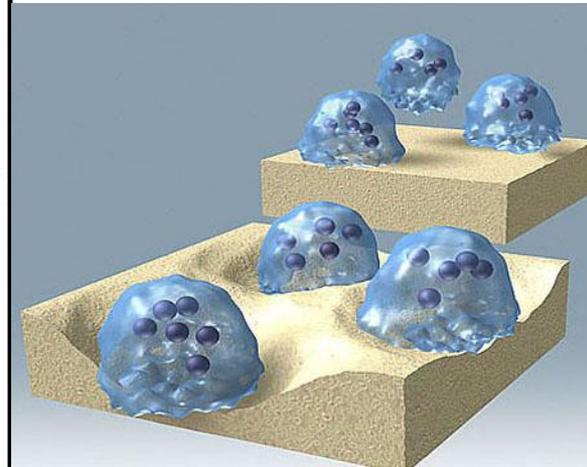
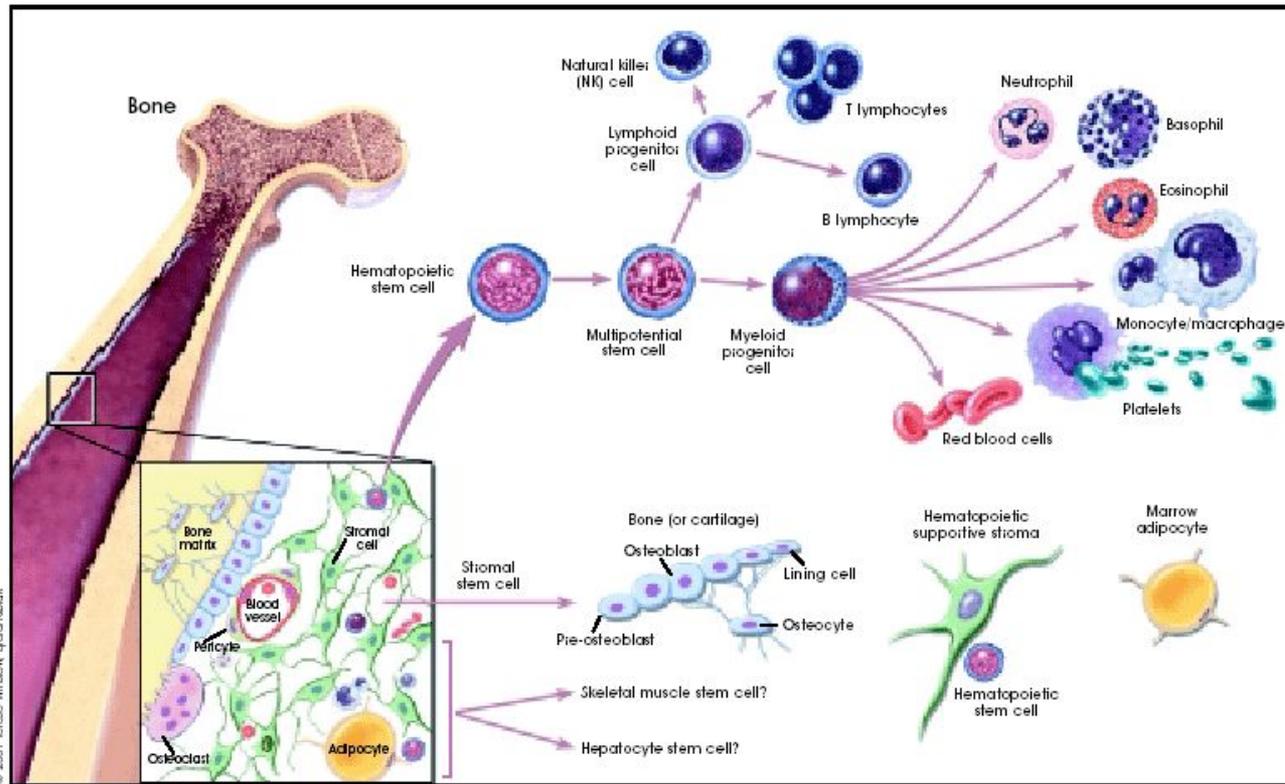
В покровных костях свода черепа, выполняющих преимущественно функцию защиты, губчатое вещество имеет особый характер, отличающий его от остальных костей, несущих все **3** функции скелета. Это губчатое вещество называется диплоэ, **diploe** (двойной), так как оно состоит из неправильной формы костных ячеек, расположенных между двумя костными пластинками - наружной, **lamina externa**, и внутренней, **lamina interna**. Последнюю называют также стекловидной, **lamina vitrea**, так как она ломается при повреждениях черепа легче, чем наружная.



- ◆ Костные ячейки содержат костный мозг - орган кроветворения и биологической защиты организма. Он участвует также в питании, развитии и росте кости. В трубчатых костях костный мозг находится также в канале этих костей, называемом поэтому костномозговой полостью, **cavitas medullaris**.



Таким образом, все внутренние пространства кости заполняются костным мозгом, составляющим неотъемлемую часть кости как органа.



- ❖ Костные ячейки содержат костный красный и желтый.
- ❖ Костный мозг бывает двух родов:
- ❖ Красный костный мозг, **medulla ossium rubra**, имеет вид нежной красной массы, состоящей из ретикулярной ткани, в петлях которой находятся клеточные элементы, имеющие непосредственное отношение к кроветворению (стволовые клетки) и костеобразованию (костесозидатели - остеобласты и костеразрушители - остеокласты).

Красный костный мозг ❖



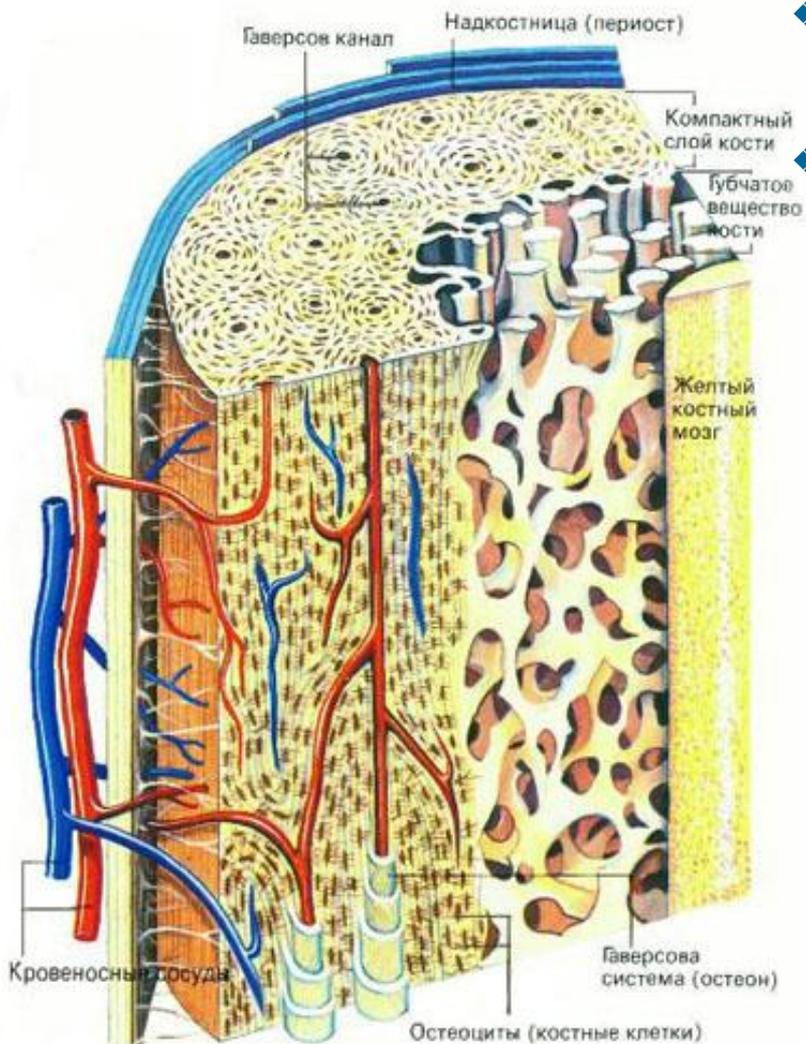
Губчатое
вещество

Жёлтый
костный
мозг

Он пронизан нервами и кровеносными сосудами, питающими, кроме костного мозга, внутренние слои кости. Кровеносные сосуды и кровяные элементы и придают костному мозгу красный цвет.

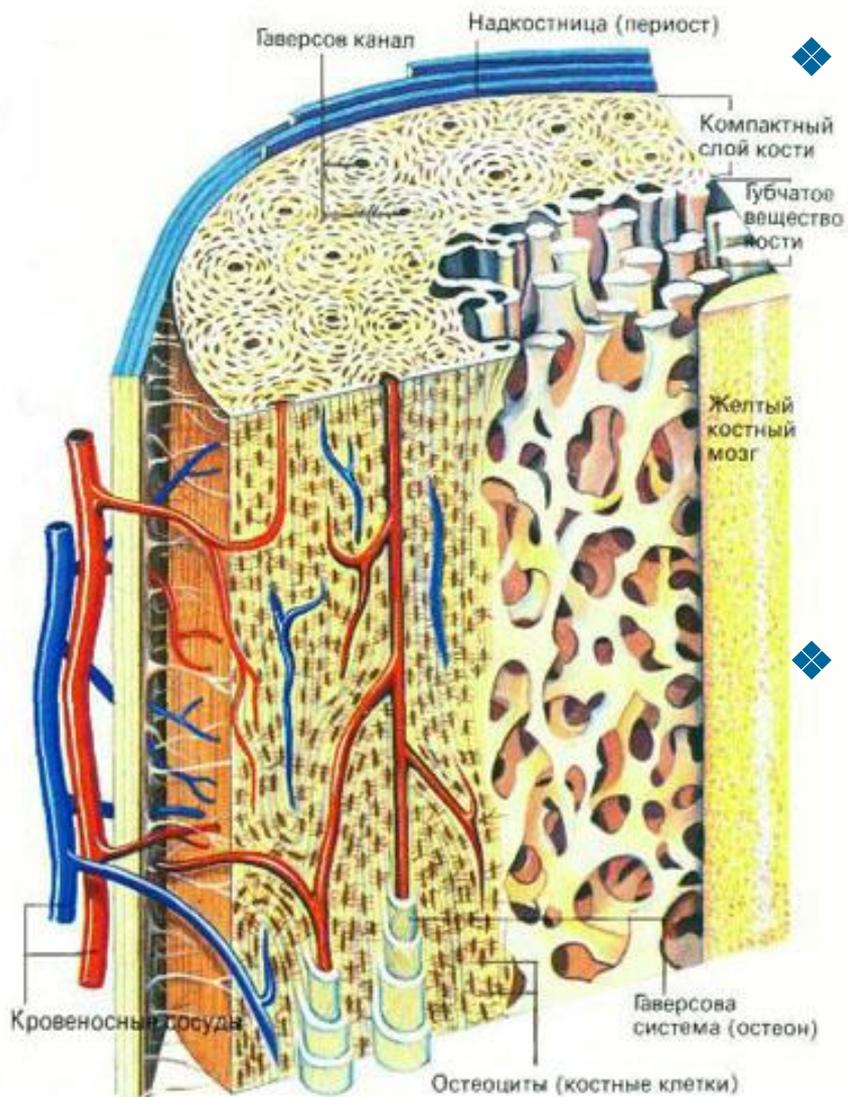
❖ Желтый костный мозг, **medulla ossium flava**, обязан своим цветом жировым клеткам, из которых он главным образом и состоит.

❖ В периоде развития и роста организма, когда требуется большая кроветворная и костеобразующая функции, преобладает красный костный мозг (у плодов и новорожденных имеется только красный мозг). По мере роста ребенка красный мозг постепенно замещается желтым, который у взрослых полностью заполняет костномозговую полость трубчатых костей.



❖ **Снаружи кость, за исключением суставных поверхностей, покрыта надкостницей, *periosteum* (периост).**

❖ **Надкостница - это тонкая, крепкая соединительнотканная пленка бледно-розового цвета, окружающая кость снаружи и прикрепленная к ней с помощью соединительнотканых пучков - прободающих волокон (Шарпеевы волокна), проникающих в кость через особые каналы. Она состоит из двух слоев: наружного волокнистого (фиброзного) и внутреннего костеобразующего (остеогенного, или камбиального). Она богата нервами и сосудами, благодаря чему участвует в питании и росте кости в толщину.**



Питание осуществляется за счет кровеносных сосудов, проникающих в большом числе из надкостницы в наружное компактное вещество кости через многочисленные питательные отверстия (**foramina nutricia**), а рост кости осуществляется за счет остеобластов, расположенных во внутреннем, прилегающем к кости слое (камбиальном). Суставы поверхности кости, свободные от надкостницы, покрывает суставной хрящ, **cartilago articularis**.

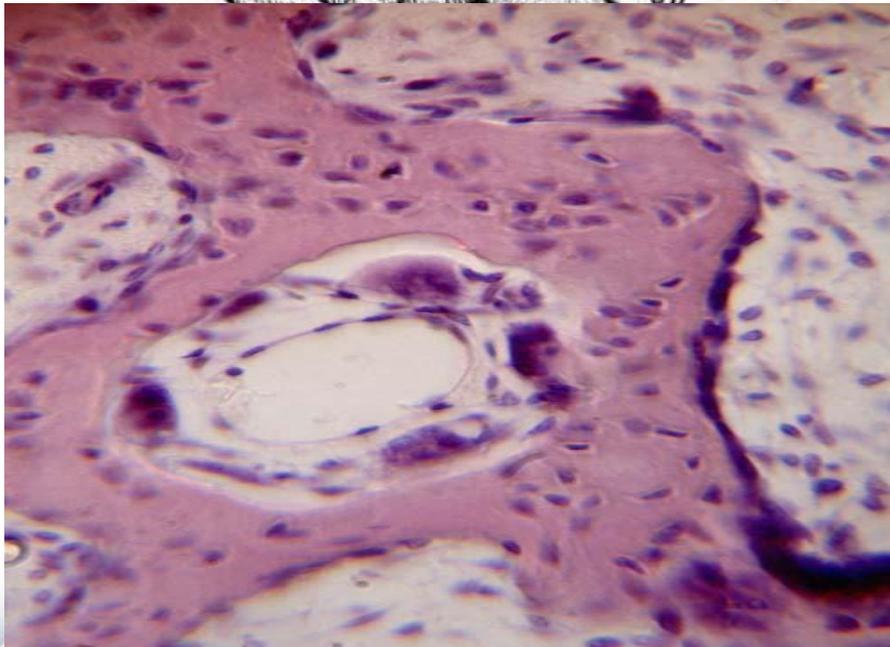
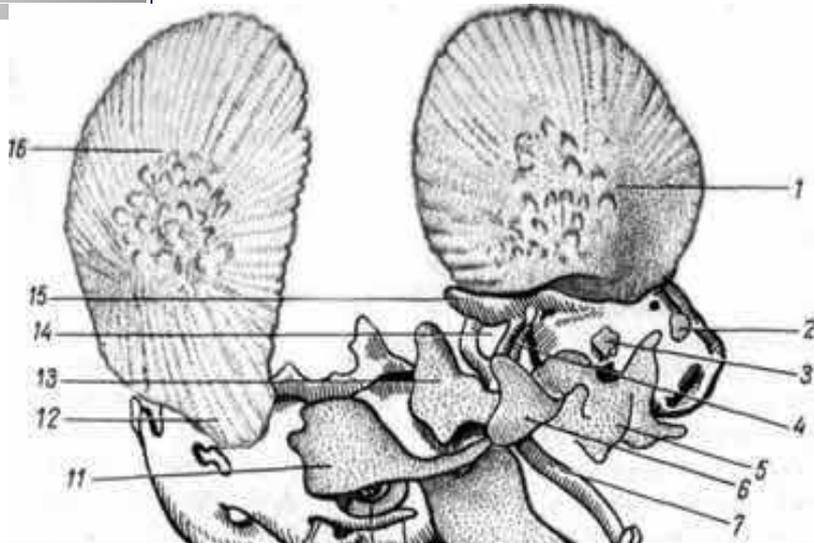
Таким образом, в понятие кости как органа входят костная ткань, образующая главную массу кости, а также костный мозг, надкостница, суставной хрящ.

РАЗВИТИЕ КОСТИ

Образование любой кости происходит за счет молодых соединительных клеток мезенхимного происхождения - остеобластов, которые вырабатывают межклеточное костное вещество, играющее главную опорную роль.



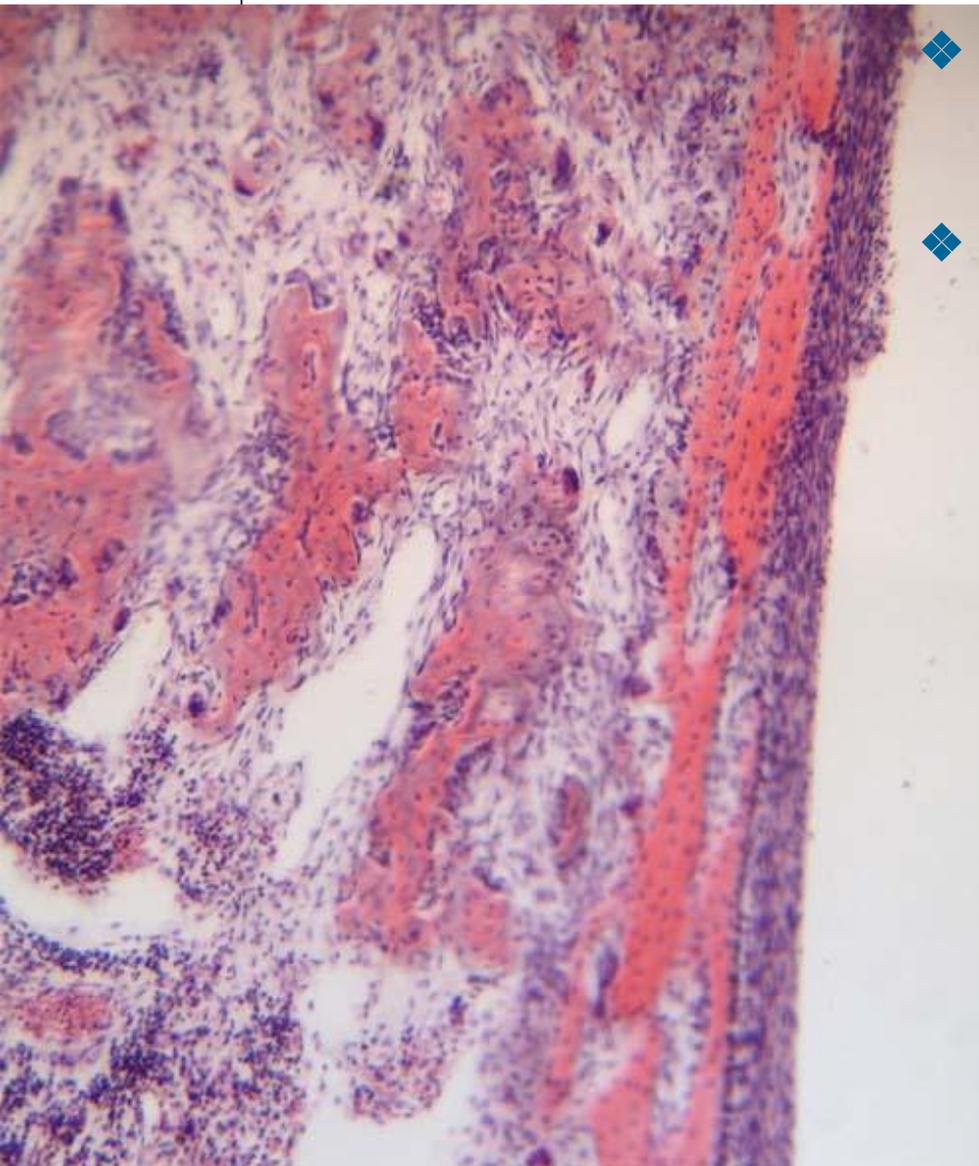
Эндесмальное окостенение (en - внутри, **desme** - связка)



происходит в соединительной ткани первичных, покровных, костей.

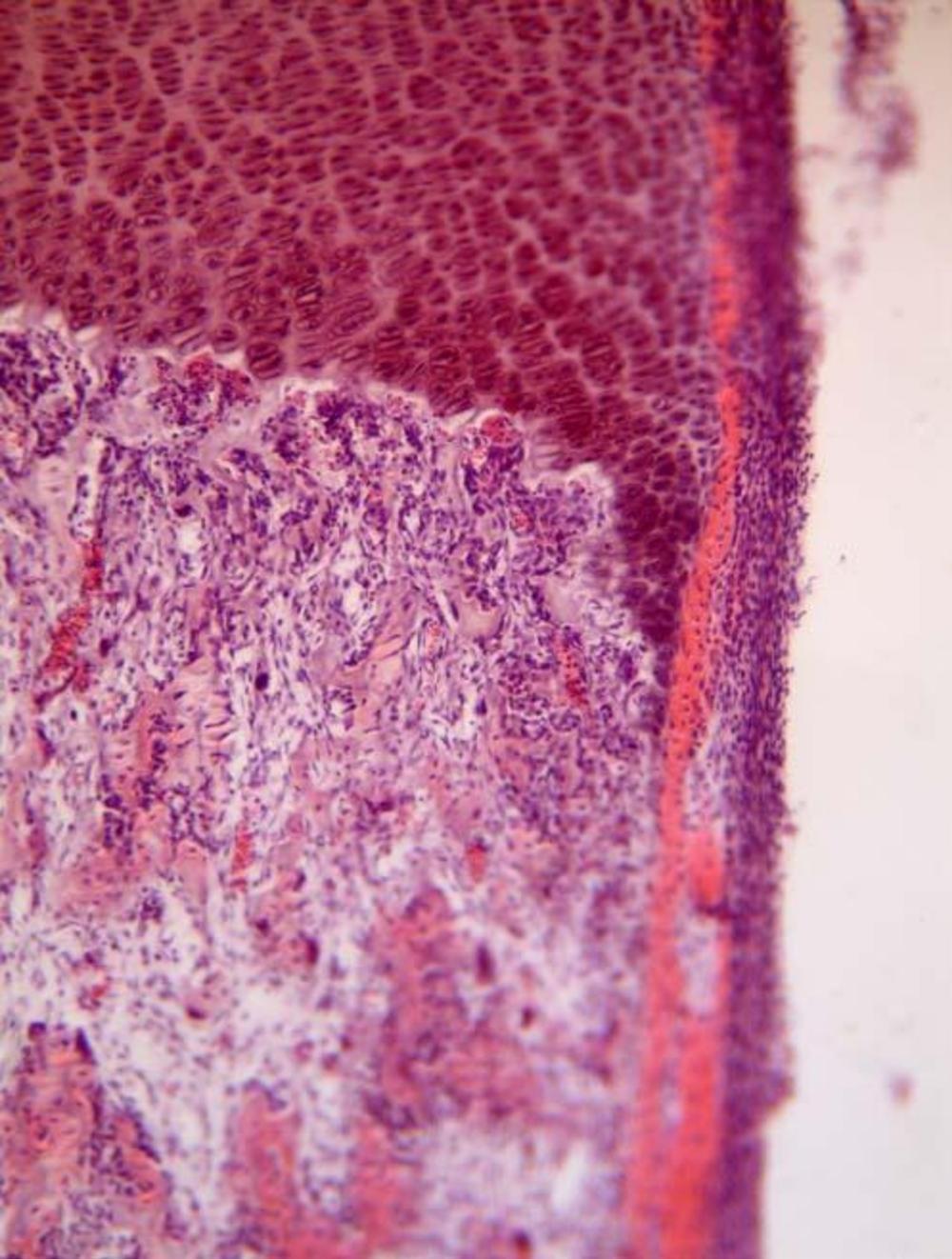
На определенном участке эмбриональной соединительной ткани, имеющей очертания будущей кости, благодаря деятельности остеобластов появляются островки костного вещества (точка окостенения). Из первичного центра процесс окостенения распространяется во все стороны лучеобразно путем наложения (аппозиции) костного вещества по периферии. Поверхностные слои соединительной ткани, из которой формируется покровная кость, остаются в виде надкостницы, со стороны которой происходит увеличение кости в толщину.

Перихондральное окостенение

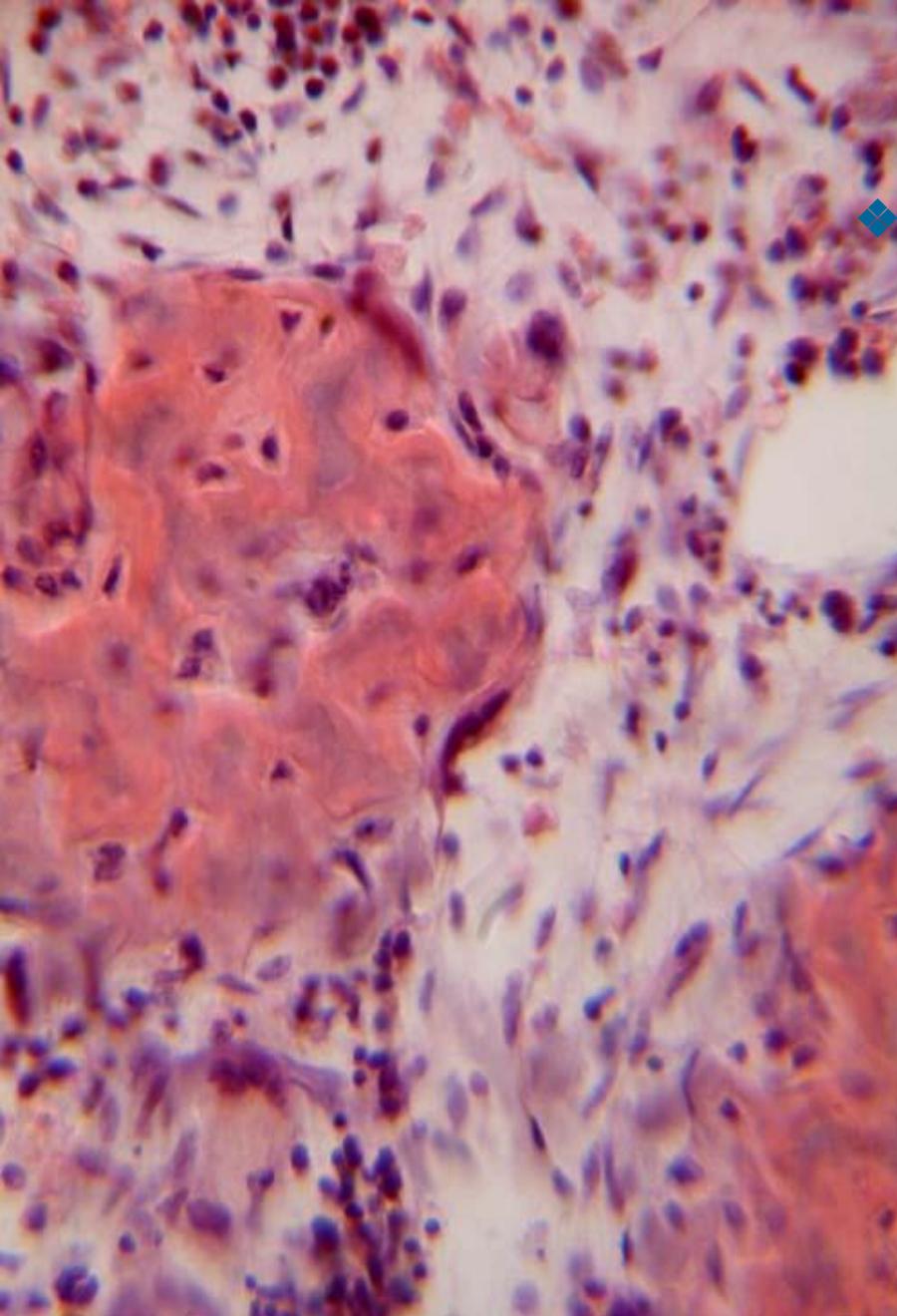


❖ (**peri** - вокруг, **chondros** - хрящ) происходит на наружной поверхности хрящевых зачатков кости при участии надхрящницы (**perichondrium**).

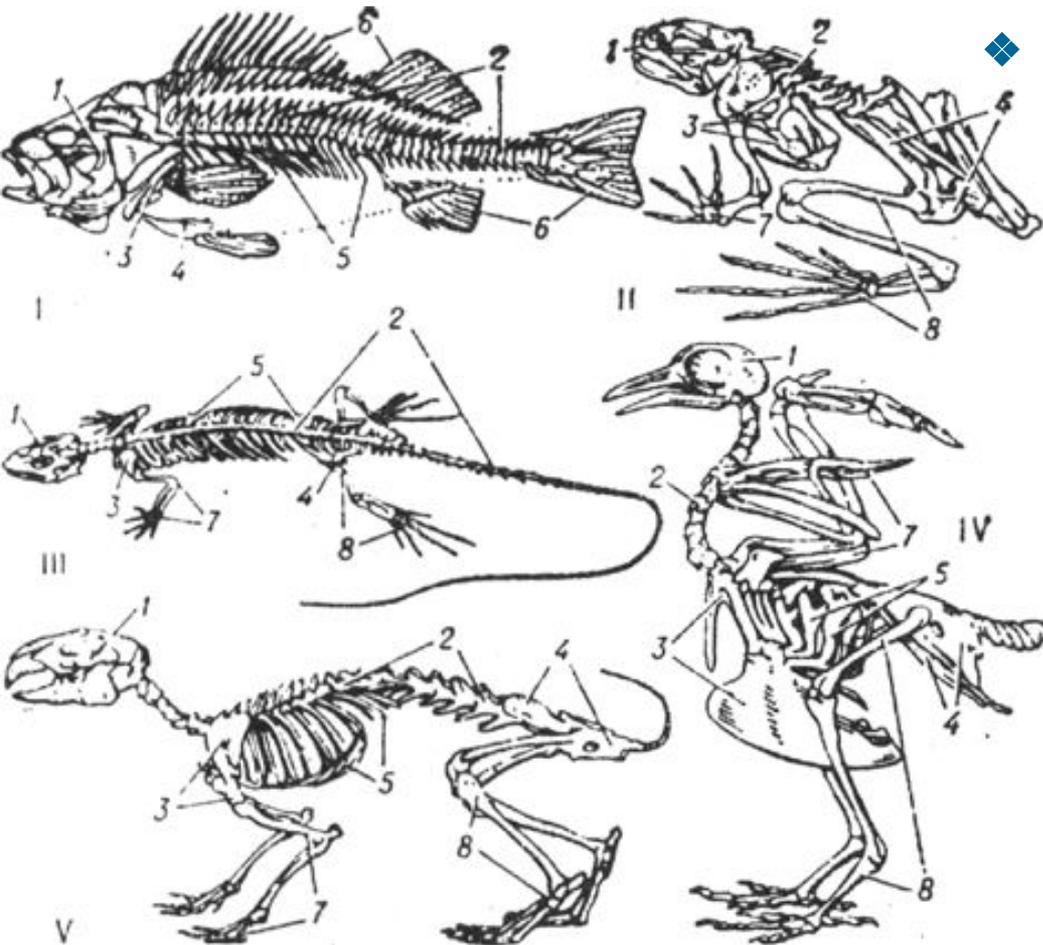
❖ Мезенхимный зачаток, имеющий очертания будущей кости, превращается в "кость", состоящую из хрящевой ткани и представляющую собой как бы хрящевую модель кости. Благодаря деятельности остеобластов надхрящницы, покрывающей хрящ снаружи, на поверхности его, непосредственно под надхрящницей, откладывается костная ткань, которая постепенно замещает ткань хрящевую и образует компактное костное вещество.



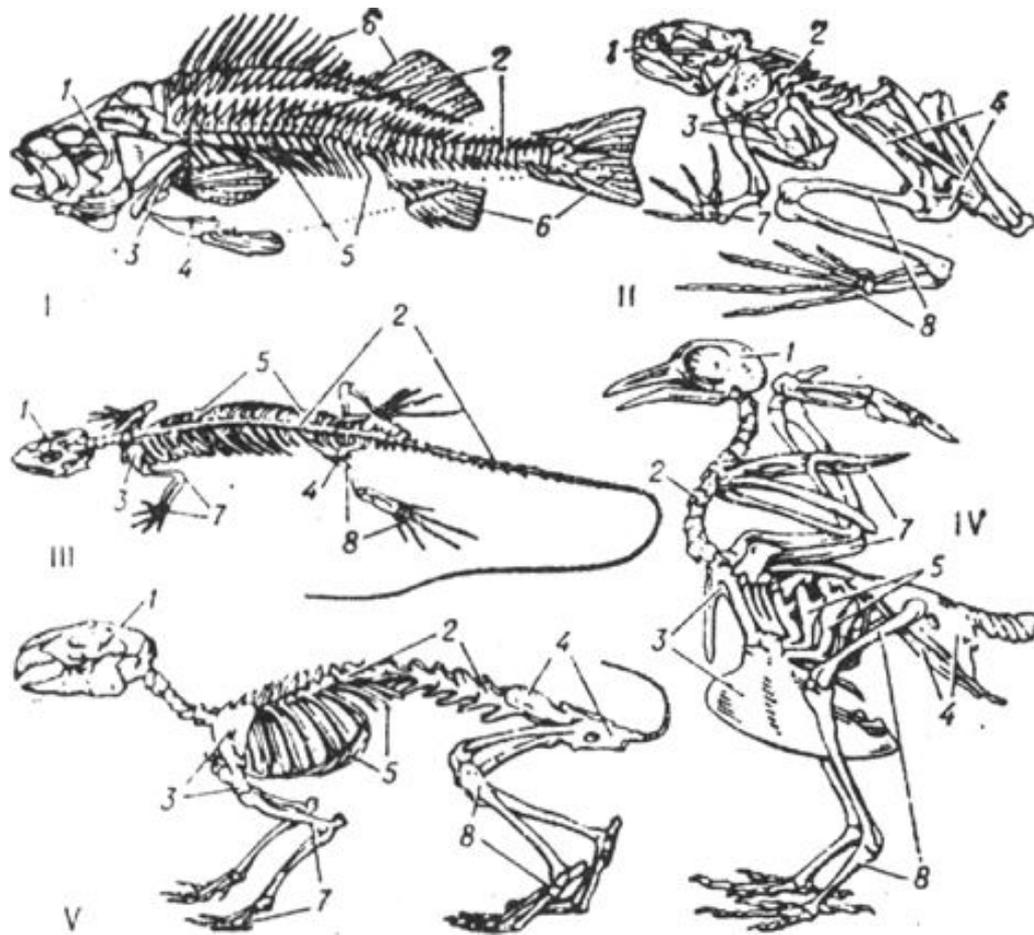
- ❖ С переходом хрящевой модели кости в костную надхрящница становится надкостницей (**periosteum**) и дальнейшее отложение костной ткани идет за счет надкостницы - **periosteal ossification**. Поэтому perichondral и periosteal osteogenesis follow one another.



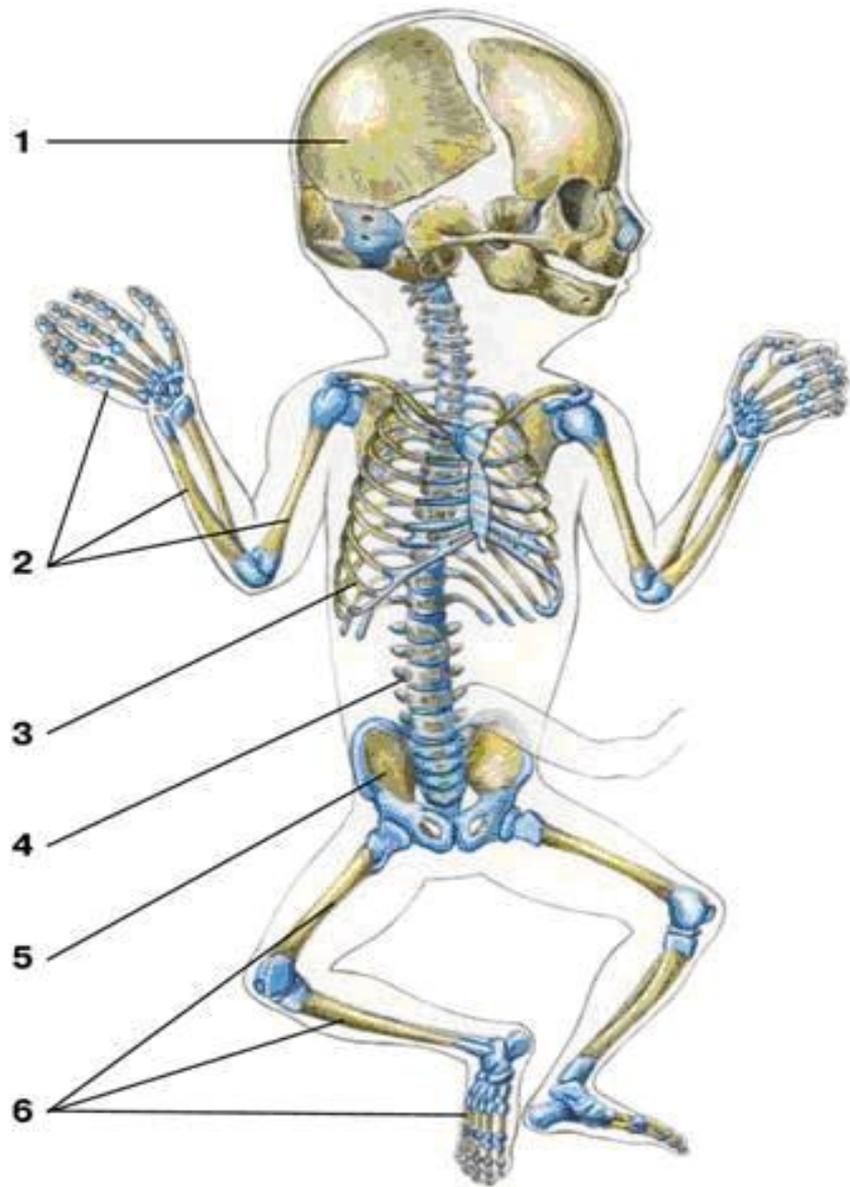
Эндохондральное окостенение (endo, греч. - внутри, chondros - хрящ) совершается внутри хрящевых зачатков при участии надхрящницы, которая отдает отростки, содержащие сосуды, внутрь хряща. Проникая в глубь хряща вместе с сосудами, костеобразовательная ткань разрушает хрящ, предварительно подвергшийся **обызвествлению** (отложение в хряще извести и перерождение его клеток), и образует в центре хрящевой модели кости островок костной ткани (**точка окостенения**). Распространение процесса эндохондрального окостенения из центра к периферии приводит к формированию губчатого костного вещества. Происходит не прямое превращение хряща в кость, а его разрушение и замещение новой тканью, костной.



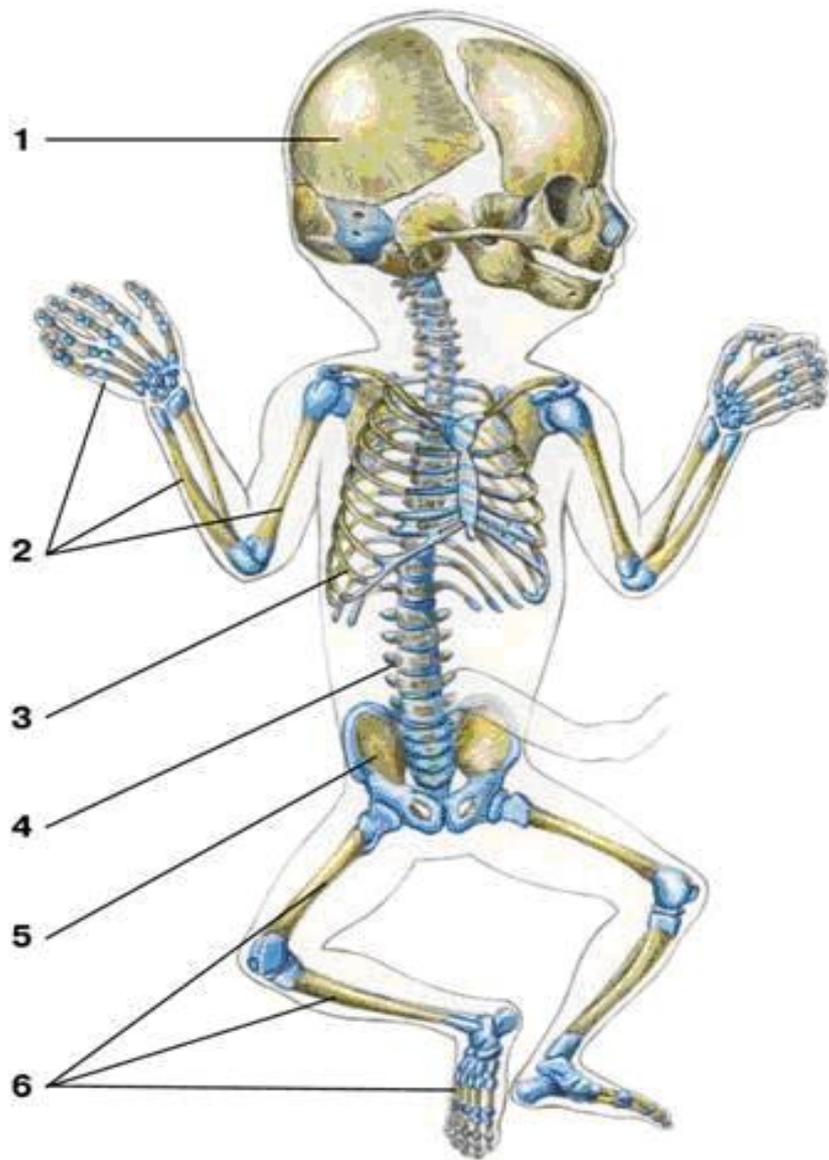
Характер и порядок окостенения функционально обусловлены также приспособлением организма к окружающей среде. Так, у водных позвоночных (например, костистых рыб) окостеневают путем перихондрального остеогенеза только средняя часть кости, которая, как во всяком рычаге, испытывает большую нагрузку (первичные ядра окостенения). То же наблюдается и у земноводных, у которых, однако, средняя часть кости окостеневают на большем пространстве, чем у рыб. С окончательным переходом на сушу к скелету предъявляются большие функциональные требования, связанные с более трудным, чем в воде, передвижением тела по земле и большей нагрузкой на кости.



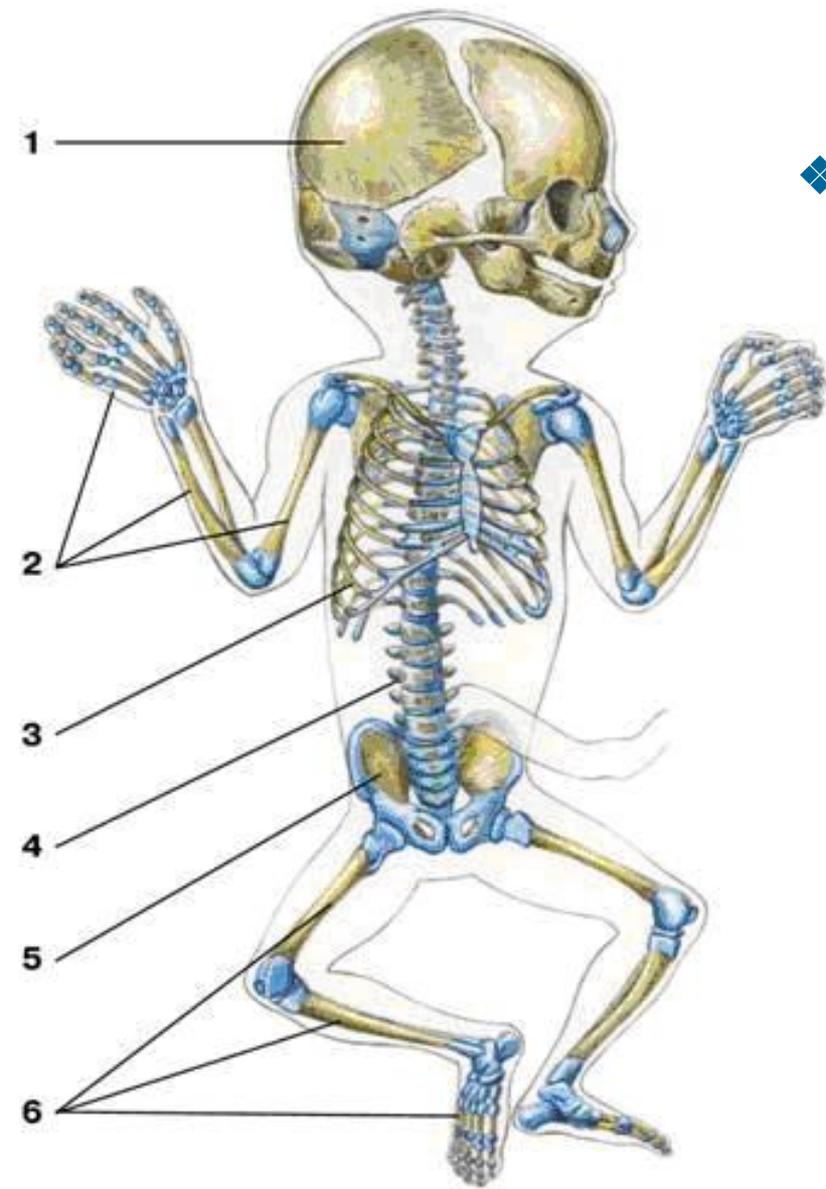
◆ Поэтому у наземных позвоночных появляются вторичные точки окостенения, из которых у пресмыкающихся и птиц путем эндохондрального остеогенеза окостеневают и периферические отделы костей. У млекопитающих концы костей, участвующие в сочленениях, получают даже самостоятельные точки окостенения. Такой порядок сохраняется и в онтогенезе человека, у которого окостенение также функционально обусловлено и начинается с наиболее нагружаемых центральных участков костей.



- Так, сначала на втором месяце утробной жизни возникают первичные точки, из которых развиваются основные части костей, несущие на себе наибольшую нагрузку, т.е. тела, или диафизы, **diaphysis**, трубчатых костей (**dia**, греч. - между, **phyo** - расту; часть кости, растущая между эпифизами) и концы **диафиза**, называемые **метафизами**, **metaphysis** - позади, после). Они **окостеневают** путем **пери-** и **эндохондрального** **остеогенеза**.

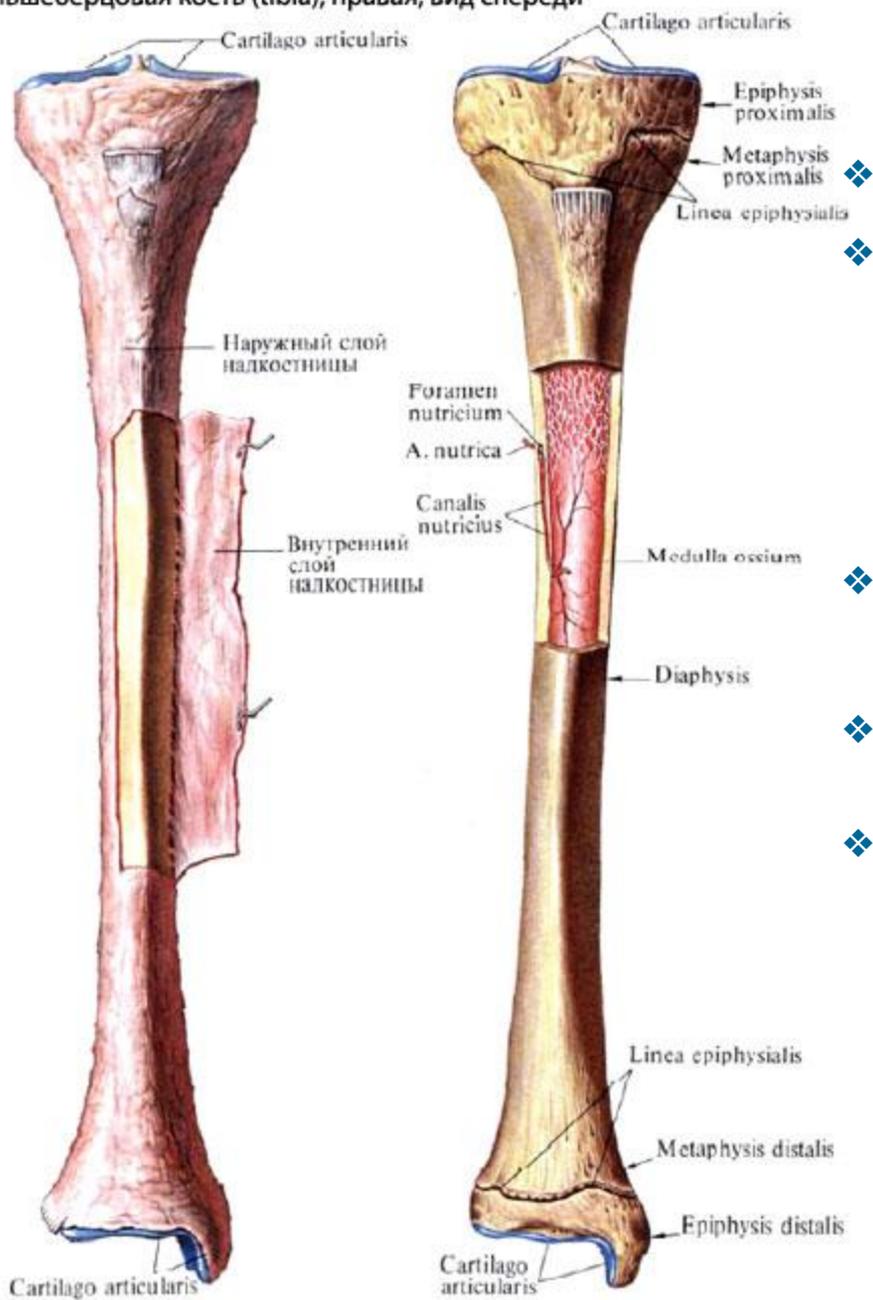


◆ Затем незадолго до рождения или в первые годы после рождения появляются вторичные точки, из которых образуются путем эндохондрального остеогенеза концы костей, участвующие в сочленениях, т.е. эпифизы, **epiphysis** (нарост, **epi** - над), трубчатых костей. Возникшее в центре хрящевого эпифиза ядро окостенения разрастается и становится костным эпифизом, построенным из губчатого вещества. От первоначальной хрящевой ткани остается на всю жизнь только тонкий слой ее на поверхности эпифиза, образующий суставной хрящ.



Ряд костей человека является продуктом слияния костей, самостоятельно существующих у животных. Отражая этот процесс слияния, развитие таких костей происходит за счет очагов окостенения, соответствующих по своему количеству и местоположению числу слившихся костей. Так, лопатка человека развивается из **2** костей, участвующих в плечевом поясе низших наземных позвоночных (лопатки и коракоида). Соответственно этому, кроме основных ядер окостенения в теле лопатки, возникают очаги окостенения в ее клювовидном отростке (бывшем коракоиде). Височная кость, срастающаяся из **3** костей, окостеневает из **3** групп костистых ядер. Таким образом, окостенение каждой кости отражает функционально обусловленный процесс филогенеза ее.

Большеберцовая кость (tibia), правая; вид спереди



Соответственно описанному развитию и функции в каждой трубчатой кости различаются следующие части:

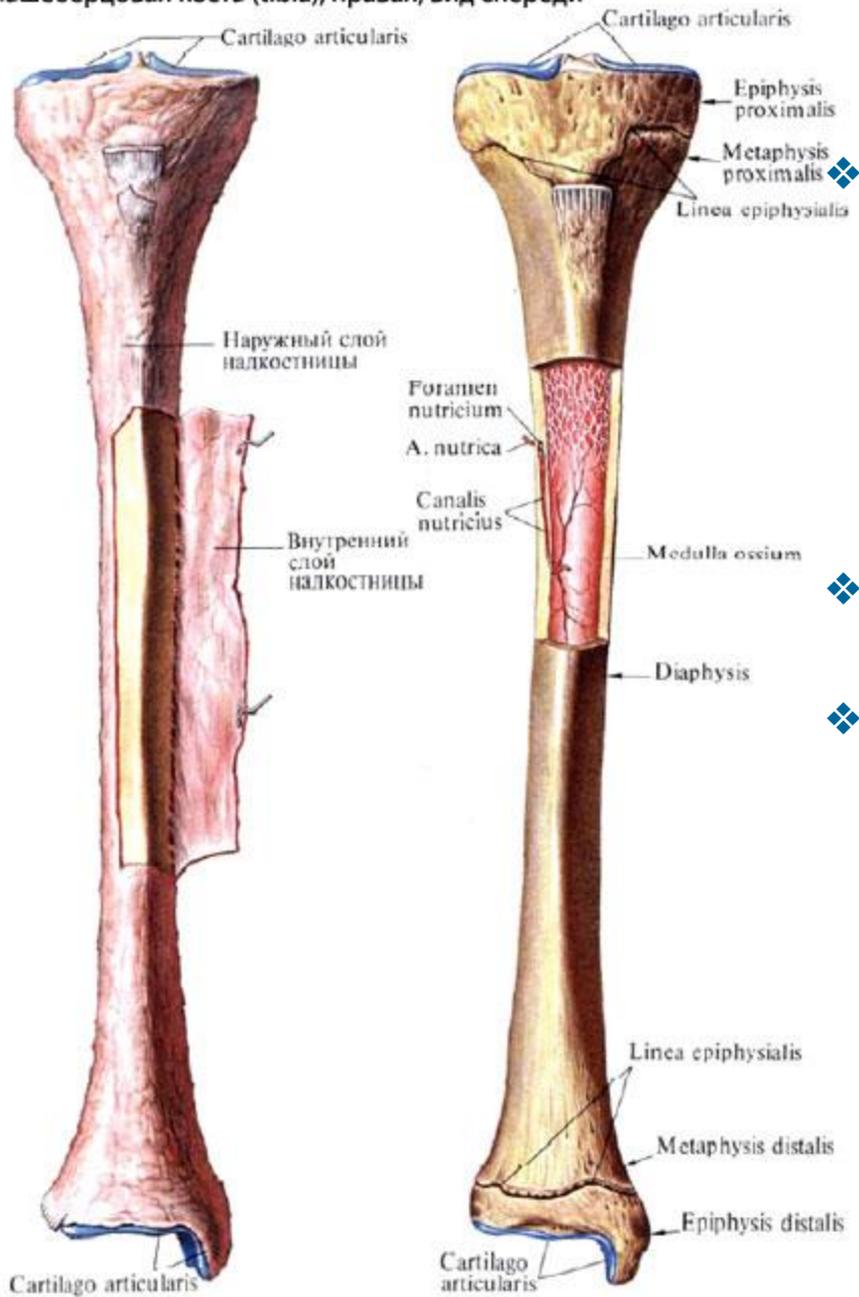
1. Тело кости, диафиз, представляет собой костную трубку, содержащую у взрослых желтый костный мозг и выполняющую преимущественно функции опоры и защиты. Стенка трубки состоит из плотного компактного вещества, **substantia compacta**, в котором костные пластинки расположены очень близко друг к другу и образуют плотную массу. Компактное вещество диафиза разделяется на два слоя соответственно окостенению двоякого рода:

а) наружный кортикальный (**cortex - кора**) возникает путем перихондрального окостенения из надхрящницы или надкостницы, откуда и получает питающие его кровеносные сосуды;

б) внутренний слой возникает путем эндохондрального окостенения и получает питание от сосудов костного мозга.

Концы диафиза, прилегающие к эпифизарному хрящу, - метафизы. Они развиваются вместе с диафизом, но участвуют в росте костей в длину и состоят из губчатого вещества, **substantia spongiosa**. В ячейках "костной губки" находится красный костный мозг.

Большеберцовая кость (tibia), правая; вид спереди



2. Суставные концы каждой трубчатой кости, расположенные по другую сторону эпифизарного хряща, эпифизы. Они также состоят из губчатого вещества, содержащего красный костный мозг, но развиваются в отличие от метафизов эндохондрально из самостоятельной точки окостенения, закладывающейся в центре хряща эпифиза; снаружи они несут суставную поверхность, участвующую в образовании сустава.

3. Расположенные вблизи эпифиза костные выступы-апофизы, к которым прикрепляются мышцы и связки.

Апофизы окостеневают эндохондрально из самостоятельно заложенных в их хряще точек окостенения и построены из губчатого вещества. В костях, не относящихся к трубчатым, но развивающихся из нескольких точек окостенения, можно также различать аналогичные части. И хрящ и многочисленные нервы и сосуды.

КЛАССИФИКАЦИЯ КОСТЕЙ



- ❖ В скелете различают следующие части : скелет туловища (позвонки, ребра, грудина), скелет головы (кости черепа и лица), кости поясов конечностей - верхней (лопатка, ключица) и нижней (тазовая) и кости свободных конечностей - верхней (плечо, кости предплечья и кисти) и нижней (бедро, кости голени и стопы).
- ❖ Число отдельных костей, входящих в состав скелета взрослого человека, **больше 200, из них 36 - 40** расположены по средней линии тела и **непарные, остальные - парные кости.**
- ❖ По внешней форме различают кости - длинные, короткие, плоские и смешанные.

КЛАССИФИКАЦИЯ КОСТЕЙ



Однако такое установленное еще во времена Галена деление только по одному признаку (внешняя форма) оказывается односторонним и служит примером формализма старой описательной анатомии, вследствие чего совершенно разнородные по своему строению, функции и происхождению кости попадают в одну группу. Так, к группе плоских костей относят и теменную кость, которая является типичной покровной костью, окостеневающей эндесмально, и лопатку, которая служит для опоры и движения, окостенекает на почве хряща и построена из обычного губчатого вещества.

- ◆ Патологические процессы также протекают совершенно различно в фалангах и костях запястья, хотя и те и другие относятся к коротким костям, или в бедре и ребре, зачисленных в одну группу длинных костей.

- ❖ Поэтому, правильнее различать кости на основании **3** принципов, на которых должна быть построена всякая анатомическая классификация: формы (строения), функции и развития.

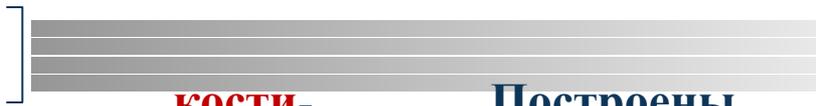
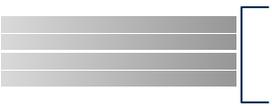
С этой точки зрения можно отметить следующую классификацию костей (Михаил Григорьевич Привес **1904-2000**):

- ❖ **I. Трубчатые кости**
- ❖ 1. Длинные
- ❖ 2. Короткие
- ❖ **II. Губчатые кости**
- ❖ 1. Длинные
- ❖ 2. Короткие
- ❖ 3. Сесамовидные
- ❖ **III. Плоские кости**
- ❖ 1. Кости черепа
- ❖ 2. Кости поясов
- ❖ **IV. Смешанные кости**



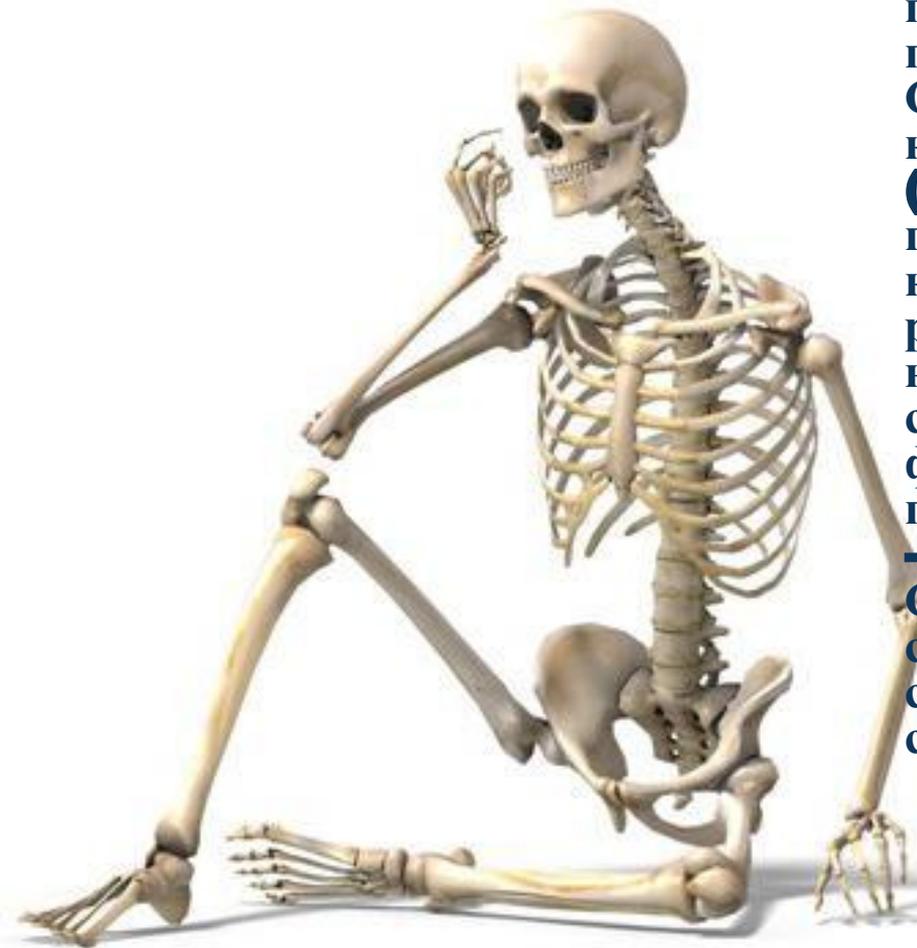


- ◆ **Трубчатые кости.** Они построены из губчатого и компактного вещества, образующего трубку с костномозговой полостью ; выполняют все **3** функции скелета (опора, защита и движение). Из них длинные трубчатые кости (плечо и кости предплечья, бедро и кости голени) являются стойками и длинными рычагами движения и, кроме диафиза, имеют эндохондральные очаги окостенения в обоих эпифизах (биэпифизарные кости); короткие трубчатые кости (кости пястья, плюсны, фаланги) представляют короткие рычаги движения; из эпифизов эндохондральный очаг окостенения имеется только в одном (истинном) эпифизе (моноэпифизарные кости).



Губчатые кости.

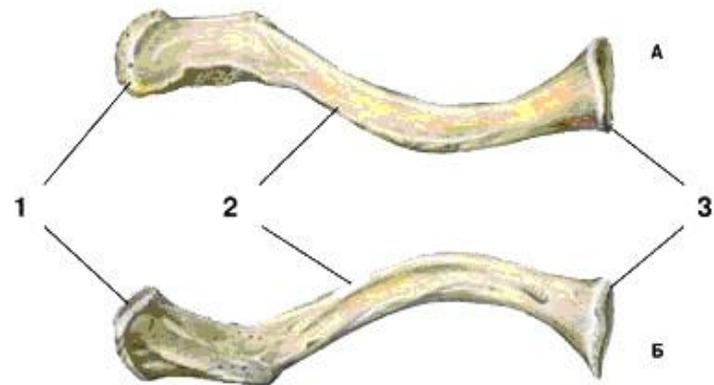
Построены преимущественно из губчатого вещества, покрытого тонким слоем компактного. Среди них различают длинные губчатые кости (ребра и грудина) и короткие (позвонки, кости запястья, предплюсны). К губчатым костям относятся сесамовидные кости, т.е. похожие на сесамовые зерна растения кунжут, откуда и происходит их название (надколенник, гороховидная кость, сесамовидные кости пальцев руки и ноги); функция их - вспомогательные приспособления для работы мышц; развитие - эндохондральное в толще сухожилий. Сесамовидные кости располагаются около суставов, участвуя в их образовании и способствуя движениям в них, но с костями скелета непосредственно не связаны.



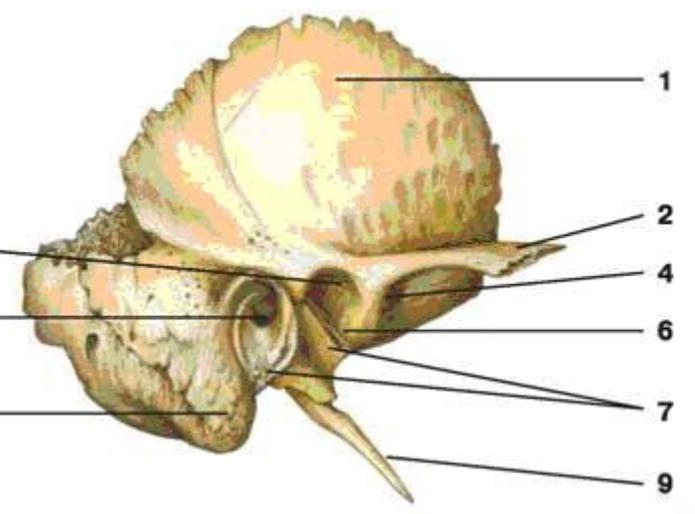
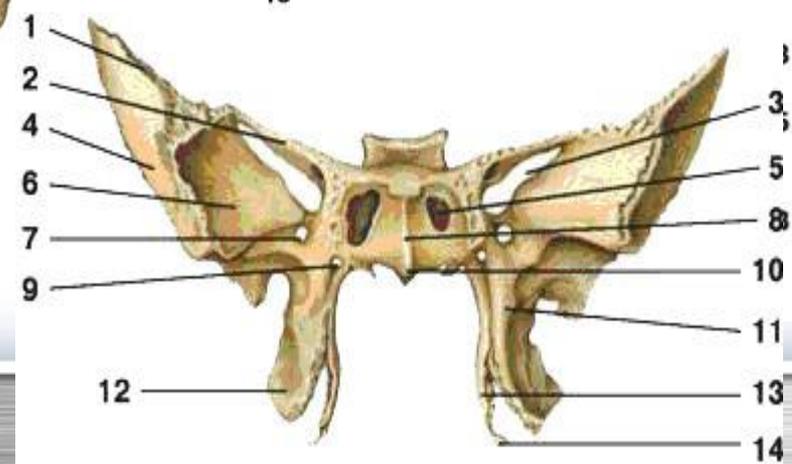
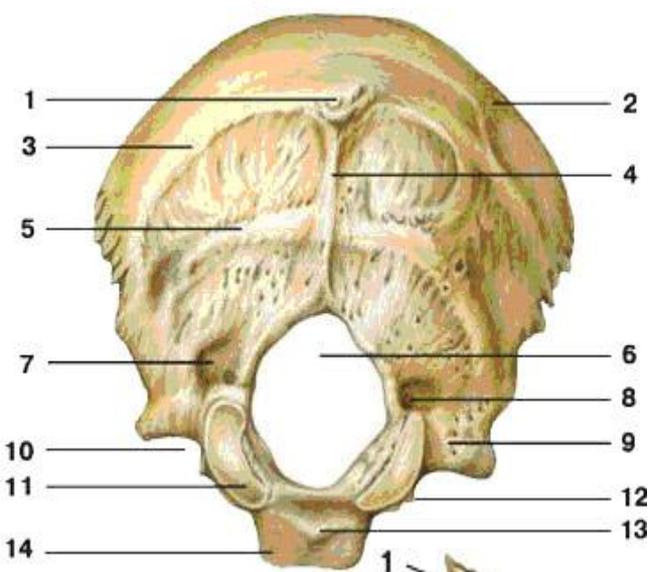


▶ **Плоские кости:**

- а) плоские кости черепа (лобная и теменные) выполняют преимущественно защитную функцию. Они построены из 2 тонких пластинок компактного вещества, между которыми находится диплоэ, **diploe**, - губчатое вещество, содержащее каналы для вен. Эти кости развиваются на основе соединительной ткани (покровные кости);
- б) плоские кости поясов (лопатка, тазовые кости) выполняют функции опоры и защиты, построены преимущественно из губчатого вещества; развиваются на почве хрящевой ткани



◆ **Смешанные кости** (кости основания черепа). К ним относятся кости, сливающиеся из нескольких частей, имеющих разные функции, строение и развитие. К смешанным костям можно отнести и ключицу, развивающуюся частью эндесмально, частью перихондрально



КЛАССИФИКАЦИЯ КОСТЕЙ

по П. Ф. Лесгафту

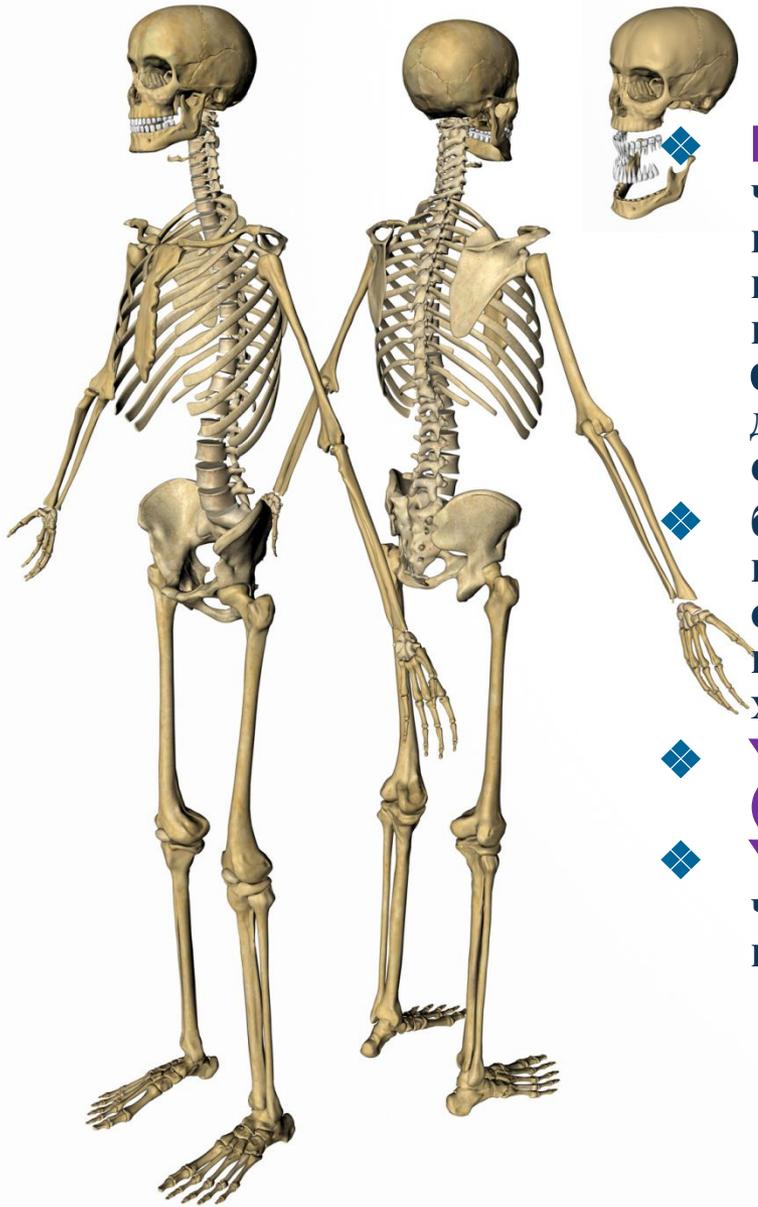


Пётр Францевич
Лесгафт (1837(1837-1909))

- ❖ **1. Длинные (трубчатые кости).** Они построены из губчатого и компактного вещества, образующего трубку с костномозговой полостью ; выполняют все **3** функции скелета (опора, защита и движение). Из них длинные трубчатые кости (плечо и кости предплечья, бедро и кости голени) являются стойками и длинными рычагами движения и, кроме диафиза, имеют эндохондральные очаги окостенения в обоих эпифизах (биэпифизарные кости); короткие трубчатые кости (кости запястья, плюсны, фаланги) представляют короткие рычаги движения; из эпифизов эндохондральный очаг окостенения имеется только в одном (истинном) эпифизе (моноэпифизарные кости).



III. Короткие (губчатые кости). Построены преимущественно из губчатого вещества, покрытого тонким слоем компактного. Среди них различают длинные губчатые кости (и короткие (кости запястья, предплюсны). К губчатым костям относятся сесамовидные кости, т.е. похожие на сесамовые зерна растения кунжут, откуда и происходит их название (надколенник, гороховидная кость, сесамовидные кости пальцев руки и ноги); функция их - вспомогательные приспособления для работы мышц; развитие - эндохондральное в толще сухожилий. Сесамовидные кости располагаются около суставов, участвуя в их образовании и способствуя движениям в них, но с костями скелета непосредственно не связаны.



III. Плоские кости (широкие): а) плоские кости черепа (лобная и теменные) выполняют преимущественно защитную функцию. Они построены из **2** тонких пластинок компактного вещества, между которыми находится диплоэ, **diploe**, - губчатое вещество, содержащее каналы для вен. Эти кости развиваются на основе соединительной ткани (покровные кости);

❖ б) плоские кости поясов (лопатка, тазовые кости, ребра и грудина) выполняют функции опоры и защиты, построены преимущественно из губчатого вещества; развиваются на почве хрящевой ткани.

❖ **VI. Ненормальные (смешанные кости) (позвонки).**

❖ **V. Воздухоносные кости (некоторые кости черепа):** лобная, клиновидная, решетчатая, височная кости, верхняя челюсть.



Спасибо за внимание!