

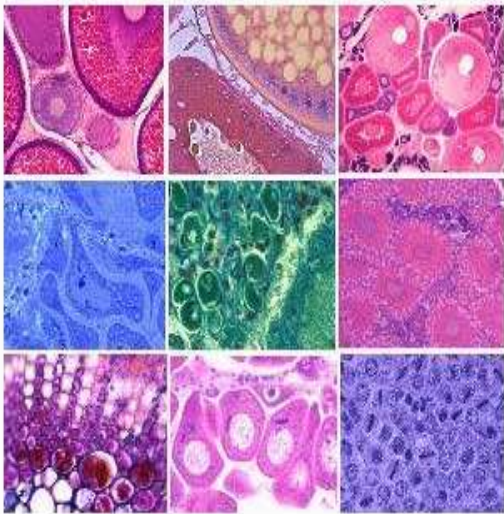
# Съединителна тъкан



**1. Съединителна тъкан с твърдо междуклетъчно вещество**

**2. Хрущялна съединителна тъкан:**

- ✓ хиалинен хрущял
- ✓ еластичен хрущял
- ✓ влакнест хрущял



**3. Хондрогенеза**

**4. Костна съединителна тъкан:**

- ✓ клетки на костта
- ✓ междуклетъчно вещество (костен матрикс)
- ✓ незряла и ламеларна костна тъкан

**5. Хистогенеза на костната тъкан**

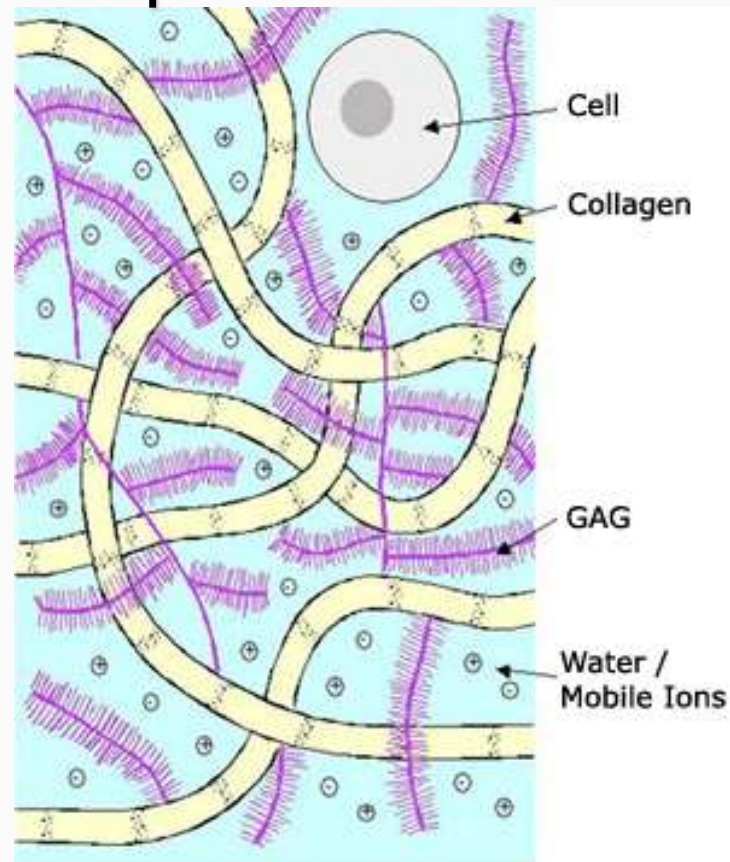


# Хрущялна тъкан

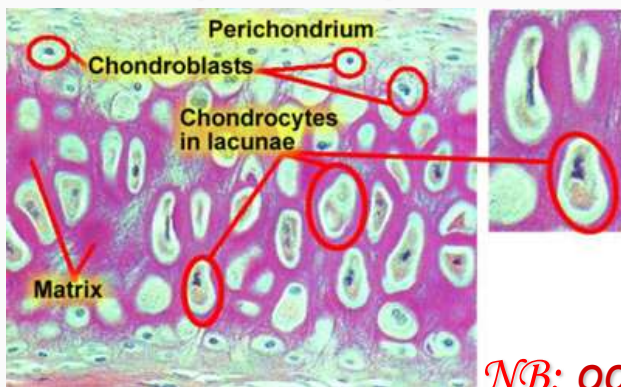
- ***Textus cartilagineus***: Gr. *chondros*, хрущял
  - ✓ клетки – хондробласти и хондроцити
  - ✓ екстрацелуларен матрикс – 95%

- **особености:**

- ✓ специфични клетки
- ✓ обилие на твърдо междуклетъчно вещество (матрикс)
- ✓ аваскуларна тъкан – липса на собствено кръвоснабдяване
- ✓ отсъствие на лимфни съдове
- ✓ липсват нерви
- ✓ слаба регенерационна способност



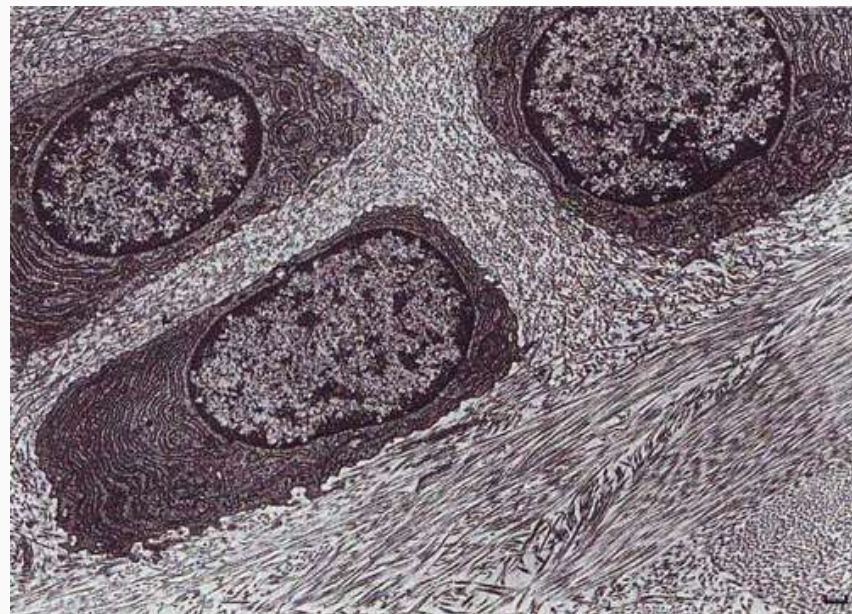
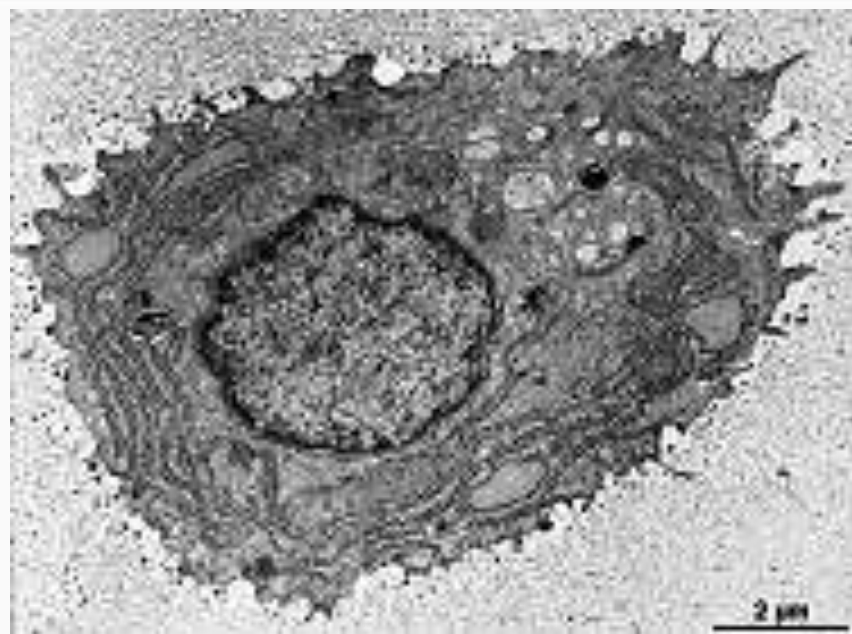
**Cartilage**



**NB: основна функция – поддържане на меките тъкани**



- ✓ Хондробласти – произход:
  - недиференцирани мезенхимни клетки
  - хондрогенни клетки – в перихондриум
- ✓ Хондроцити – 10-30  $\mu\text{m}$ :
  - синтезират влакна (колагенни и еластични), глюкозаминогликани и гликопротеини (хондронектин)
  - стимулират се от хормони (растежен, тироксин, тестостерон) и витамин А, С и D
  - инхибират се от естрогени, кортизон и хидрокортизон
  - разположени в изогенни групи в лакуни на матрикса
  - ниска метаболитна активност
  - не се делят



## ■ Екстрацелуларен матрикс:

- ✓ силно хидратиран – 60-70% вода (агрекан)
- ✓ аморфно вещество:

### ➤ глюкозаминогликани

- хиалуронова киселина
- хондроитин сулфат
- кератан сулфат

### ➤ протеоглици – мономери

- агрекан – мегакомплекси с хиалуронан (хидратация)
- декорин – ориентация на колагеновите молекули

### ➤ гликопротеини

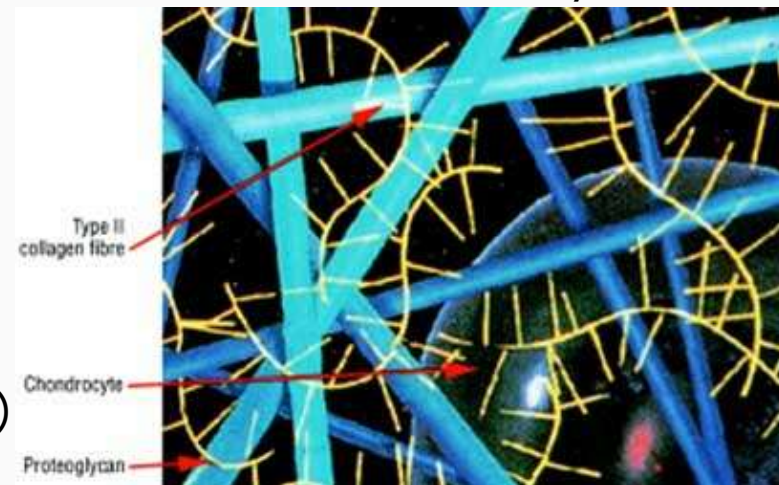
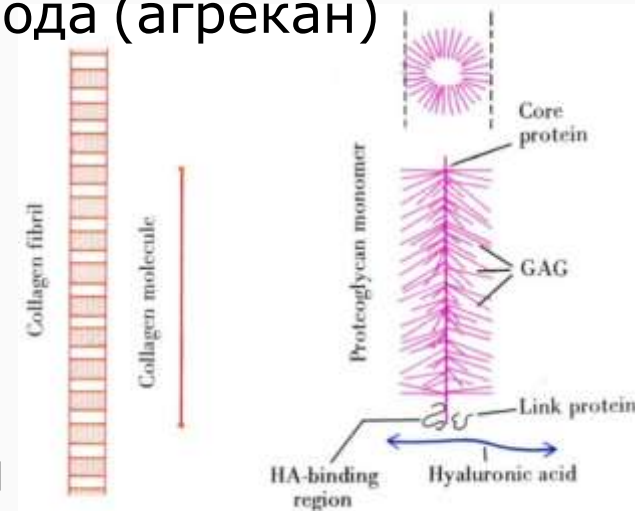
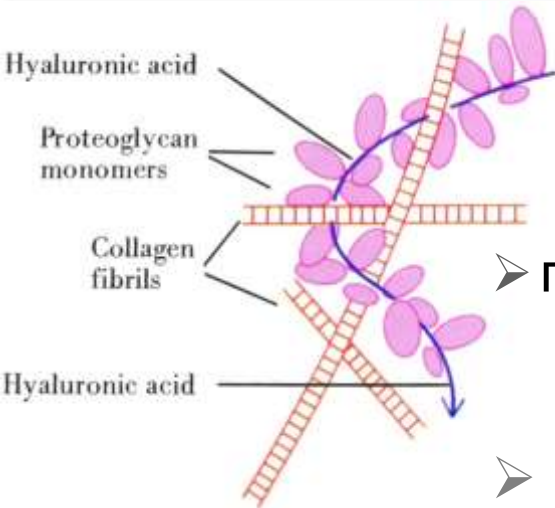
- хондронектин

## ✓ съединителнотъканни влакна:

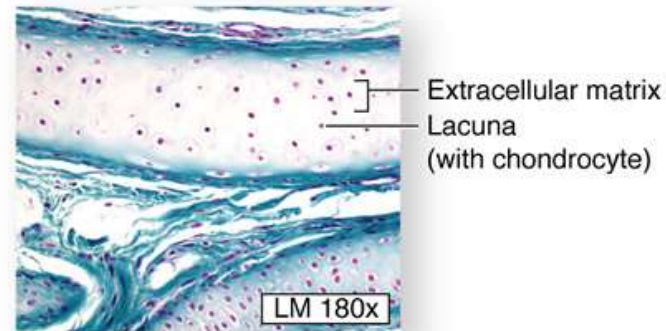
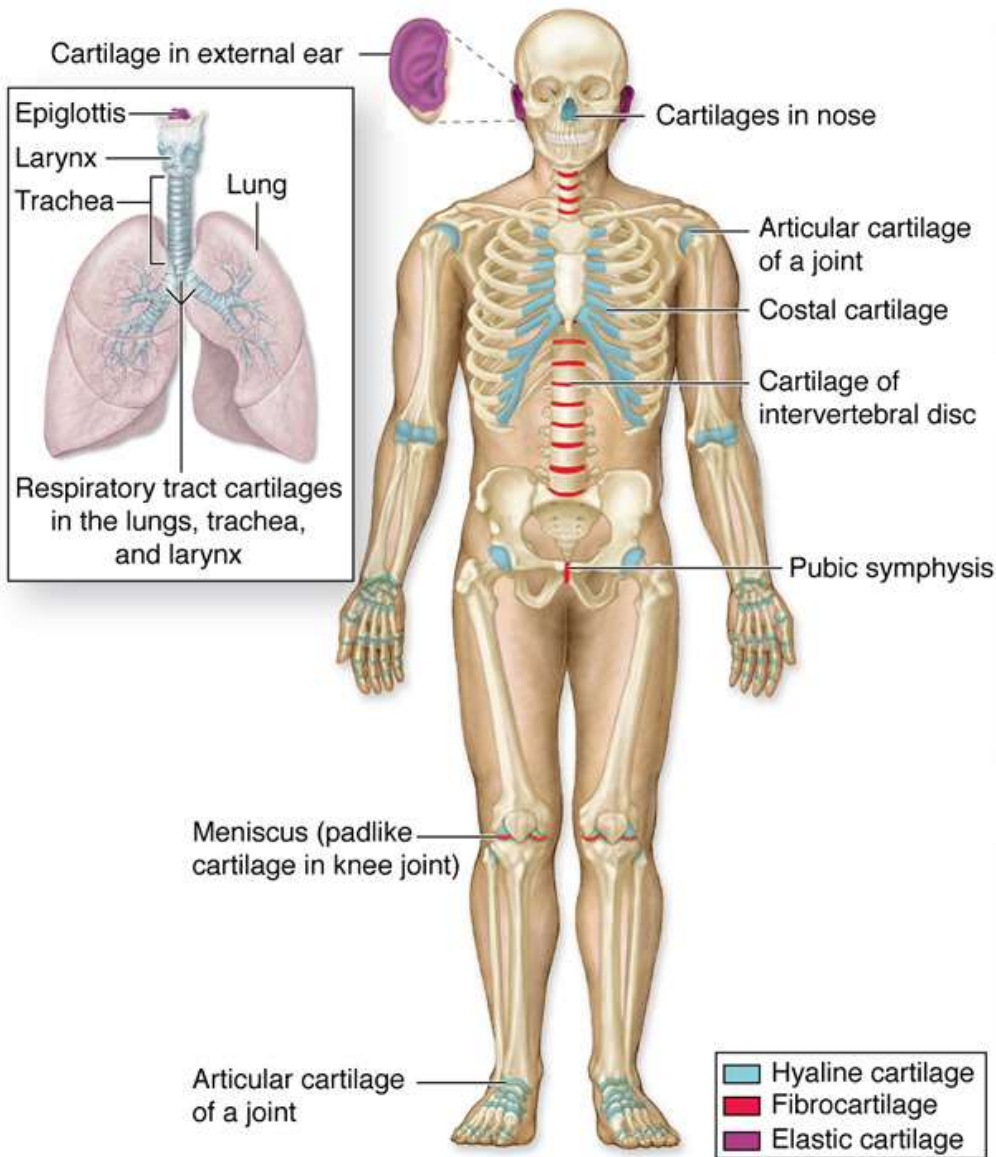
### ➤ хрущял-специфични колагенни – 20 nm

- колаген II (VI, IX-XI)

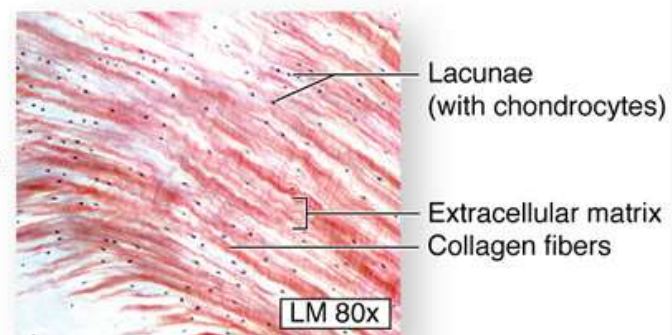
### ➤ еластични



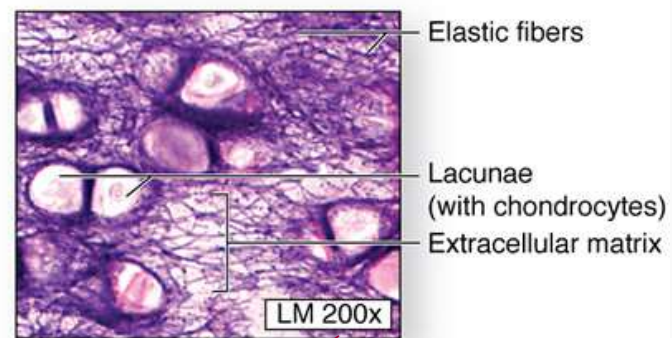
# Хрущялна тъкан – видове



**b Hyaline cartilage** ✓ **хиалинен**



**c Fibrocartilage** ✓ **влакнест**



**d Elastic cartilage** ✓ **еластичен хрущял**

# Хиалинен хрущял

*Gr. hyalos*, стъкло

■ клетки:

- ✓ хондробласти
- ✓ хондроцити
  - лакуни
  - изогенни групи – 2-8 хондроцита

матрикс – 40% от сухото вещество:

- ✓ колагенни фибрили – колаген II
- ✓ протеогликани – агрегати (4  $\mu\text{m}$ ), съдържат 70-80% вода
- ✓ териториален (капсуларен) – 50  $\mu\text{m}$ 
  - базофилен, метакромазия
  - PAS-позитивен
  - + изогенни групи = хондрон
  - перицелуларна капсула – 1-3  $\mu\text{m}$
- ✓ интертериториален матрикс

■ ставен хрущял (2-5 mm) – четири зони:

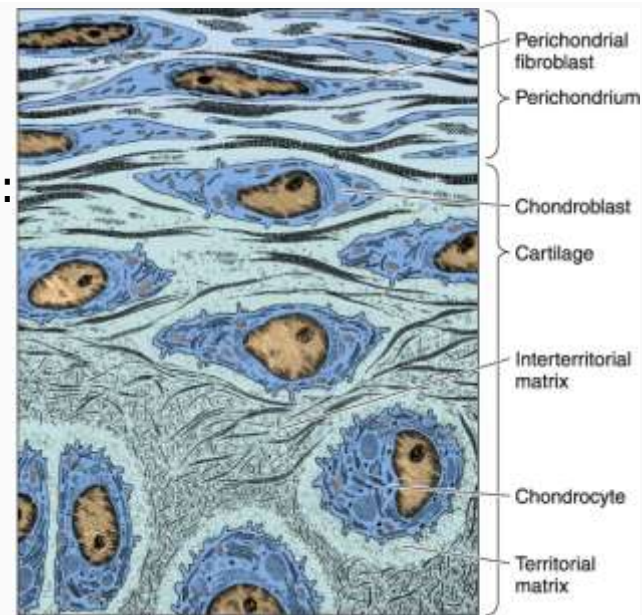
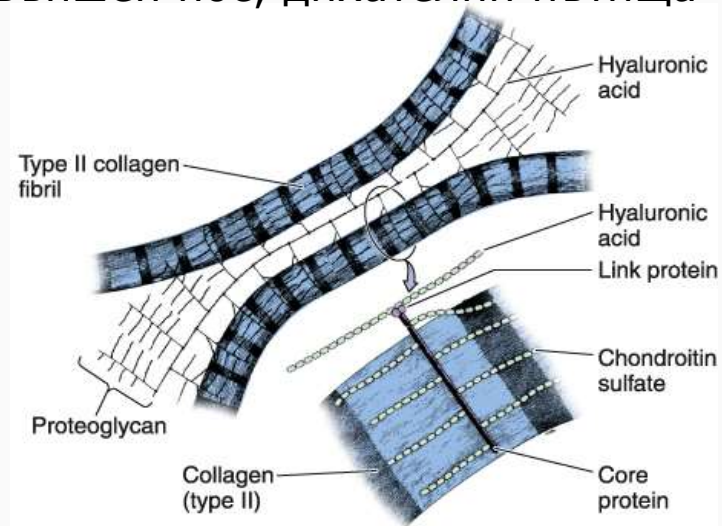
- ✓ повърхностна (тангенциална)
- ✓ междинна (преходна)
- ✓ дълбока (радиерна) – най-широка
- ✓ калцифицирана

■ перихондриум – два слоя:

- ✓ *stratum fibrosum* – колаген I влакна
- ✓ *stratum cellulare* – хондрогенни клетки
- ✓ изхранва и регенерира хрущяла

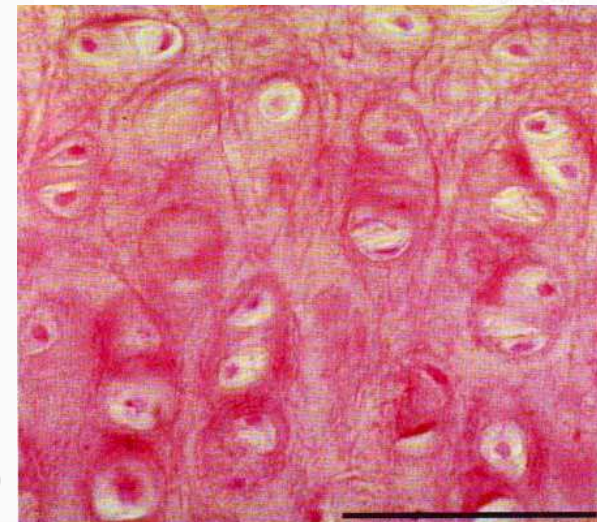
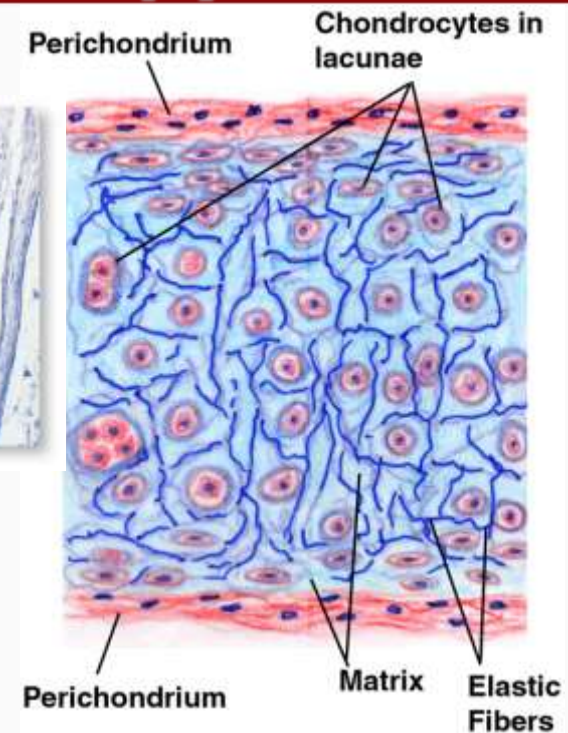
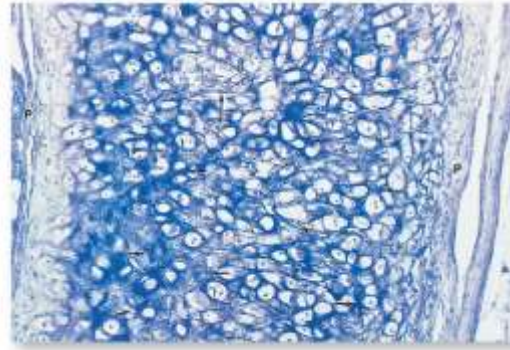


широко разпространен – ребра, ставни повърхности, външен нос, дихателни пътища



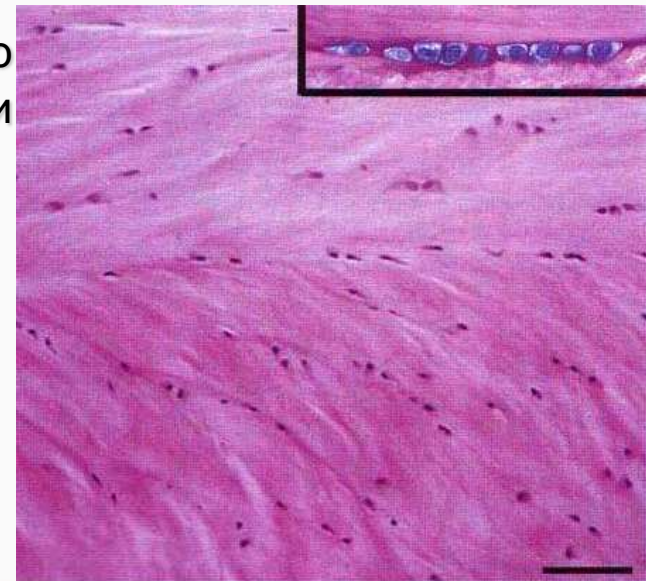
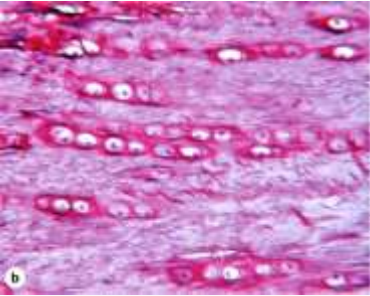
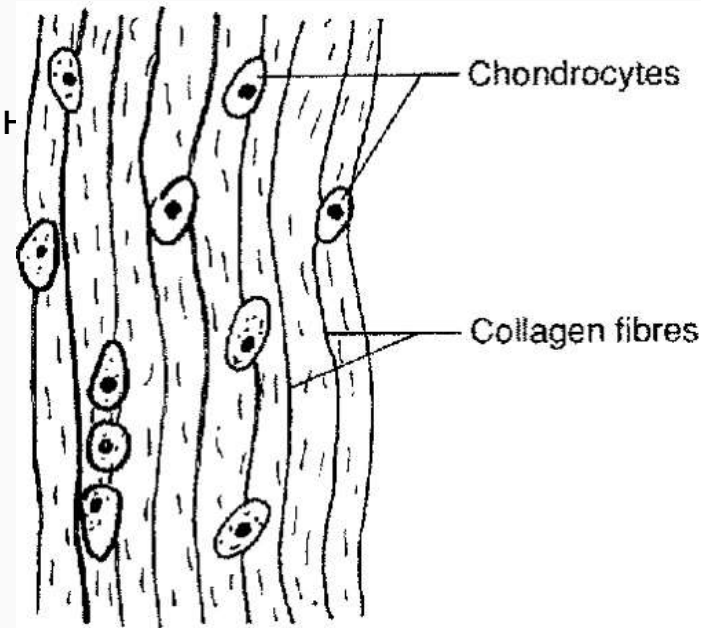
# Еластичен хрущял

- жълтеникав
- не калцифицира
- клетки:
  - ✓ хондробласти
  - ✓ хондроцити
    - лакуни
    - изогенни групи – 1-2 хондроцита
- матрикс:
  - ✓ преобладаващо еластични влакна
  - ✓ колагенни фибрили – колаген II
  - ✓ протеогликани
- перихондриум:
  - ✓ апозиционен растеж
- разпространение:
  - ✓ ушна мида и ушен канал
  - ✓ слухова (Евстахиева) тръба
  - ✓ хрущяли на гръкляна (епиглотис)



# Влакнест хрущял

- голяма здравина
- свързан с плътна съединителна тъкан
- клетки:
  - ✓ хондробласти – в колони
  - ✓ хондроцити – линейно подредени
    - поединично
    - малки изогенни групи (2 клетки)
- матрикс - ацидофилен:
  - ✓ успоредни колагенни фибрили – колаген тип I
  - ✓ оскъдно базофилно аморфно вещество – сулфатирани глюкозаминогликани
- липсва перихондриум
- разпространение:
  - ✓ синхондрози
  - ✓ междупрешленни дискове
  - ✓ симфизиялен диск, ставни менисци
  - ✓ някои ставни повърхности
  - ✓ залавни места на сухожилията



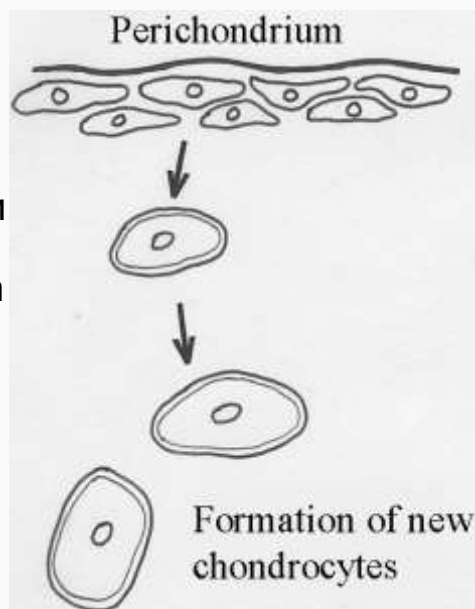


# Хистогенеза на хрущяла

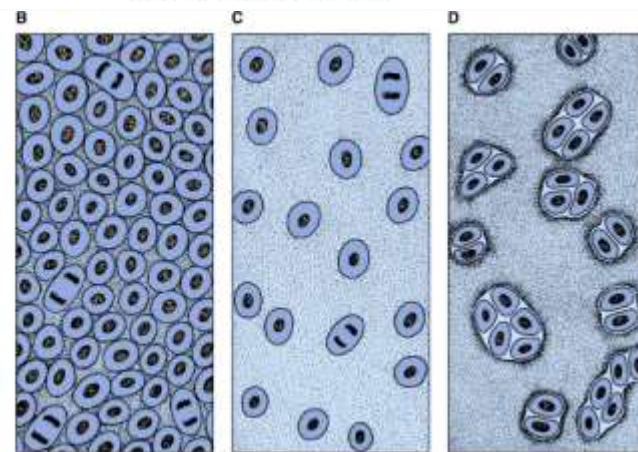
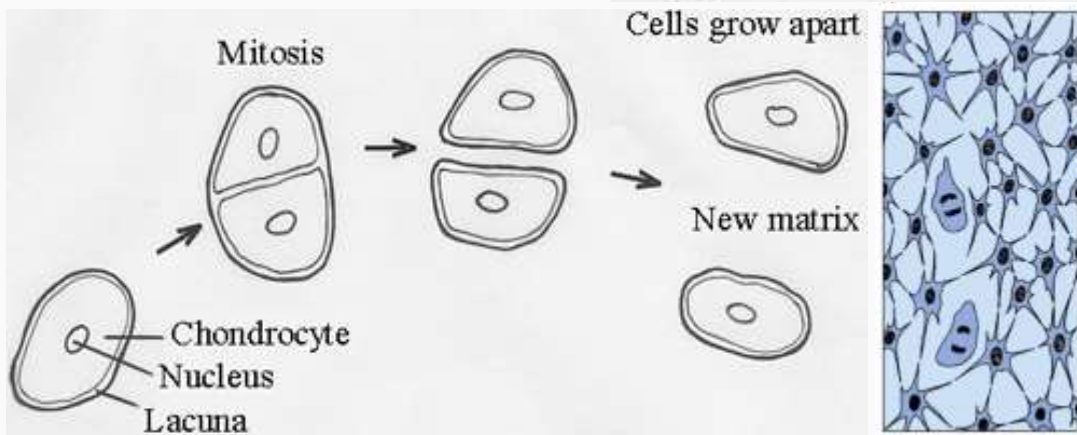
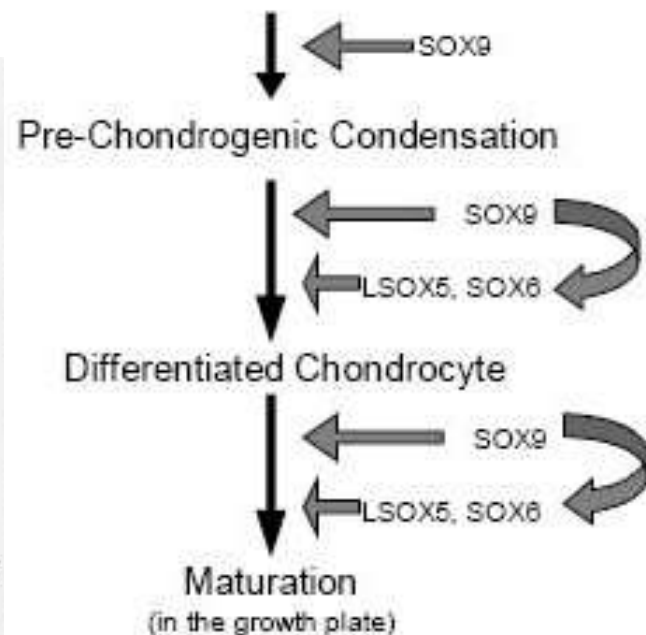
- ✓ мезенхимни клетки ⇒ хондробласти ⇒ центрове на хондрофикация
- ✓ хондробласти ⇒ аморфен матрикс
- ✓ хондроцити ⇒ изогенни групи

## Хондрохистогенеза:

- ✓ интерстициален растеж
  - отвътре навън
  - митотично делене на съществуващи хондроцити
  - само през ранните фази на образуване на хрущяла
- ✓ апозиционен растеж (перихондрален)
  - отвън навътре
  - диференциация на перихондрални клетки
  - в епифизите на дългите кости и в ставния хрущял



Undifferentiated Mesenchymal Cells



# Костна тъкан

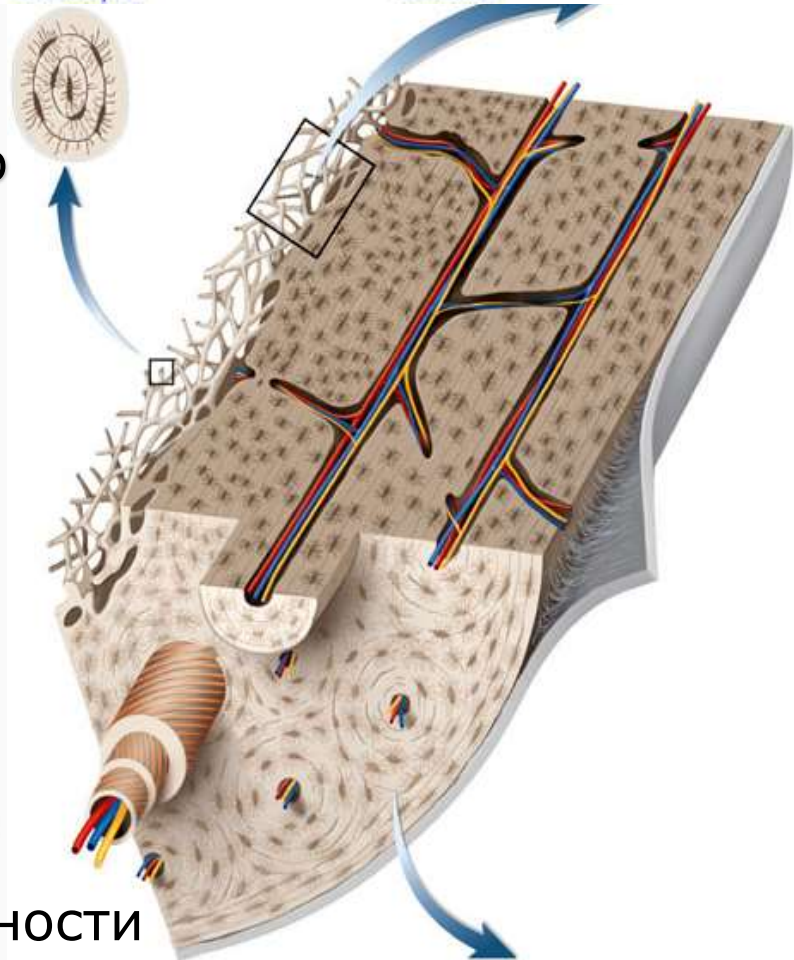
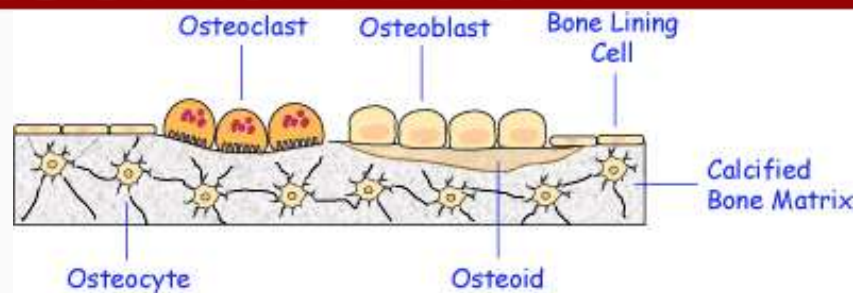
Gr. *osteon*, кост

## ■ *Textus osseus*:

- ✓ клетки:
  - остеобласти
  - остеоцити
  - остеокласти
- ✓ калцирано междуклетъчно вещество (костен матрикс)

## ■ особености:

- ✓ една от най-твърдите тъкани на човешкото тяло
- ✓ богато васкуларизирана
- ✓ изгражда скелета
- ✓ депо на калций (99%) и фосфор
- ✓ основна функция – защитна:
  - предпазване на органи – черепна и гръдна кухини
  - поддържане на меките тъкани
- ✓ система от лостове – движение на частите на тялото
- ✓ добри регенерационни възможности



# Клетки на костната тъкан

## ✓ прогениторни (остеогенни) клетки

- в периост, ендост и костните канали
- произход от мезенхимни стволови клетки
- трансформация в остеобласти – CBFA1 респ. хондробласти в аваскуларните зони

## ✓ остеобласти (20-30 $\mu\text{m}$ ) – силно базофилни

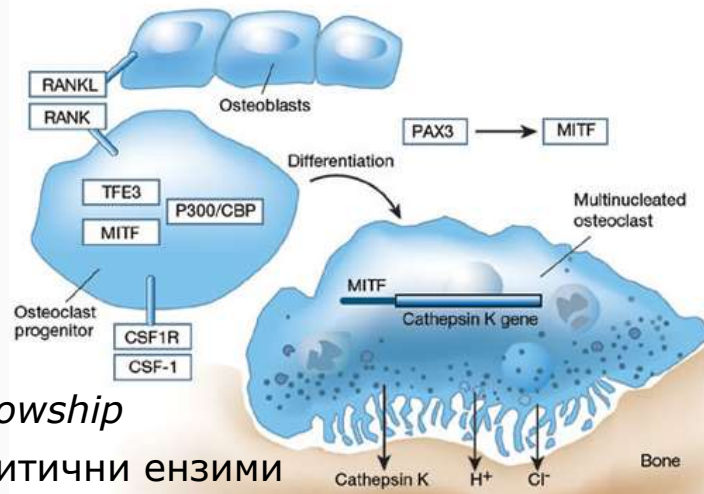
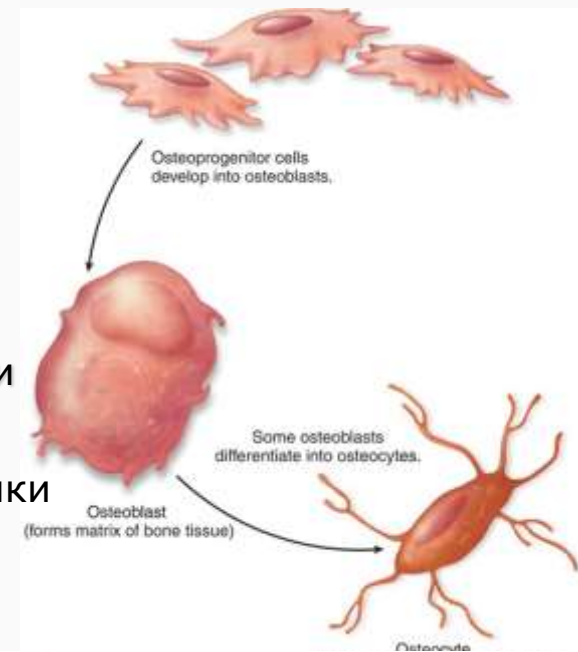
- синтезират колаген тип I, RANKL и протеини
- протеоглигани и глюкозаминоглигани
- в 1 ред по повърхността на костните гредички

## ✓ остеоцити – 10-30 $\mu\text{m}$ :

- тела, разположени в кухини (лакуни), израстъци – в каналчета на матрикса
- завършена синтетична активност
- поддържане на костния матрикс
- не се делят

## ✓ остеокласти – 100-150 $\mu\text{m}$ :

- многоядрени 5-50 (100) ядра
- ацидофилна цитоплазма
- разположени в кухини – лакуни на *Howship*
- костноразрушаващи клетки – хидролитични ензими
- част от мононуклеарната фагоцитна система



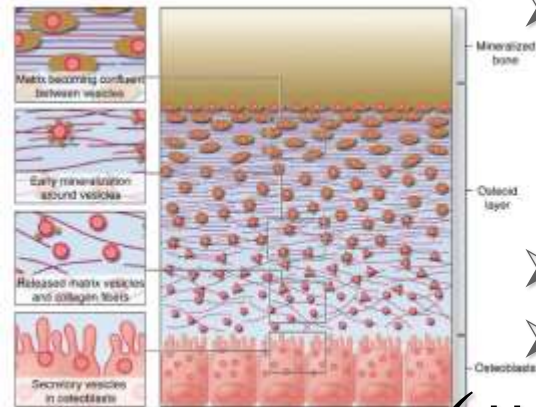
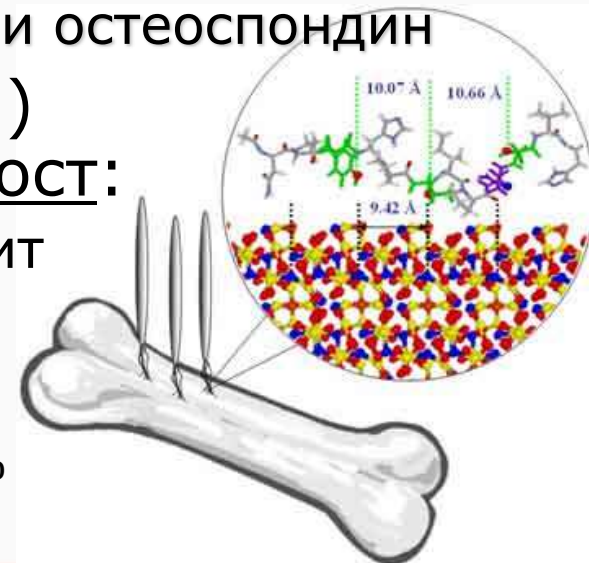
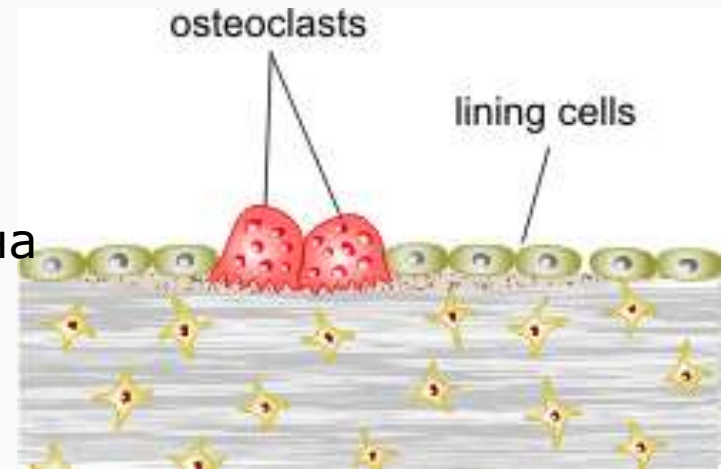
## ■ Костен матрикс:

✓ органичен компонент (35%) – еластичност:

- колаген тип I – 90%
- глюкозаминогликани
  - хиалуронова киселина
  - хондроитин сулфат
  - кератан сулфат
- протеогликани
- остеокалцин, остеонектин и остеоспондин

✓ неорганичен (минерален) компонент (65%) – твърдост:

- кристали от хидроксиапатит
- калциев фосфат – 85%
- калциев карбонат – 6-10%
- магнезиев фосфат – до 1.5%
- калциев флуорид – следи



# Костна тъкан – видове

## ■ незряла костна тъкан:

- ✓ неламентарна (грубовлакнеста)
  - по-голям брой клетки
  - неориентирани колагенни влакна

## ■ зряла костна тъкан:

- ✓ ламеларна:
  - спонгиозна (трабекуларна) кост
  - компактна кост:
    - външни ламели
    - интерстициални (междинни)
    - вътрешни ламели

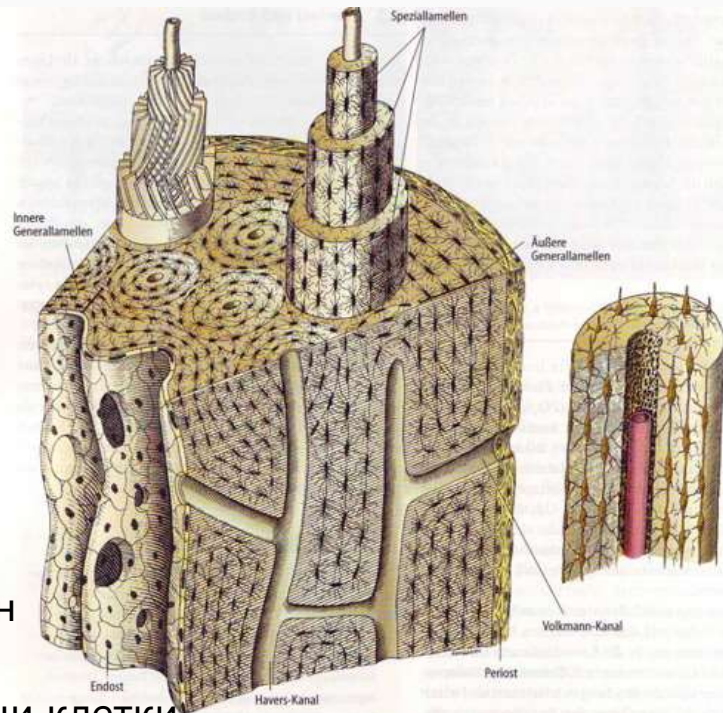
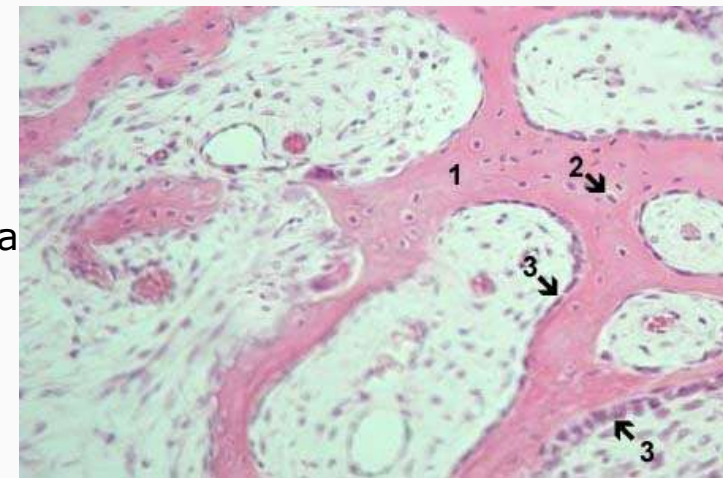
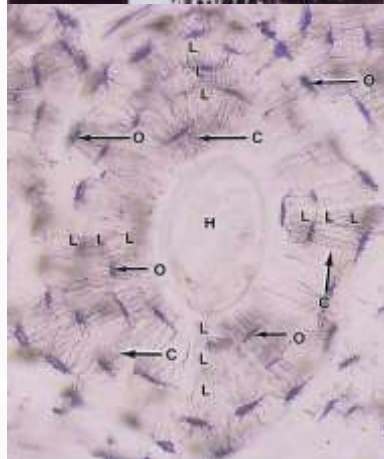
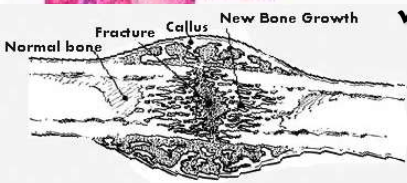
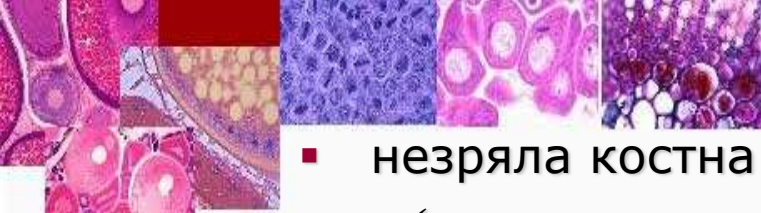
## ✓ остеон (Хаверсови системи):

- концентрични ламели – 3-20
- Хаверсов канал – 20-300  $\mu\text{m}$
- Фолкманов канал

## ✓ надкостница (*periosteum*):

- *stratum fibrosum* – външен слой
  - колагенни (Шарпееви) влакна
- *stratum osteogenicum* – вътрешен
  - остеобласти и остеокласти

## ✓ ендост (*endosteum*) – прогениторни клетки



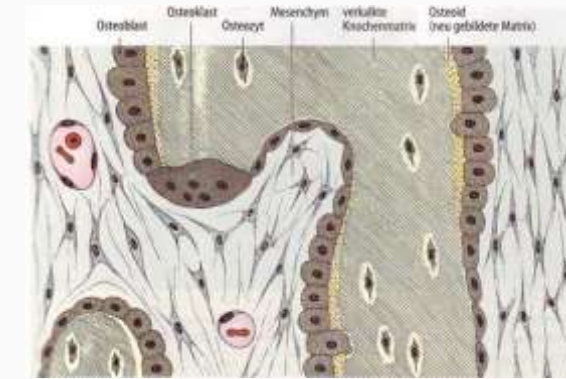
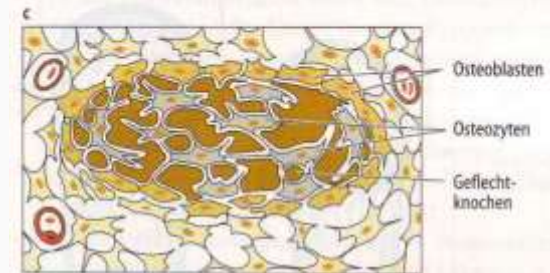
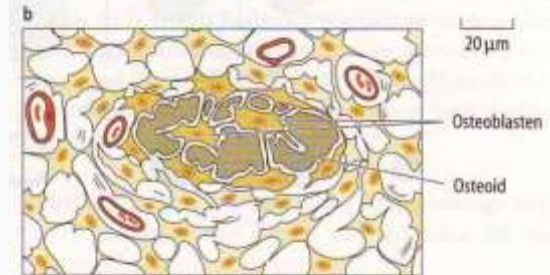
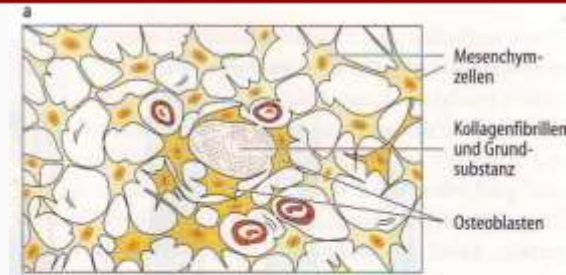
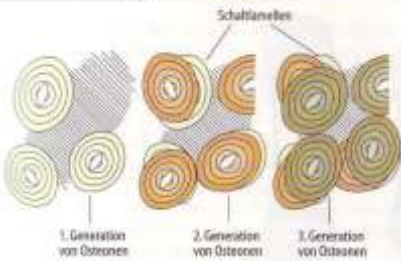
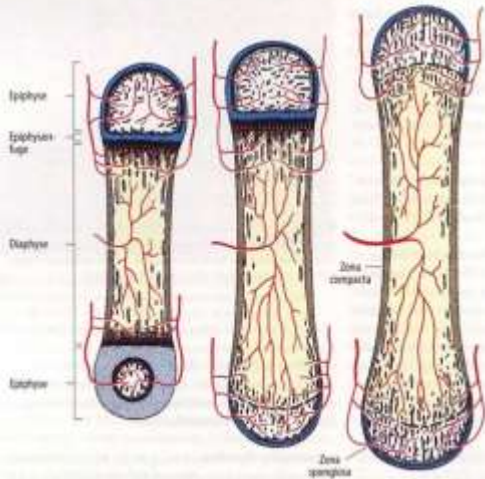
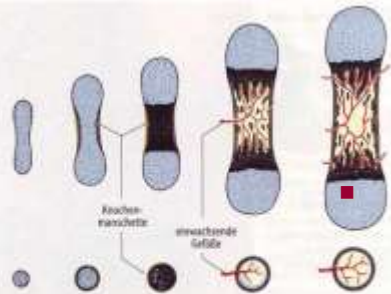
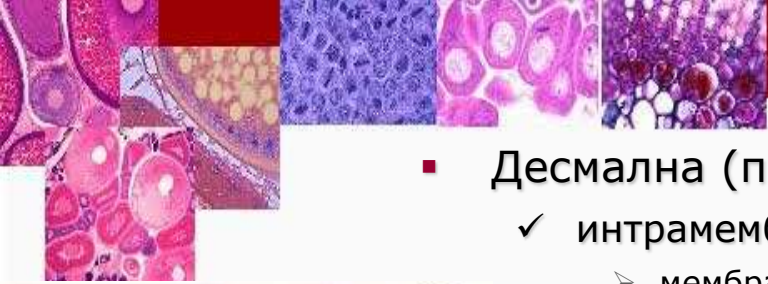
# Костна хистогенеза

## ■ Десмална (пряка) остеогенеза:

- ✓ интрамембранна осификация
  - мембранозни кости – плоски кости, черепен покрив
  - начало ~ 8 г.с. от мезенхимни клетки – първични осификационни центрове

## ■ Хондрална (непряка) остеогенеза:

- ✓ перихондрална:
  - в диафиза на дългите кости – първични осификационни центрове ⇒ остеобласти ⇒ костна пластинка
  - калцификация на хрущялния матрикс
  - загиване на хондроцитите
  - прорастване на кръвоносни съдове ⇒ прогениторни клетки
  - остеобласти ⇒ остеоид
  - сливане на осификационните центрове
- ✓ ендохондрална:
  - в епифиза и диафизен хрущял – костна маншета
  - дегенериране на хондроцитите
  - навлизане на кръвоносни съдове
  - мезенхимни клетки ⇒ остеобласти
  - остеоид – отлагане на калциеви соли



# Растеж на костите

✓ растежен хрущял, *cartilago epiphysialis*

зони на растеж:

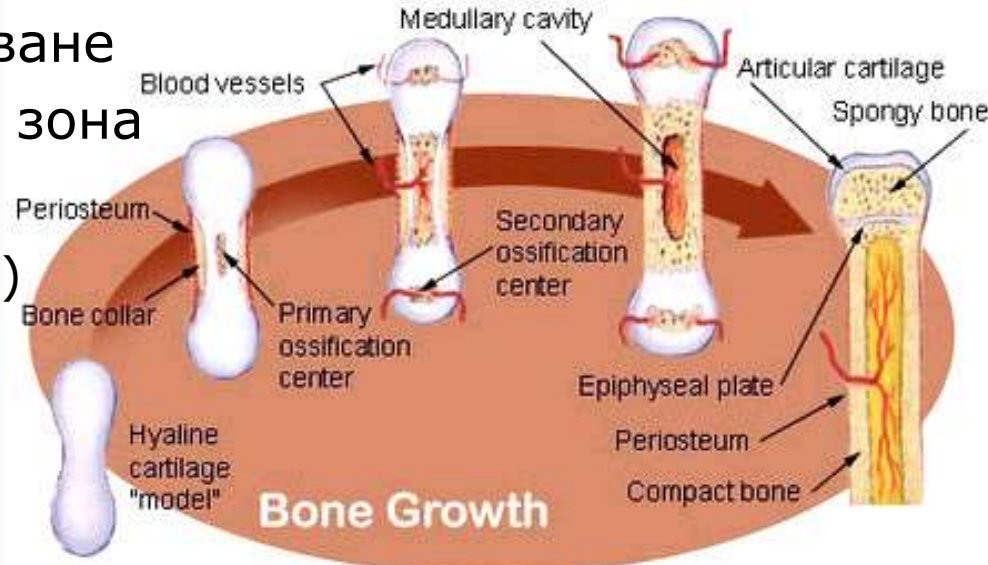
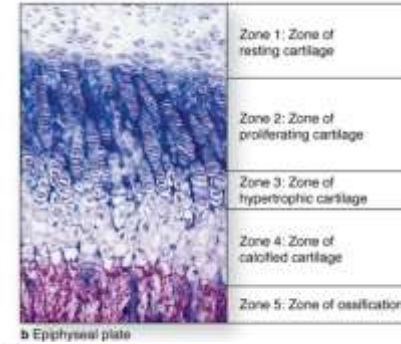
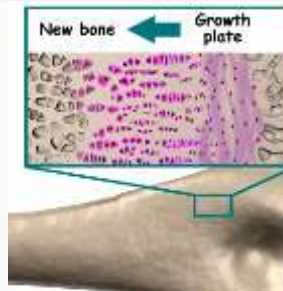
- герминативна (резервна)
- пролиферативна зона
- хипертрофична зона (на зреене)
- зона на вкалцаване
- осификационна зона

✓ стимулиране:

- СТХ (растежен хормон)
- калцитонин
- витамин D<sub>3</sub> ⇒ рахит

✓ инхибиране:

- кортикостероиди



# Регенерация на костите

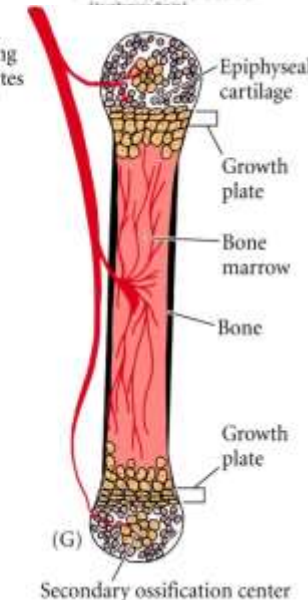
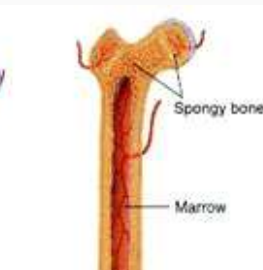
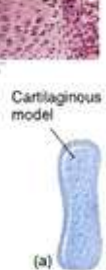
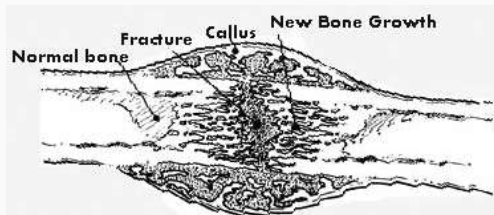
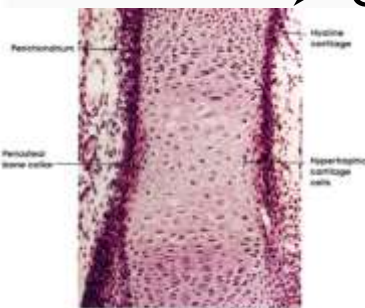
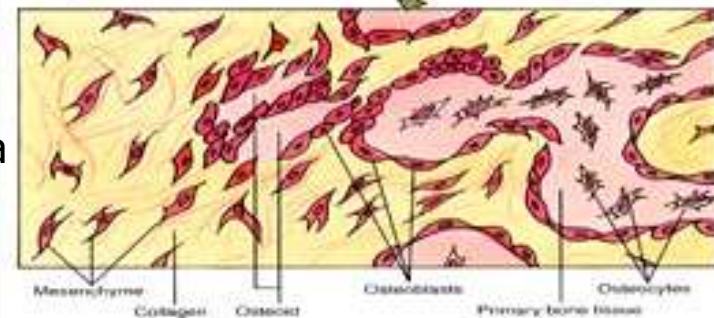
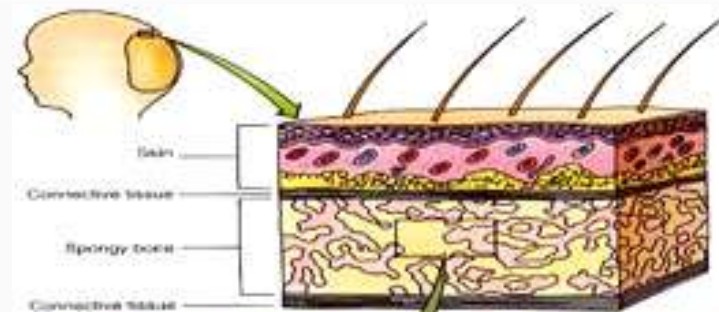
✓ незряла ⇒ зряла костна тъкан

✓ десмална остеогенеза, *osteogenesis membranacea*

✓ хондрална остеогенеза, *osteogenesis chondralis*

➤ перихондрална – костна маншета

➤ ендохондрална – костни ядра

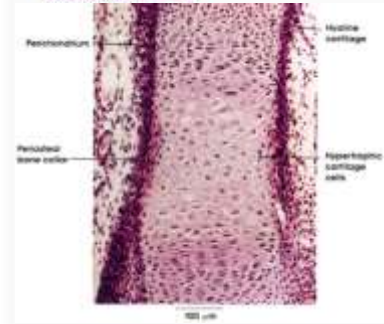






## Костна фрактура:

- ✓ локализиран кръвоизлив – образуване на кръвен съсирек
- ✓ деструкция на костния матрикс и смърт на костните клетки



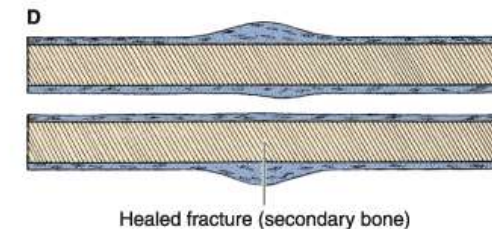
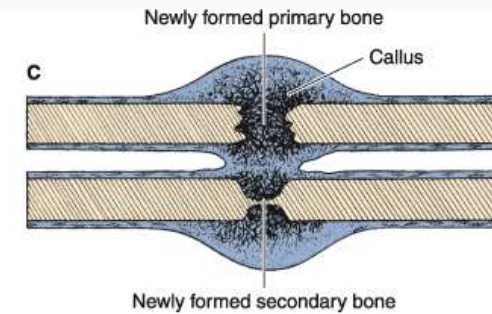
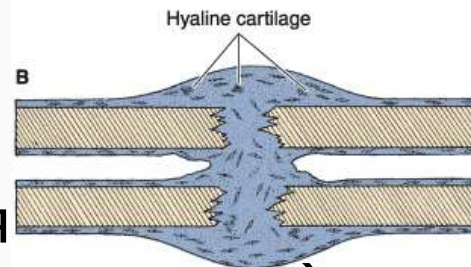
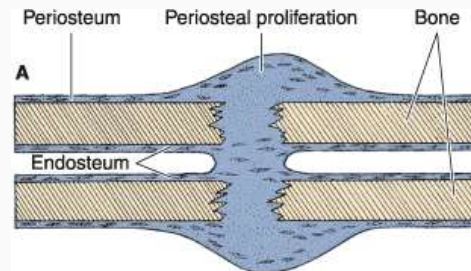
Fracture types



Oblique Comminuted Spiral Compound

## Възстановяване на фрактурата:

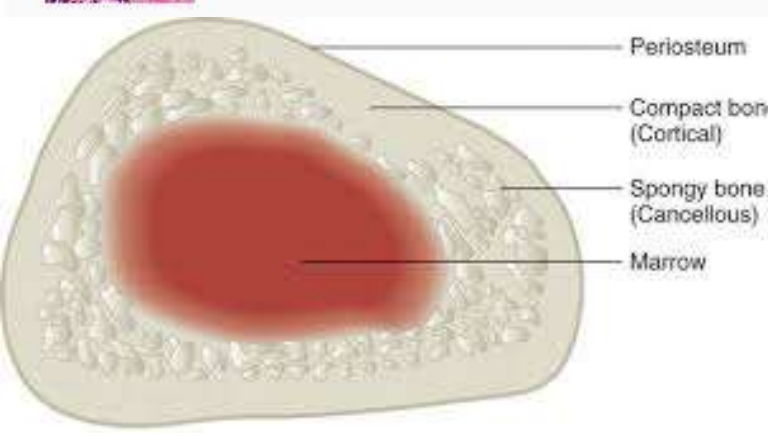
- ✓ незряла ⇒ зряла костна тъкан
- ✓ области на хрущял
- ✓ първично костообразуване – ендохондрална осификация
- ✓ дезмална осификация
- ✓ образуване на костен callus
- ✓ заместване от вторична кост
- ✓ възстановяване на оригиналната костна структура



■ Костна хипертрофия

■ Костна атрофия (остеопороза)





*Благодаря ...*

