



## Лекция 2.

Система скелета. Кость как орган.  
Развитие костей туловища и  
конечностей.

*Заведующий кафедрой анатомии человека  
профессор А.К. Усович*

# План лекции

- **Классификация опорно-двигательного аппарата**
- **Химический состав и физические свойства кости**
- **Строение кости**
- **Классификация костей**
- **Развитие и рост костей у человека**
- **Способы окостенения**
- **Влияние социобиологических факторов на развитие и строение скелета**
- **Кость в рентгеновском изображении**
- **Развитие позвоночного столба, ребер и грудины**
- **Старческие изменения костей скелета туловища**
- **Варианты строения и аномалии костей скелета туловища**
- **Развитие скелета верхних и нижних конечностей их варианты строения и аномалии.**
- **Сходства и различия в строении скелета верхних и нижних конечностей.**

# Классификация опорно-двигательного аппарата

*Опорно-двигательный аппарат* - совокупность структур, обеспечивающих перемещения всего тела и его частей в окружающем пространстве.

Основные его **функции** - осуществление движения и обеспечение опоры.

*Опорно-двигательный аппарат* делят на 2 части: **пассивную** (кости и их соединения, выполняющие функции рычагов, и **активную** (скелетные мышцы, обеспечивающие перемещения этих рычагов).

# Общая характеристика скелета человека

Скелет, *skeleton* (от греч. *skeletos* – *высохший, высушенный, иссохший*) представляет собой совокупность отдельных костей, соединенных в определенном порядке посредством соединительной, хрящевой и костной тканей. Для изучения обычно используются специально обработанные, мацерированные (высушенные и обезжиренные) кости, искусственно соединенные между собой. Суммарная масса мацерированных костей составляет 5 – 6 кг (8 – 10% от массы всего тела). Масса костей живого человека составляет 15 – 20% массы его тела. Скелет и образующие его кости выполняют в организме механические (*опора, движение, защита*) и биологические (*обмен веществ – являются депо минеральных веществ; кроветворение*) функции.

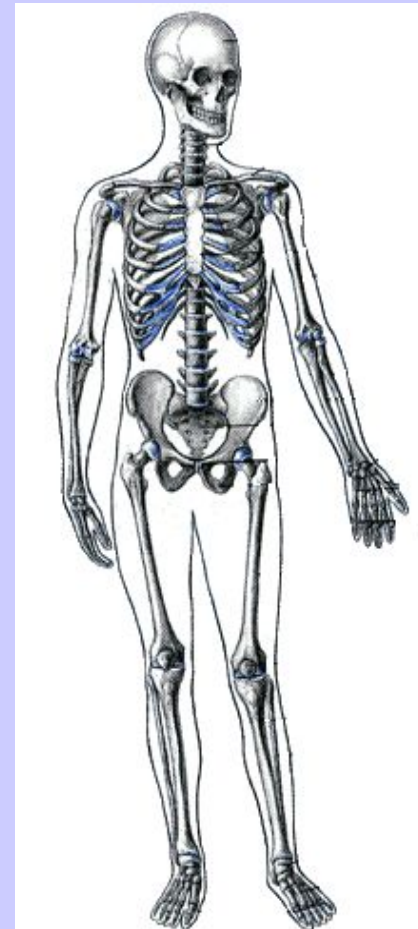
# Функции скелета

- **Опорная** - кости поддерживают прикрепляющиеся к ним мягкие ткани и органы (мышцы, фасции, внутренние органы). Благодаря скелету тело человека, находясь в условиях земного тяготения - гравитации, занимает определенное положение в пространстве.
- **Движения** обеспечиваются потому, что кости образуют рычаги, приводимые в движение мышцами.
- **Защитная** - скелет образует вместилища для органов, защищает их от внешних воздействий.
- **Обменная** - в костях содержится 98% всех неорганических веществ организма: кальций, фосфор, магний и др., а также микроэлементы: медь, стронций, цинк, бериллий, алюминий, барий, кремний, фтор. Всего их более 30.
- **Кровотворная** - наличие в кости красного костного мозга, являющегося источником стволовых клеток крови.

# Классификация скелета

По расположению весь скелет разделяют на **осевой скелет, skeleton axiale** (позвоночный столб, грудная клетка и череп) и **добавочный скелет, skeleton appendiculare** (кости верхних и нижних конечностей).

В составе скелета 208-210 (до 300) костей, из них 33-34 непарные, остальные парные.



# Кость как орган

Любая **КОСТЬ** (*от. лат. os, ossis*) - как орган живого организма имеет определенную форму, выполняет характерные для нее функции и состоит из разных тканей, основной и главнейшей среди них является костная.

### 3. Химический состав и

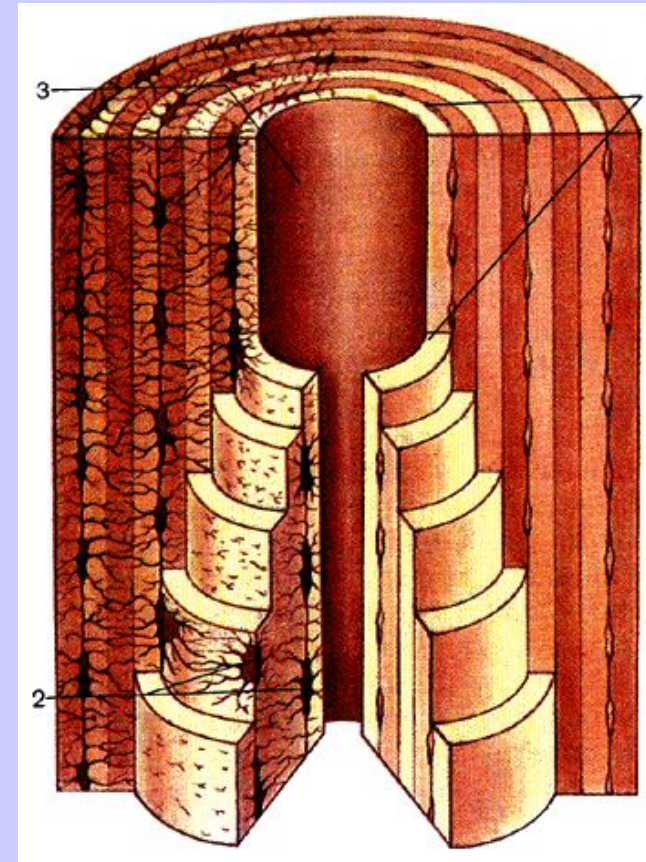
**Физические свойства кости**  
Костная ткань в живом организме содержит ~50% воды, 28,15% органических веществ, из которых 19,75% составляют жиры, и 21,85% неорганических веществ. Высушенная кость (мацерированная) состоит на 1/3 из органических и на 2/3 из неорганических веществ.

Прочность кости обеспечивается единством органических и неорганических веществ, а также конструкцией костной ткани. Если кость подвергнуть действию кислоты, то соли кальция растворятся, а органические вещества сохранятся. Кость при этом сохранит свою форму, но станет мягкой и эластичной. Если из кости удалить органические вещества, то форма кости также сохранится, но она становится ломкой, хрупкой.



# 4. Строение кости

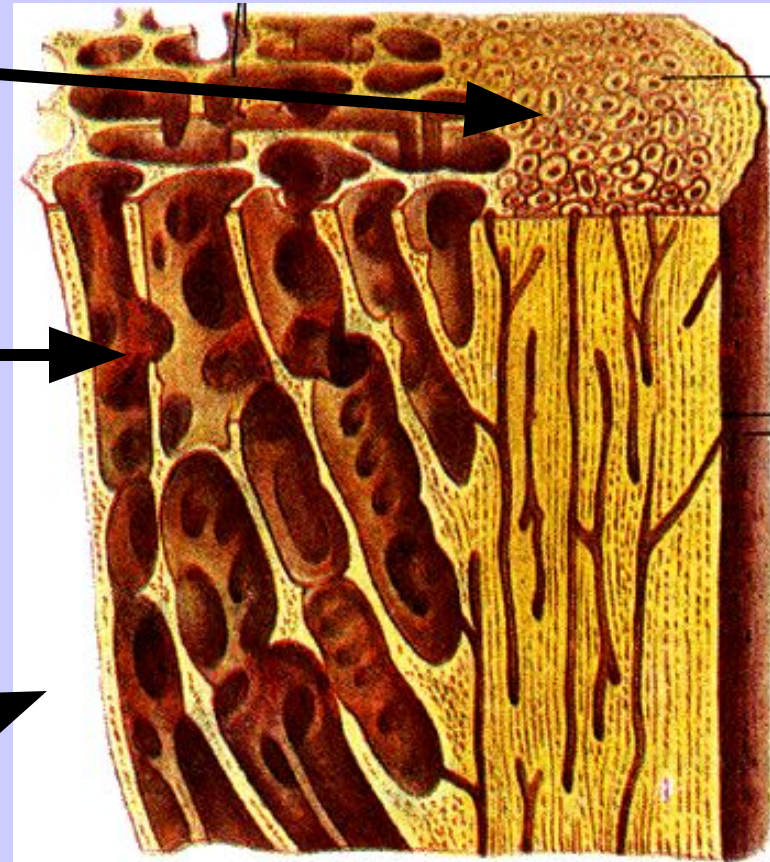
**Остеон** - структурная единица кости - совокупность костных пластинок, расположенных concentrically, в виде тонких трубочек, вставленных одна в другую. Внутренняя из пластинок окружает центральный (гаверсов) канал, в котором расположены сосуды и нервы. Пластинки состоят из коллагеновых волокон и белковой природы основного вещества, пропитанного минеральными веществами. В пластинках полости в которых находятся клетки - остеоциты.



# Виды костной ткани

Различают: *компактное вещество, substantia compacta*, в котором трабекулы плотно прилежат друг к другу и *губчатое (трабекулярное) вещество, substantia spongiosa (trabecularis)*, пористое, построенное из костных балок с ячейками между ними, по виду напоминающее губку (от греч. *spongia* – губка).

Из остеонов образуются *перекладины, trabeculae*.

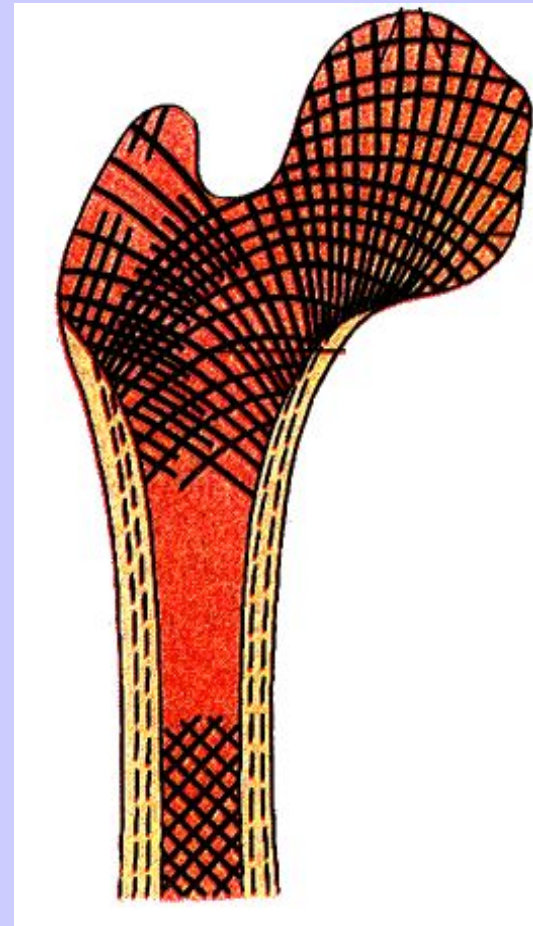


# Конструкция костной ткани

Кости испытывают нагрузку давления и тяги мышц. Трабекулы располагаются по линиям сжатия и растяжения.

Губчатое вещество расположено в тех участках кости, где при большом объеме требуется сохранить прочность и вместе с тем легкость кости. Поэтому **ориентация костных трабекул имеет вид арочной конструкции.**

Кости могут выдерживать нагрузку, во много раз превышающую массу тела. Бедренная кость выдерживает осевую нагрузку в 1,5 т, большеберцовая - 1,6-1,8 т.





# Конструкция костной ткани

Вероятно поэтому, с проксимального эпифиза большеберцовой кости "срисовал" французский инженер Эйфель арочную конструкцию своей знаменитой башни, которая украшает Париж уже более 300 лет.



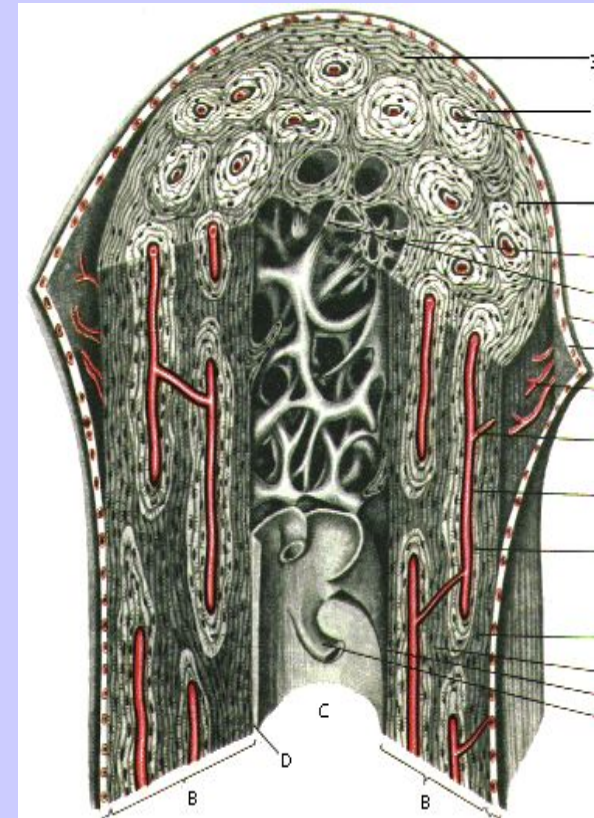
# Конструкция кости

Снаружи кость покрыта **надкостницей**, *periosteum*. Надкостница – тонкая прочная соединительнотканная пластинка, которая богата кровеносными и лимфатическими сосудами, нервами. В ней можно выделить **2 слоя**. Наружный слой надкостницы **волокнистый**, внутренний – **ростковый, камбиальный**, прилежит непосредственно к костной ткани. За счет внутреннего слоя надкостницы образуются молодые костные клетки (остеобласты), обеспечивающие рост костной ткани.



# Конструкция кости

Внутри диафиза трубчатых костей - **костномозговая полость, *cavitas medullaris***, в которой и ячейках губчатого вещества, находится костный мозг. У плодов и новорожденных во всех костях содержится **красный костный мозг, *medulla ossium rubra***. У взрослого он содержится только в ячейках губчатого вещества плоских костей, в губчатых костях, эпифизах трубчатых костей. В костномозговой полости диафизов трубчатых костей находится **желтый костный мозг, *medulla ossium flava***.



# Классификация костей

## A- по форме



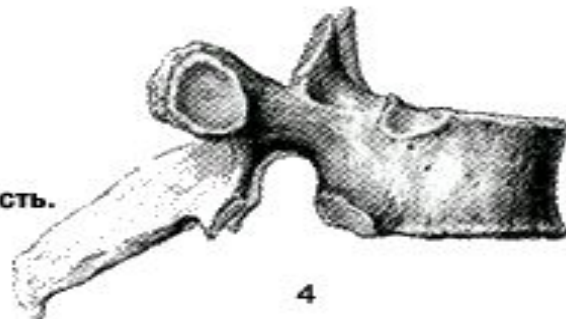
1



2



3



4

- 1 — длинная (трубчатая) кость;  
2 — плоская кость;  
3 — короткие (губчатые) кости;  
4 — ненормальная (смешанная) кость.



# Классификация костей

## Б- по расположению

- Кости черепа
- Кости туловища
- Кости верхних конечностей
- Кости нижних конечностей



# Развитие и рост костей у человека

В развитии скелета человека, выделяют 3 стадии: *перепончатую, хрящевую и костную*. Первым элементом перепончатого скелета является спинная струна – *хорда (chorda dorsalis)*, которая появляется на стадии образования зародышевых листков. Перепончатая матрица скелета образуется вокруг хорды из склеротома мезодермы и прилежащих к нему клеток мезенхимы (**1-я**, перепончатая стадия развития скелета). Затем происходит замещение эмбриональной соединительной ткани хрящом (**2-я**, хрящевая, стадия развития скелета). **3-я**, костная стадия развития скелета начинается на 6-8-й неделе эмбриогенеза, когда у человека начинает появляться костная ткань.

# Классификация костей по развитию

**Первичные кости** - окостенение происходит на месте опорной эмбриональной соединительной ткани (перепончатый остеогенез), минуя стадию хряща (кости свода черепа, кости лица, часть ключицы).

**Вторичные кости** - развиваются на основе хряща, напоминающего по своей форме кость взрослого человека (хрящевой остеогенез). Это кости туловища, конечностей, основания черепа.

# Способы окостенения

1. **Эндесмальное** окостенение (*от греч. en - внутри, desmos - связка*) - первичные кости.
2. **Перихондральное** окостенение (*от греч. peri - вокруг, chondros - хрящ*) - вторичные кости за счет надхрящницы.
3. **Энхондральное** окостенение (*от греч. endo - внутри, chondros - хрящ*) - внутри вторичных костей.
4. **Периостальное** окостенение -из надкостницы

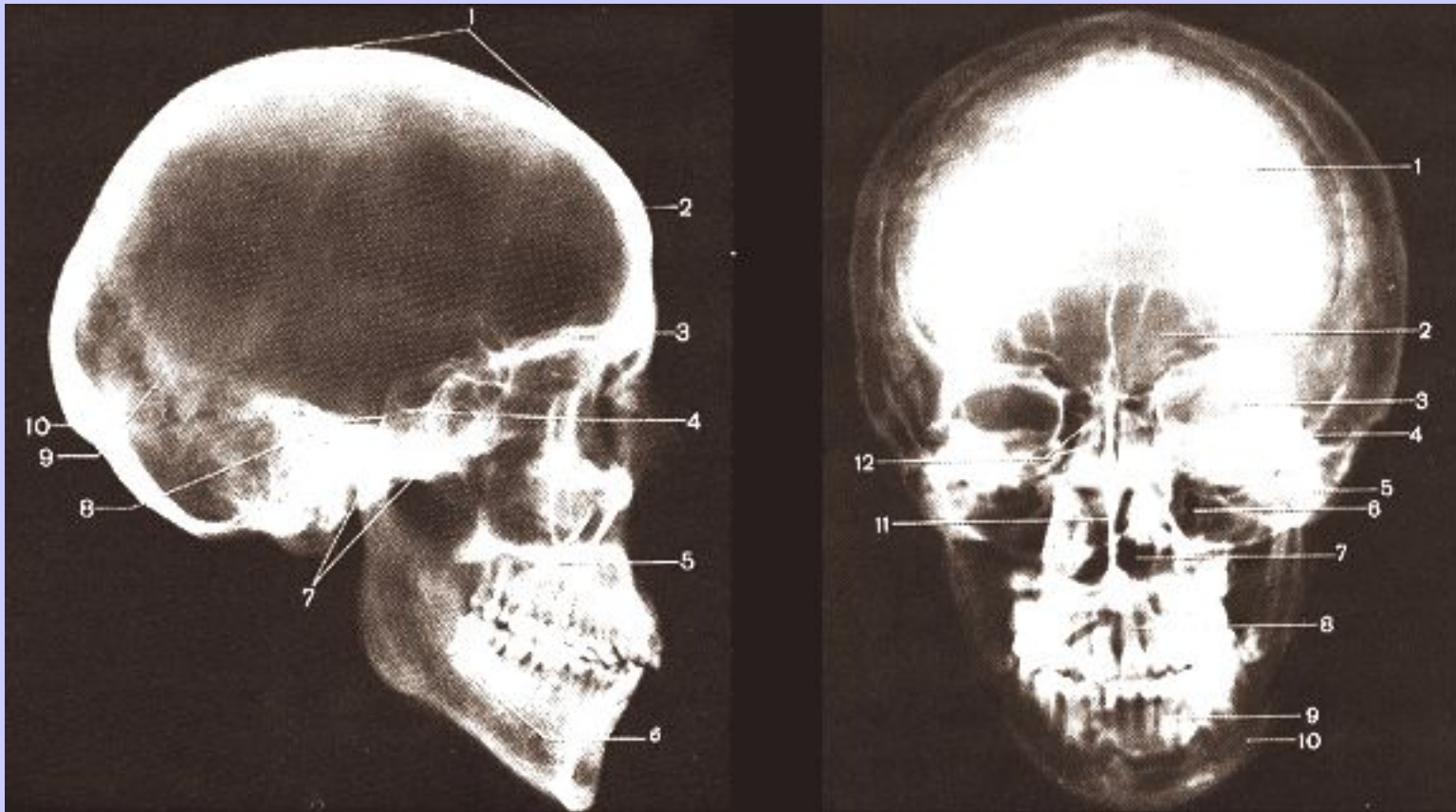
# Влияние социобиологических факторов на развитие и строение скелета

- Строение кости соответствует ее месту в организме и назначению, направлению силы тяги действующих на нее мышц.
- Кость отличается большой пластичностью. Физическая нагрузка оказывает формообразующее воздействие на кость, укрепляя кости
- При постоянной физической нагрузке на кость развивается ее рабочая гипертрофия: компактное вещество утолщается, костномозговая полость суживается. Гиподинамия приводит к истончению компактного вещества, перестройке архитектуры трабекул, к ослаблению кости.
- Перестройка костной ткани происходит благодаря протеканию 2-х процессов: разрушению (резорбции) и образованию новых костных клеток и межклеточного вещества.

## Определение П.Ф.Лесгафта

Костная система человеческого организма устроена таким образом, что при наибольшей легкости она представляет наибольшую крепость и всего лучше в состоянии противодействовать влиянию толчка и сотрясения. Рычаги, входящие в состав этой системы у человека приноровлены больше к ловким и быстрым движениям, чем к проявлению большой силы.

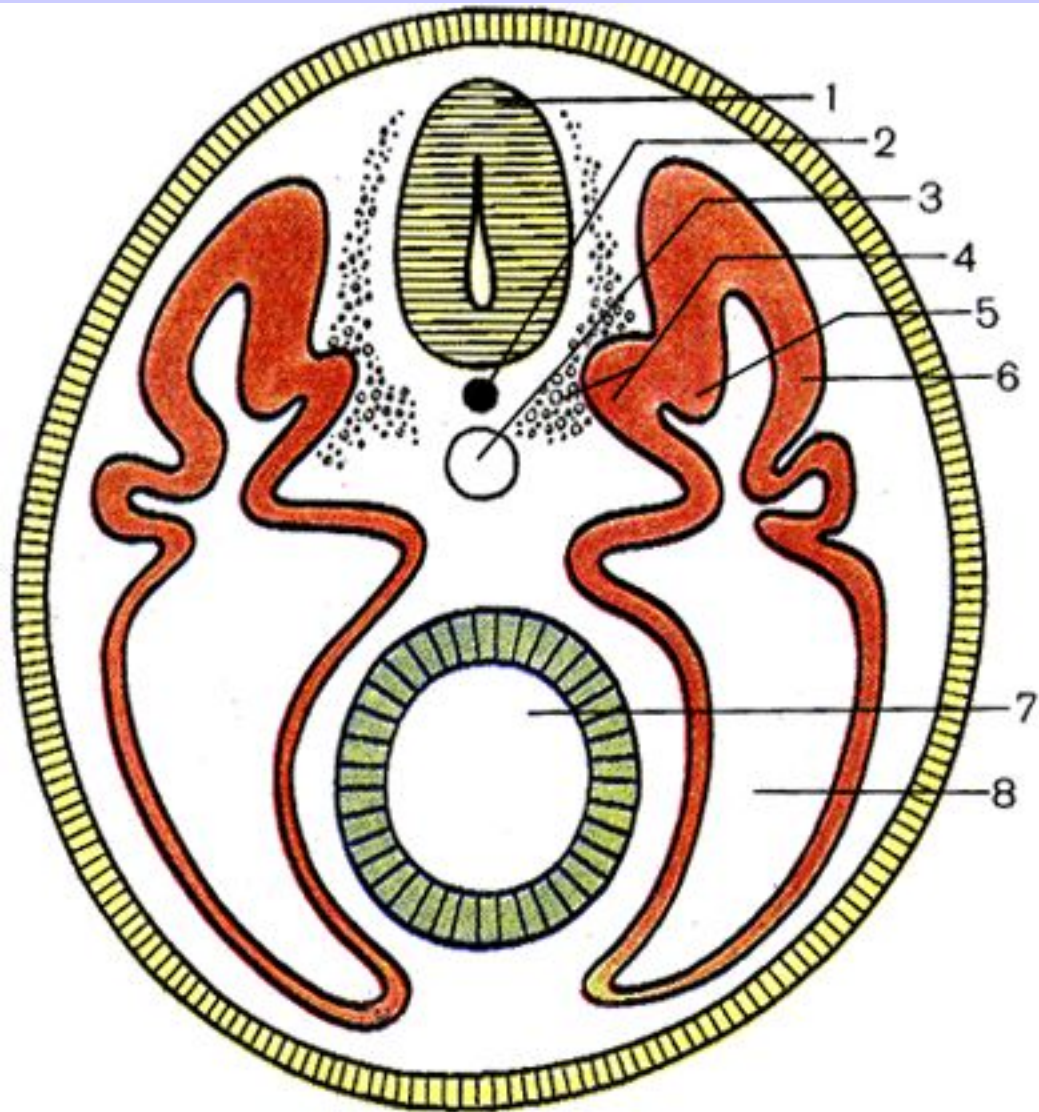
# Кость в рентгеновском изображении





# Развитие позвоночника

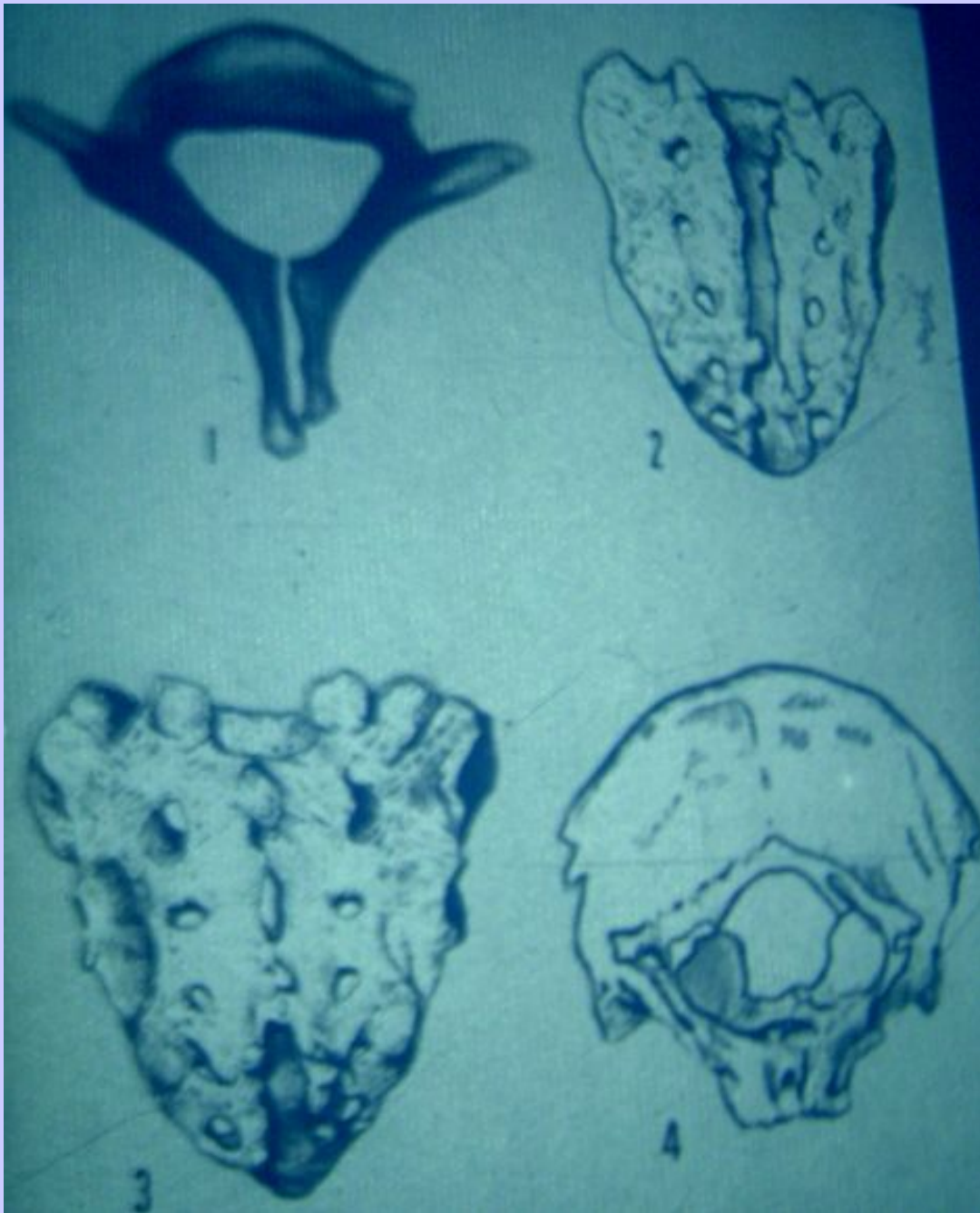
Позвоночный столб образуется из мезодермальных, позднее – из мезенхимных участков склеротомов первичных сегментов (сомитов), располагающихся по бокам от спинной струны (*chorda dorsalis*) вентролатерально от нервной трубки.



Отдельные склеротомы располагаются метамерно, друг за другом в краниокаудальной последовательности. В конце 4-й недели происходит пролиферация их мезенхимной бластемы в 3 направлениях: медиовентрально, дорсально и вентролатерально. Мезенхима, выселяющаяся из медиовентральной части склеротома обволакивает хорду, образуя закладки тел первичных позвонков (*corpus vertebrae*). При этом располагающиеся рядом зачатки тел позвонков разделяются между собой закладками межпозвонковых пластинок. Через середину закладок тел позвонков и межпозвонковых пластинок проходит спинная хорда, которая в области тел позвонков со временем полностью дегенерирует, а в межпозвонковых пластинках от нее сохраняется рудимент в виде очага мукоидной ткани (*nucleus pulposus* – студенистого ядра межпозвоночного диска).



# Spina bifida



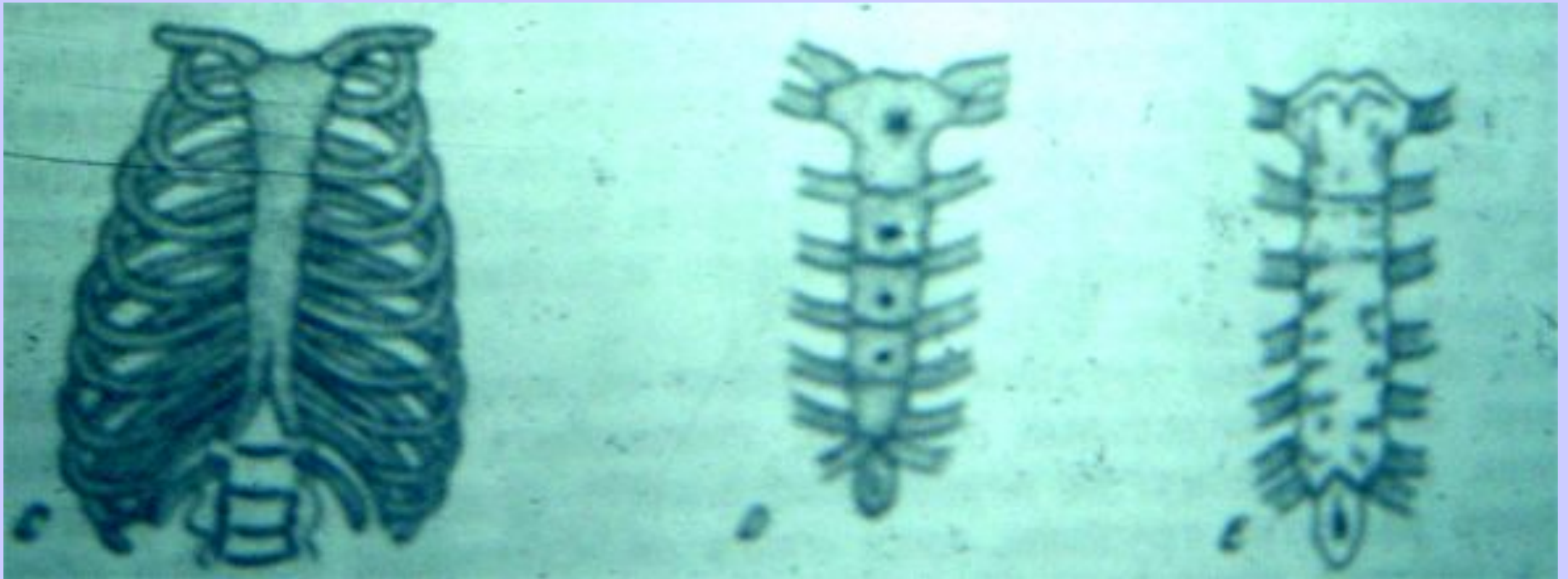
# Spina bifida



# Развитие головы и грудины

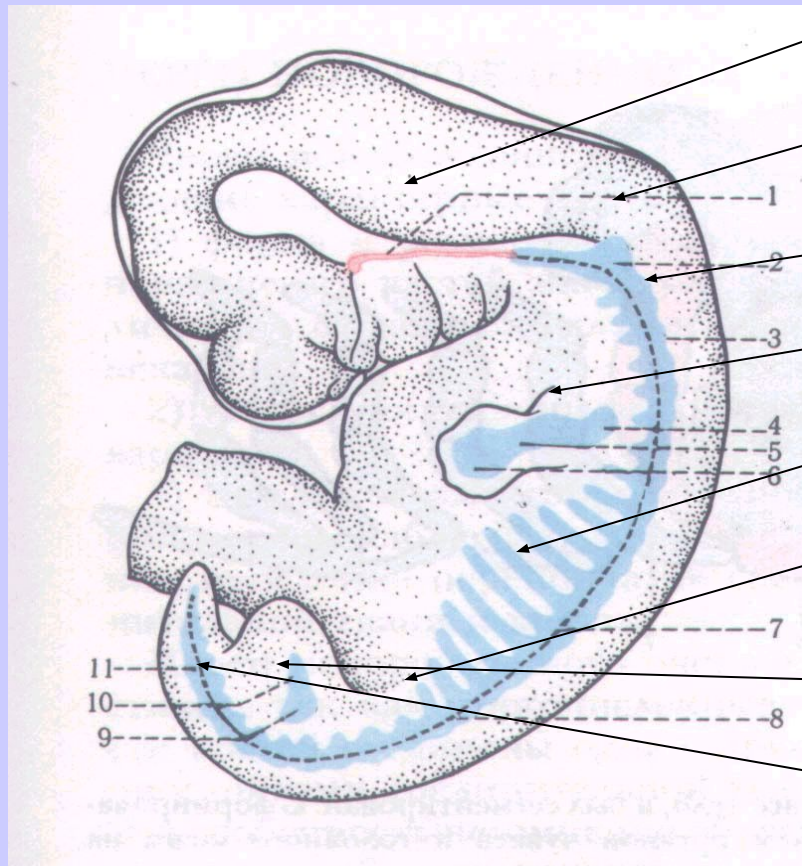


# Развитие грудины





# Схема расположения перепончатых закладок скелета



1. Хорда

2. Область затылка

3. III шейный позвонок

4-6. Верхняя конечность

7. Грудная клетка

8. I поясничный позвонок

9-10. Нижняя конечность

11. Крестец

# Abrachia



# Hemimelia



# Hemimelia







# Трехпалость



# Сирена





# Остеосаркома

# **Литература для самостоятельной работы**

*Учебник под редакцией М.Р.Сапина*

*Лекция № 2: с. 40-46,  
59-62, 144-152.*

*Лекция № 3: с. 116-123*

*Курс лекций  
(Усович А.К., Бурак Г.Г.)*

*Лекция № 3,4.*

*Лекция № 5:*

# **Литература**

## **для самостоятельной работы**

*Курс лекций (Усович А.К., Бурак Г.Г.)*

*Лекция № 2: с. 31-57.*

*Лекция № 3: с. 57-73.*

*Учебник под редакцией М.Р.Сапина.-М.: ГЭОТАР-  
Медиа, 2013.- том 1.*

*Лекция № 2: с.68-83*

*Лекция № 3: с.142-148.*

.