

# Tkáň pojivová

Mgr. Romana Klášterecká, Ph.D.

# Pojivová tkáň

- Patří sem mnoho rozdílných tkání – od rosolovitého vaziva pupečníku až po kost.
- Společným rysem je velký mezibuněčný prostor(intersticiální).
- Je vyplněn intersticiální tekutinou a extracelulární hmotou (matrix).
- Součástí jsou fibrily, filamenta, proteoglykany a adhezivní proteiny – udržují soudržnost mezi buňkami.

# Pojivová tkáň

- V kosti je matrix mineralizovaná –  
zodpovědná za tvrdost tohoto typu pojivové tkáně.  
Všechny pojivové tkáně mají kromě specifické funkce,  
funkci mechanickou.

# Názvy buněk v této kapitole

- Buňky s příponou –blast
- Buňky, které něco produkují, např.

vlákna – fibroblast, mezibuněčnou hmotu chrupavky – chondroblast, mezibuněčnou hmotu kosti – osteoblast.

V jiných kapitolách –blast – označení pro nezralé buňky, které se dále diferencují (erythroblast – erytrocyt).

# Pojivová tkáň

- tvořena je *buňkami*, které jsou zality v *mezibuněčné hmotě*, na rozdíl od epitelové tkáně je mezibuněčná hmota bohatě zastoupená.
- ECM je proměnlivé množství, obklopuje bb pojiva, které jsou producentem této mezibuněčné hmoty
- Původ je z mesenchymu (nediferencované embryonální pojivo)
- Maligní nádor SARKOM (zhoubné nádory pojivové tkáně)
- Vazivo
- Chrupavka
- Kost
- Krev a lymfa – mezibuněčná hmota je tekotá

# Pojivová tkáň

- Buňky – vzniklé z pojiva a stále zde zůstávají – FIXNÍ
  - nadány schopností cestovat – BLOUDIVÉ (migrující)
- Mezibuněčná hmota ECM
  - vlákna – kolagenní
    - retikulární
    - elastická
  - základní hmota – amorfní
    - Glykosaminoglykany – GAG
    - Proteoglykany – hlavní složkou jsou sacharidy
    - Glykoproteiny – hlavní složkou jsou proteiny

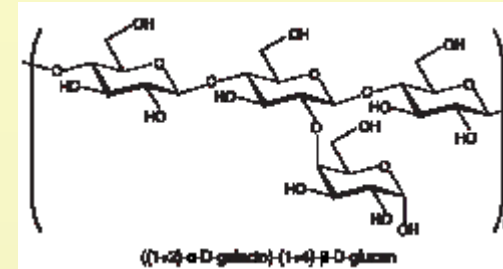
# Mezibuněčná hmota

- **Bezbarvá, průsvitná, homogenní**
- **Amorfní složka** – biochemicky je tvořena složkou cukernou – polysacharidy GAG, které zpravidla navazují na složku bílkovinou – proteiny, čímž vznikají proteoglykany.
- Pokud převažuje v těchto látkách proteinová složka, označují se jako strukturální glykoproteiny nebo adhesivní proteiny (fibronektin, chondronektin, laminin)
- **Fibrilární složka** – 3 typy vláken
  - kolagenní
  - retikulární
  - elastická
- Vlákná **kolagenní** a **retikulární** jsou tvořena **proteinem kolagenem**.
- Vlákná **elastická** jsou tvořena proteinem **elastinem**



# Amorfní složka

- Glykosaminoglykany
- Polysacharidy s dlouhým řetězcem, který je tvořen disacharidovou jednotkou, která se mnohonásobně opakuje. Jsou připojeny kovalentní vazbou k proteinu.
- Většinou jsou sulfonované. Názvy jsou odvozeny od tkání, kde se vyskytují. Např. chondroitinsulfát, dermatansulfát, keratansulfát.



[Tato fotka](#) od autora Neznámý autor s licencí [CC BY](#)



# Amorfní složka

**Kyselina hyaluronová** – není navázána na protein. Zaujímá ve vodném roztoku obrovský objem a vytváří viskózní gel. Nejdůležitější funkce:

**1. nestlačitelný viskózní gel slouží jako:**

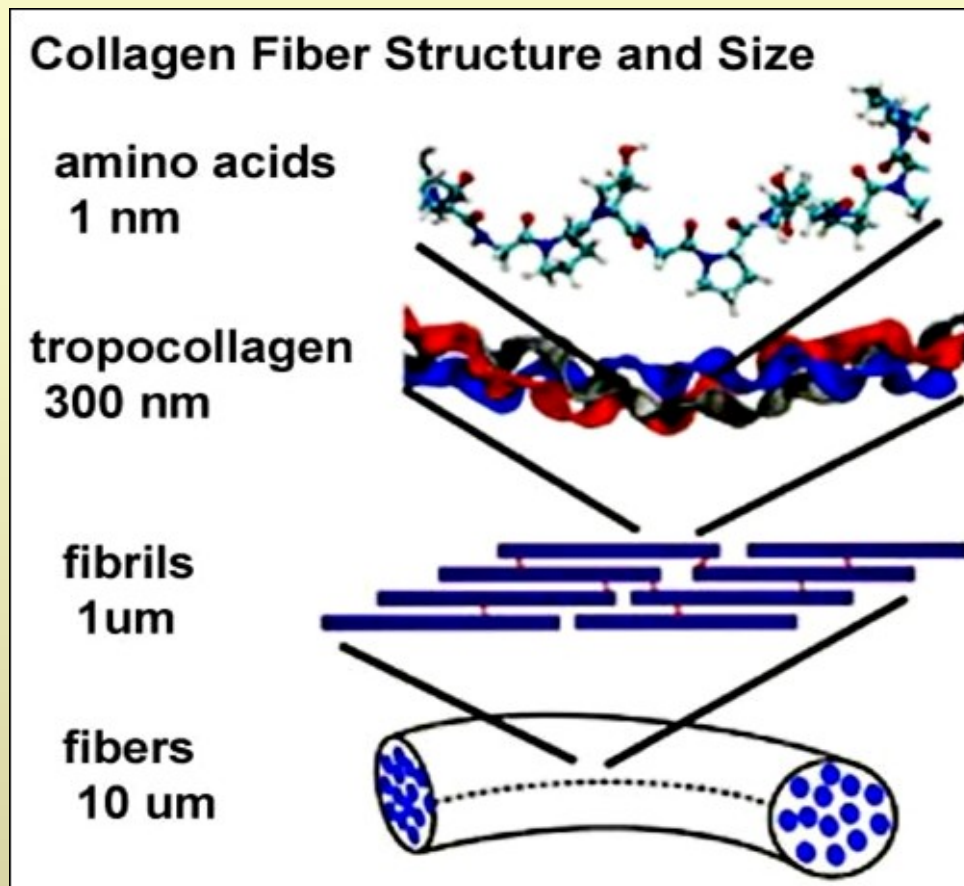
a, zásoba vody,

b, k udržení turgoru a odolnosti vůči tlaku (pupečník, sklivec, dermis, výplňový materiál tíhových váčků a šlachových pochev)

c, jako mazivo v kloubech.

**2. spojuje proteoglykanové molekuly ve vazivu a chrupavce do obrovských agregátů**

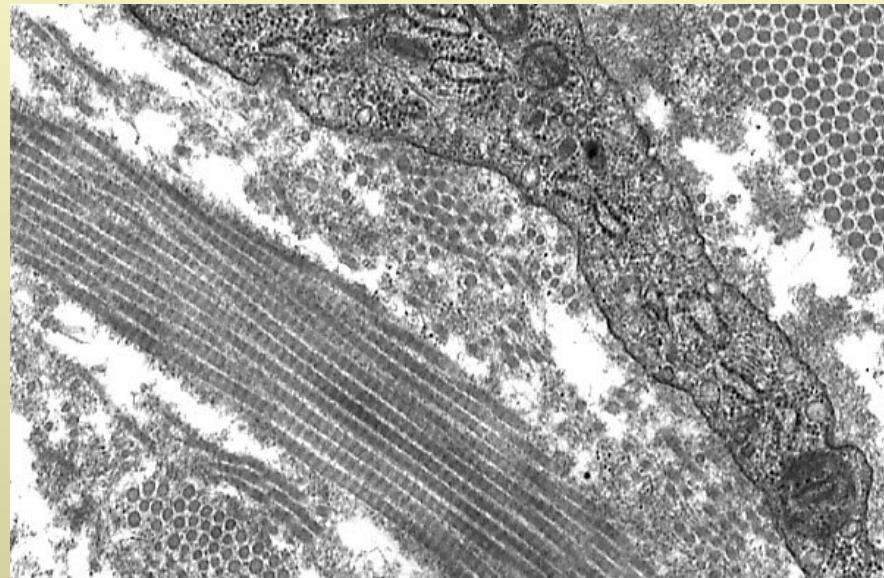
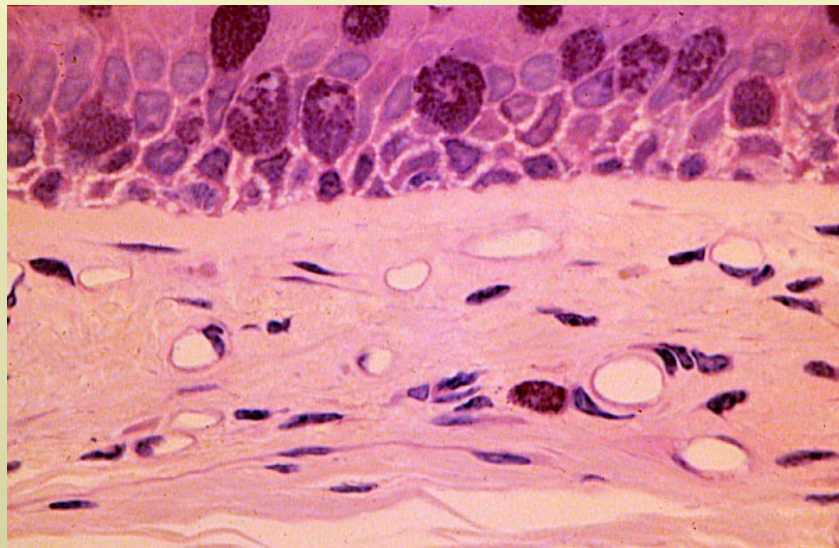
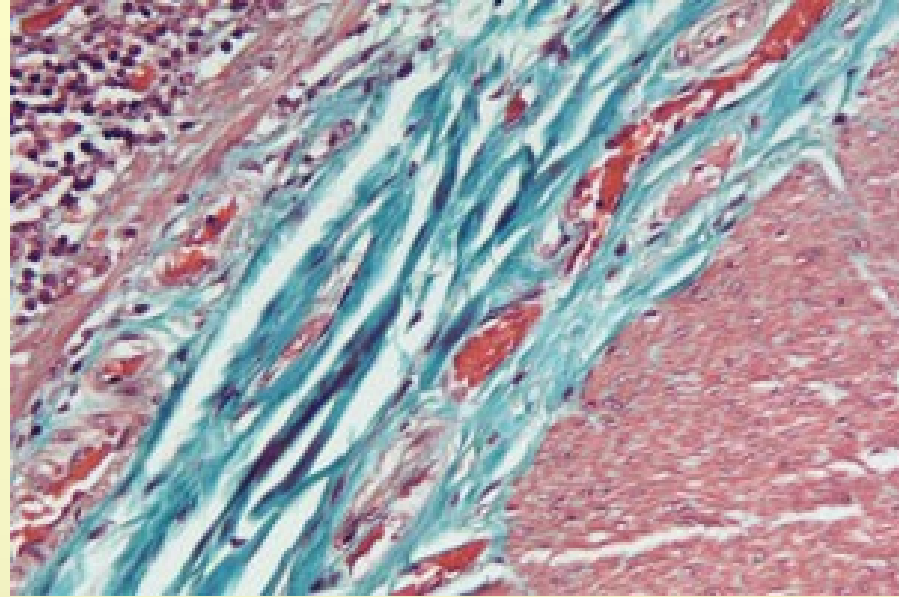
- **Kolagen**
- Aminokyseliny –  $\alpha$ -řetězec
- Tropokolagen-trojitá šroubovice
- Kolagenní fibrila
- Kolagenní vlákna
- Větší svazky



- **KOLAGEN**
- Stavební bílkovina, která se vyskytuje ve velkém množství
- 25% z celkového množství proteinů.
- **Typy kolagenu**
- **Typ I.** – 90% v těle, kolagenní vlákna; kosti, dentin, šlachy, vazy, dermis, pouzdra orgánů
- **Typ II.** - tenké fibrily v elastické a hyalinní chrupavce
- **Typ III.** – většinou s typem I., retikulární vlákna
- **Typ IV.**- bazální lamina, netvoří vlákna ani fibrily, opora epitelů, tvoří filtrační bariéru (glomeruly)
- **Typ V.**- plodové obaly, krevní cévy.

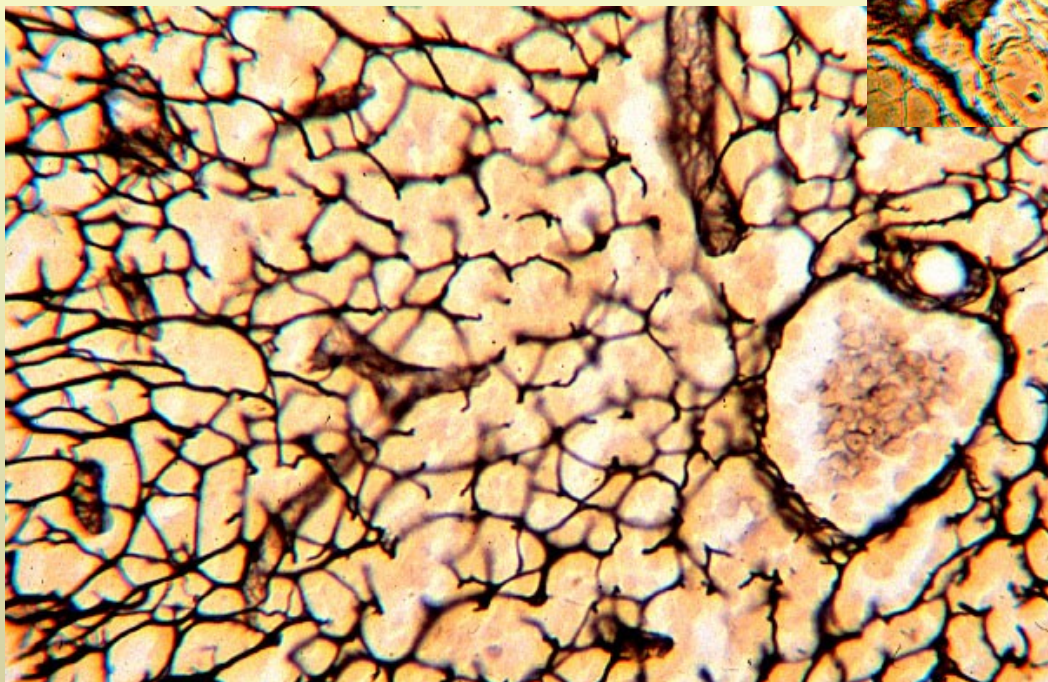
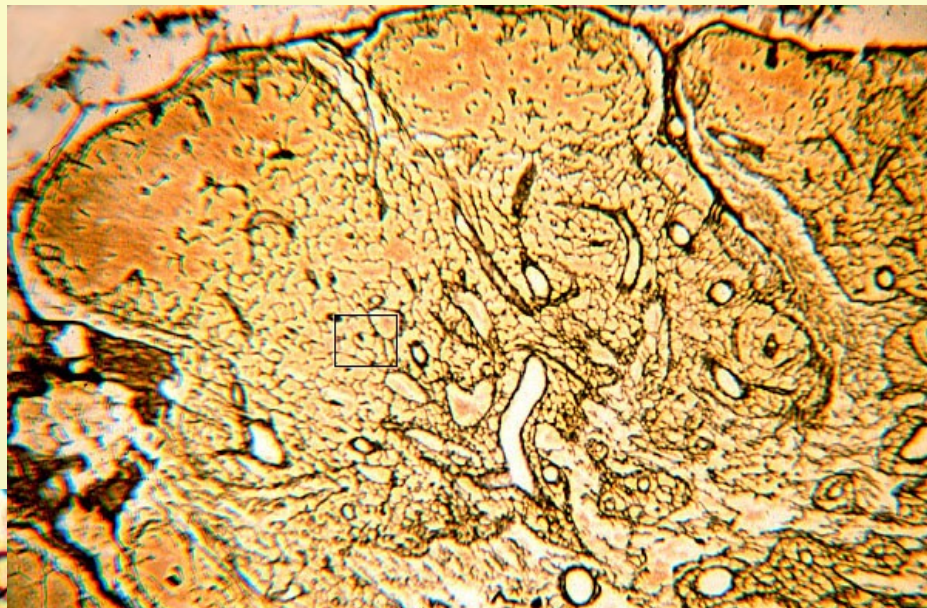
# *Kolagenní vlákna*

- nejpočetnější v pojivové tkáni
- jsou pevná, ohebná ale ne elastická, velká mechanická pevnost a odolnost
- Makroskopicky jsou bílé barvy



## *Retikulární vlákna*

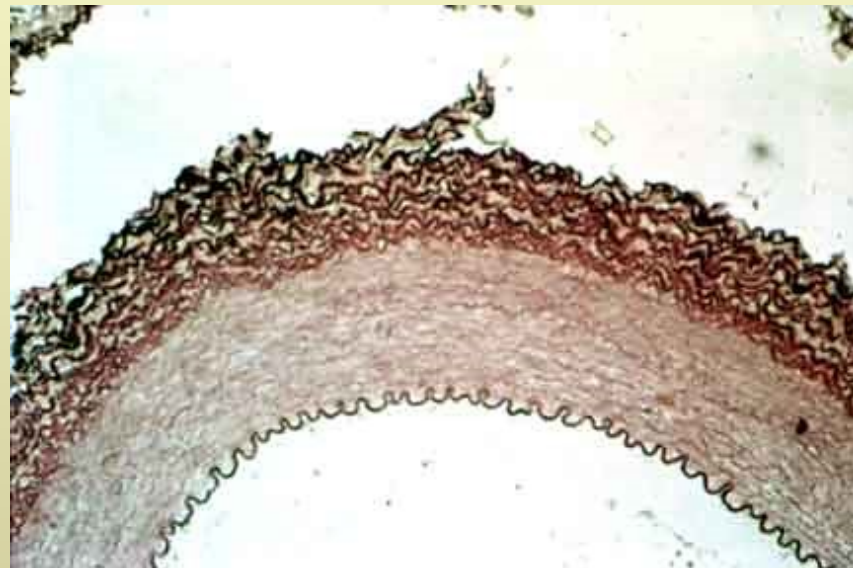
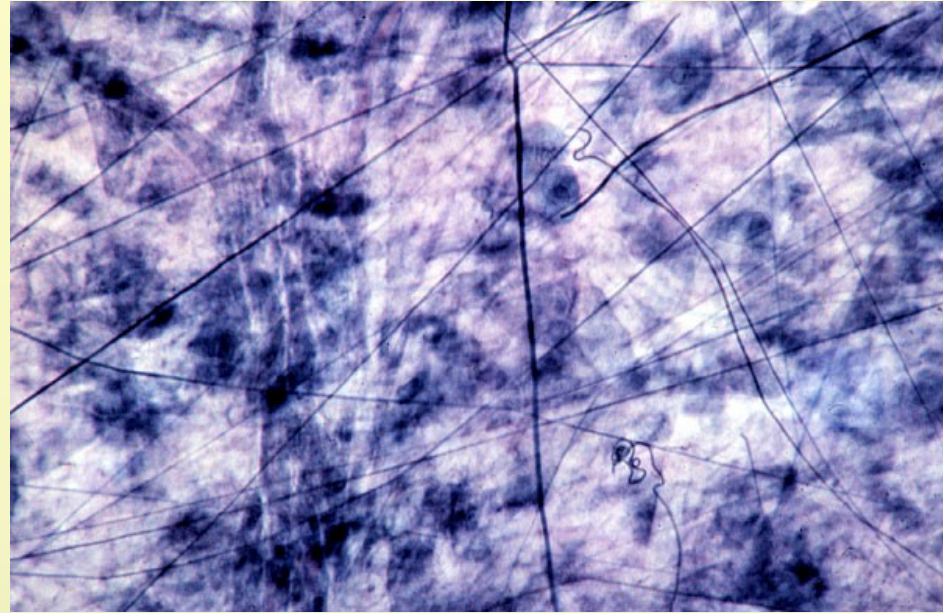
- z kolagenu typu III
- Volně uspořádané tenké, jemné, rozvětvená vlákna.
- tvoří jemné sítě



- v hladké svalovině, stromatu krvevorných orgánů, sítě kolem buněk parenchymových orgánů, kolem cév
- Produkují je retikulární buňky, fibroblasty.

# *Elastická vlákna*

- vytvářejí řídké prostorové sítě, důležitá je jejich pružnost. mohou být protažena až na 150% původní délky, ale navrací se do původního stavu.
- Elastin – protein, je produkován fibroblasty, ve stěně velkých arterií je produkován buňkami hladké svaloviny společně s kolagenem.



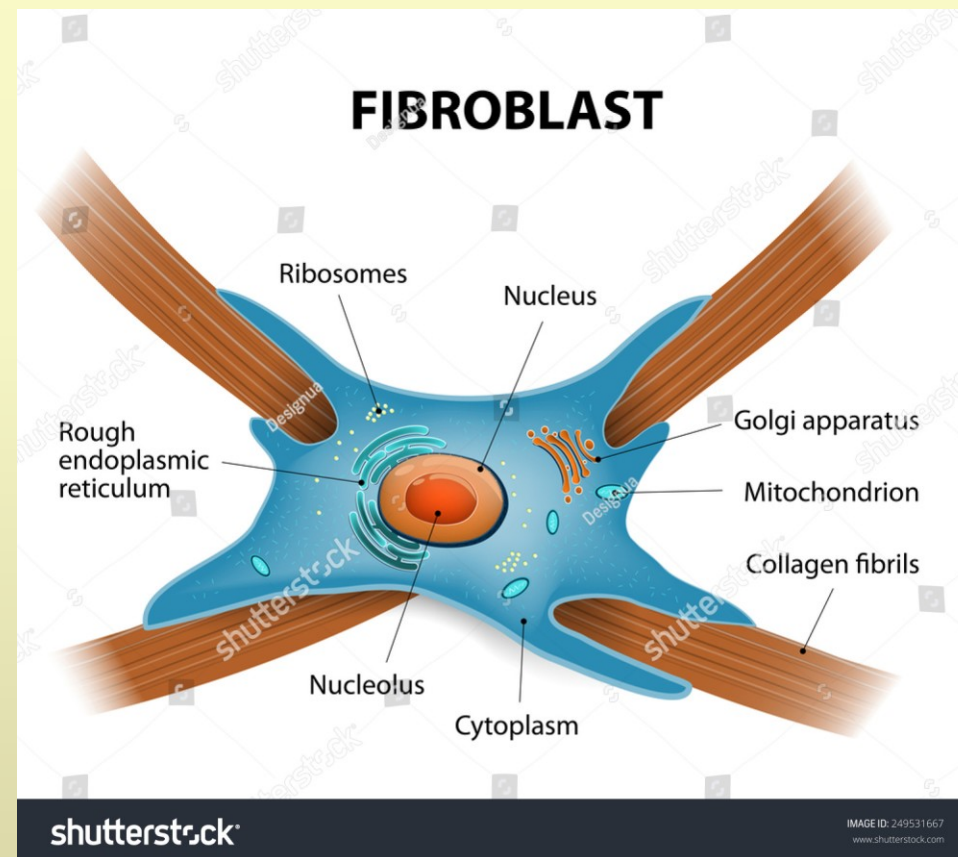
# Elastická vlákna

- Jádro je obklopeno elastinem
- Mají schopnost elasticity – po natažení se vrací zpět do původního tvaru.
- Jsou propojeny můstky – pomocí nich dojde k natažení – molekuly se přeuspořádají .
- Jakmile je jim dovoleno, vrací se zpět.

# Buňky pojivové tkáně

## FIBROBLAST

- Nepravidelné výběžky, jádro obsahuje euchromatin – produkce velkého množství mezibuněčné hmoty.
- GA – obsahuje látky, které jsou připraveny na exocytózu.
- Je nediferencovaná, schopná opakujících se mitóz.
- Může vyzrát a diferencovat se.



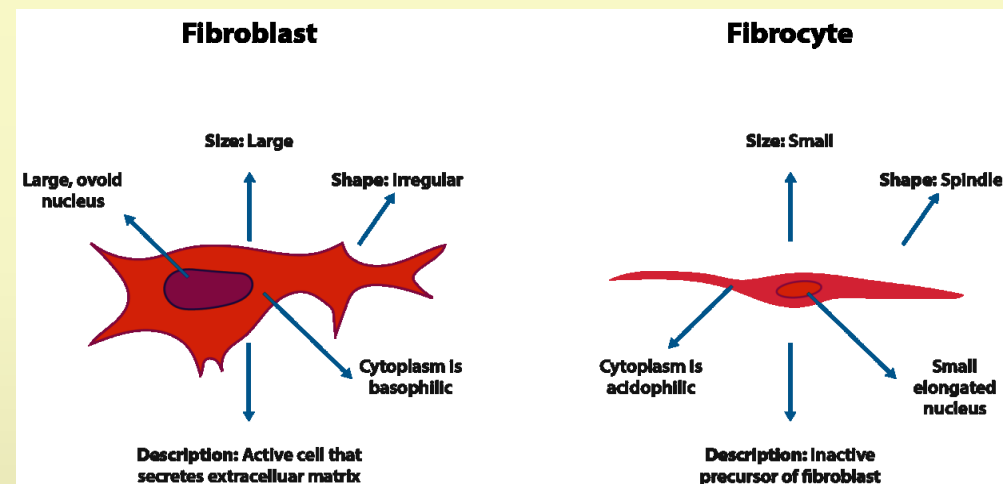
# Buňky pojivové tkáně

## FIBROCYT

Bb diferencované, klidnější,  
ne tak synteticky aktivní.

Jádro obsahuje heterochromatin –  
kondenzovaný, ne příliš aktivní.

Obsahuje orgány nutné pro  
proteosyntézu.



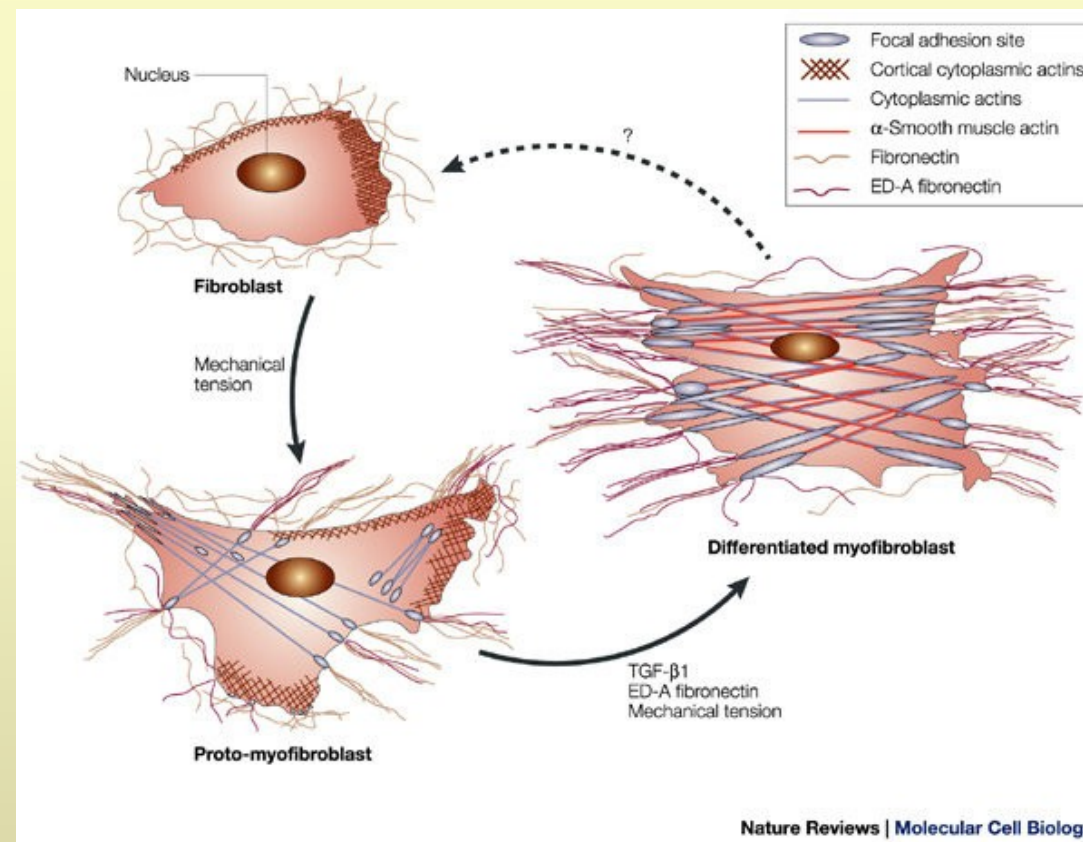


# Buňky pojivové tkáně

## MYOFIBROBLAST

další varianta, kam se může fibroblast diferencovat.

Obsahují kontraktální filamenta, která přepažují cytoplasmu buněk a upínají se do denzních tělísek a dávají buňce kontraktilitu.



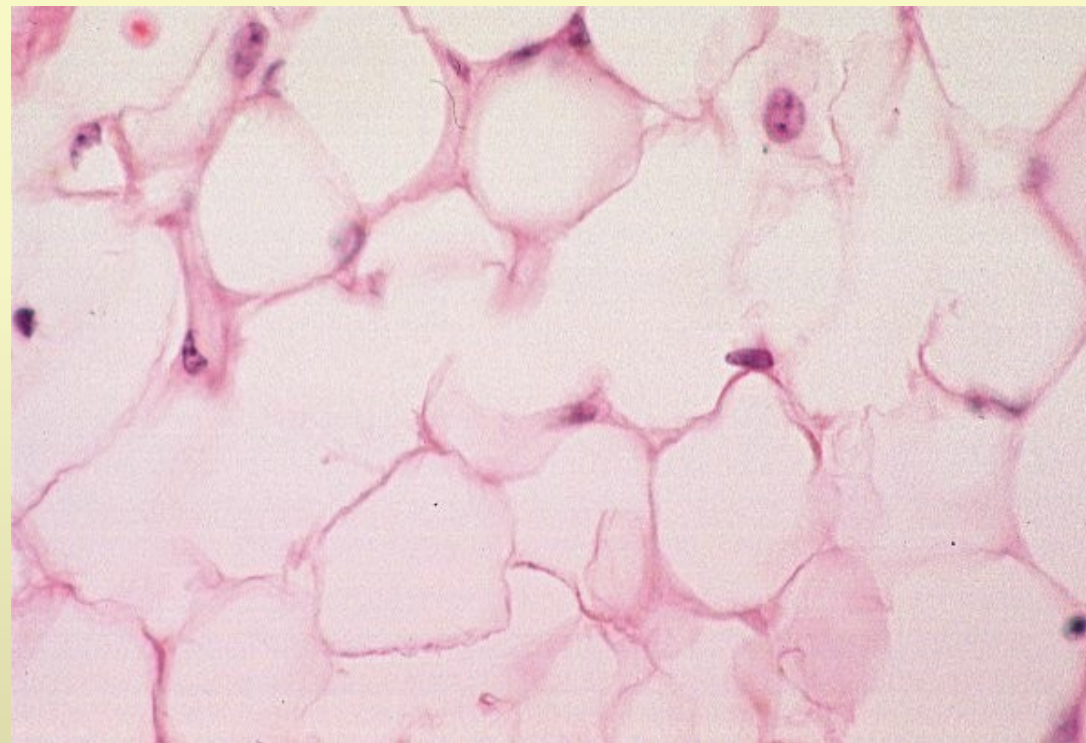
# Buňky pojivové tkáně

Tukové buňky – adipocyty

*Univakuolární – unilokulární*

***Bílé tukové vazivo***

Jádro je na okraji, cytoplasma je vyplněna tukovou kapénkou a ostatní organely jsou kolem.



# Buňky pojivové tkáně

*Multivakuolární – multilokulární*  
**Hnědé tukové vazivo**

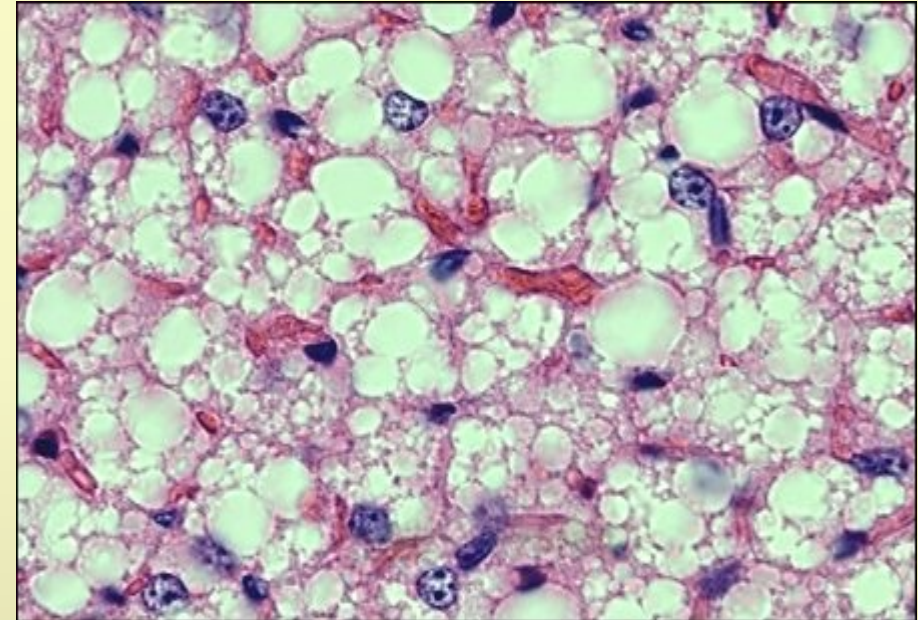
Jádro je uprostřed.

Mají větší povrch.

Pohotovější pro tvorbu a  
uvolňování tuku.

Velmi mnoho mitochondrií.

Netřesová termoregulace.



# Buňky pojivové tkáně

## RETIKULÁRNÍ

Dlouhé větvené výběžky, vzájemně se dotýkají, vytváří prostorovou síť, mezi výběžky jsou retikulární vlákna.



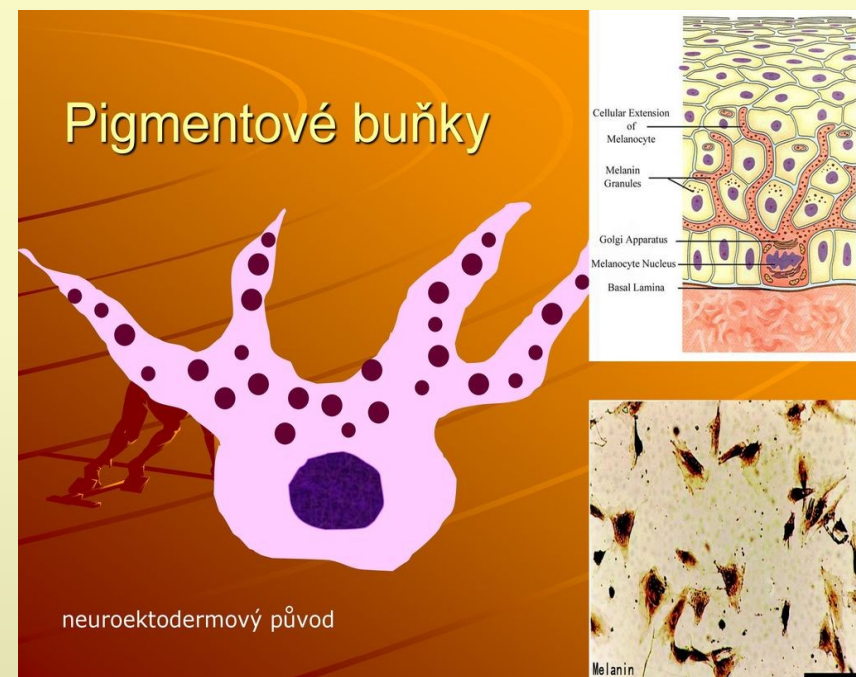
# BUŇKY POJIVOVÉ TKÁNĚ

## PIGMENTOVÉ – MELANOCYTY

Připomínají hlavonožce, jsou aktivní v syntéze pigmentů.

Obsahují pigmenty z rodiny melaninů, které exocytózou produkují do ECM.

Aktivita je ovlivněna melanocyty stimulujícím hormonem MSH z adenohypofýzy.



# Buňky pojivové tkáně - bloudivé

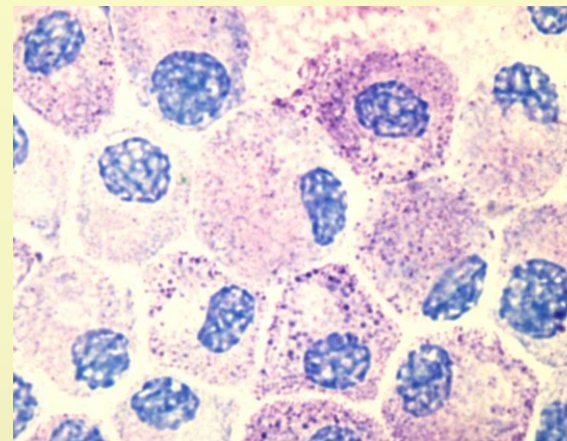
## **MASTOCYTY – ŽÍRNÉ BUŇKY**

Granula dvojího typu, která obsahují biologicky aktivní látky.

Buňky obsahují receptory na protilátky IgE. Dojde-li k navázání – aktivaci receptorů – dochází k uvolnění granul do okolní tkáně.

HISTAMIN – zvyšuje propustnost cév(endotelu), působí vazodilataci – reakce se projevuje otokem.

HEPARIN – antikoagulanc, látka bránící srážení krve.

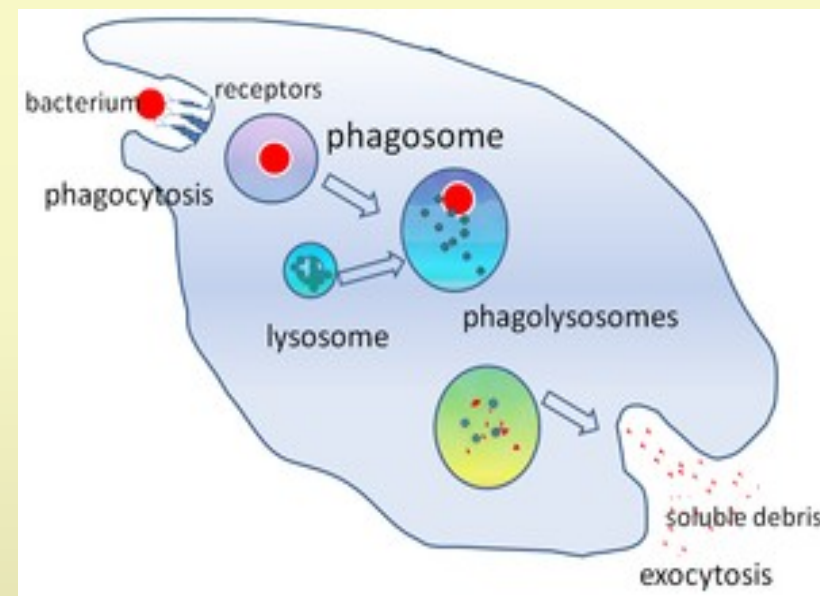


# Buňky pojivové tkáně - **bloudivé**

## MAKROFÁGY

Předchůdce jsou MONOCYTY.

1. Fagocytóza
2. Fagosom+lysosom
3. Fagolysosom (splynutí, rozklad látky)
4. Vystavení antigenů na povrchu buňky .
5. Fragmenty vypovídají, co bylo fagocytováno – informace pro ostatní bb – T lymfocyty.



# Buňky pojivové tkáně - bloudivé

T lymfocyty uvolní CYTOKINY (informační molekuly imunitního systému) – podporují další imunitní odpověď či stimulaci jiné buňky – B lymfocyt - odpovědí je diferenciaci na další buňku vaziva.





# Buňky pojivové tkáně - **bloudivé**

## **PLAZMATICKÁ BUŇKA**

Tvar pyramidy, masivní produkce protilátek.

Hlavní bílkoviny: Imunoglobuliny neboli protilátky.

### **5 tříd**

IgG – nejvýznamější

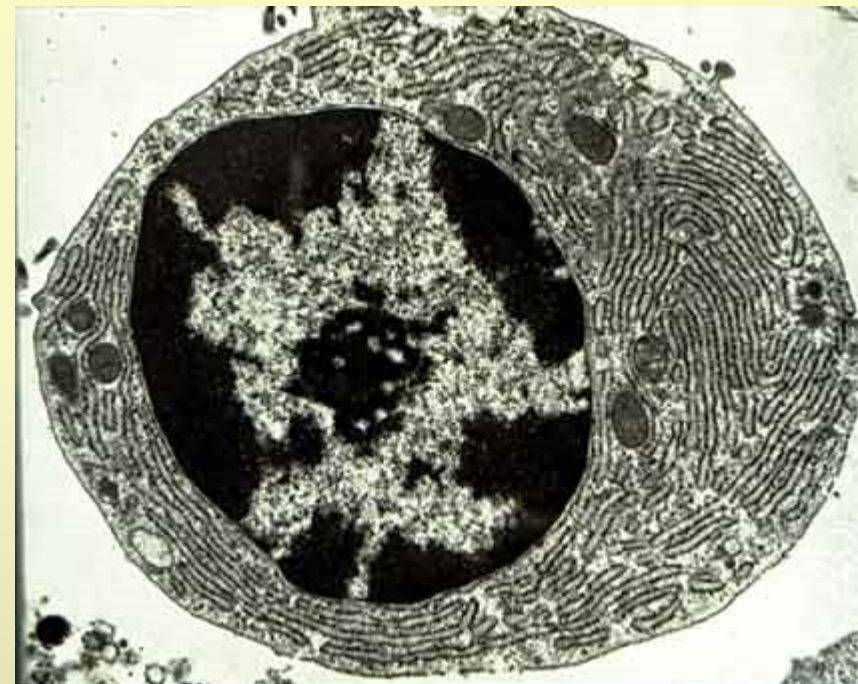
IgA – slizniční

IgM – specifické imunitní reakce

IgD – na povrchu B lymfocytů

IgE – imunitní přecitlivělost

Jsou schopny vázat se na antigeny.



# TYPY VAZIVA

Nediferencované – mesenchym (embryonální a fetální pojivo)

- rosolovité

Diferencované - řídké kolagenní

- husté kolagenní – uspořádané

- neuspořádané

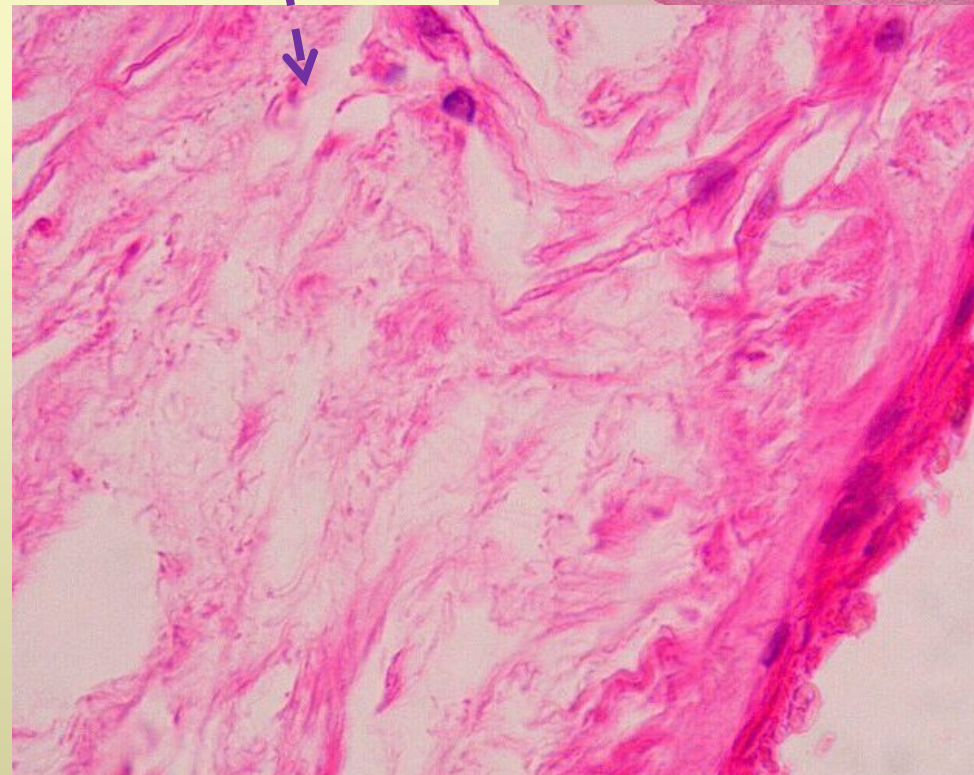
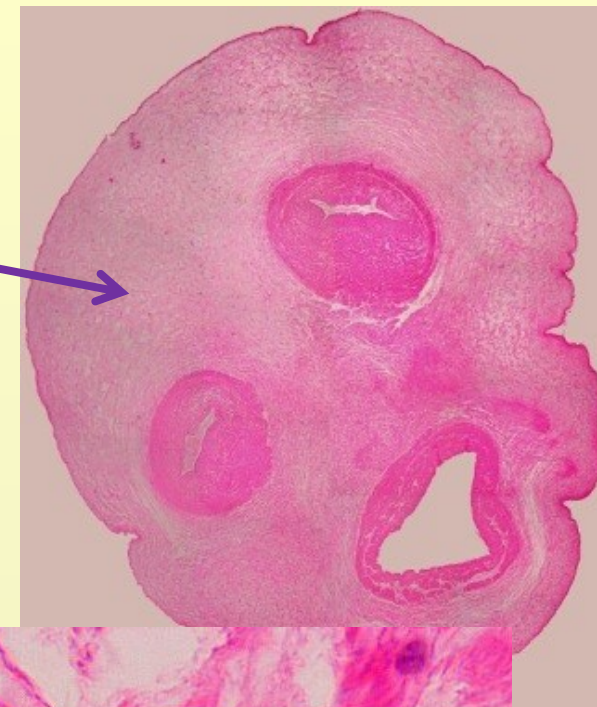
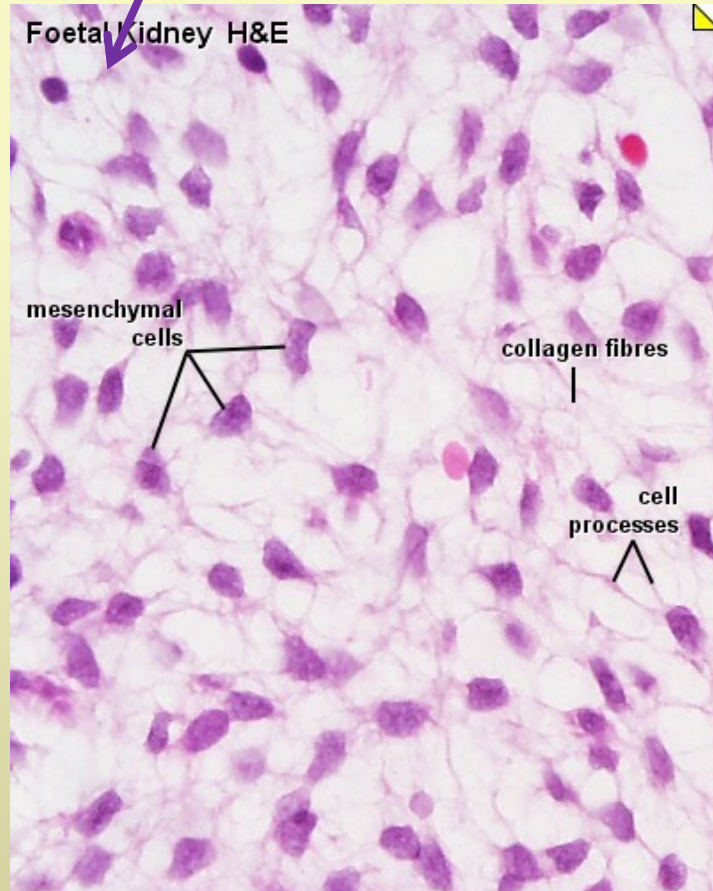
- specializované - tukové – bílé a hnědé

- retikulární

- elastické

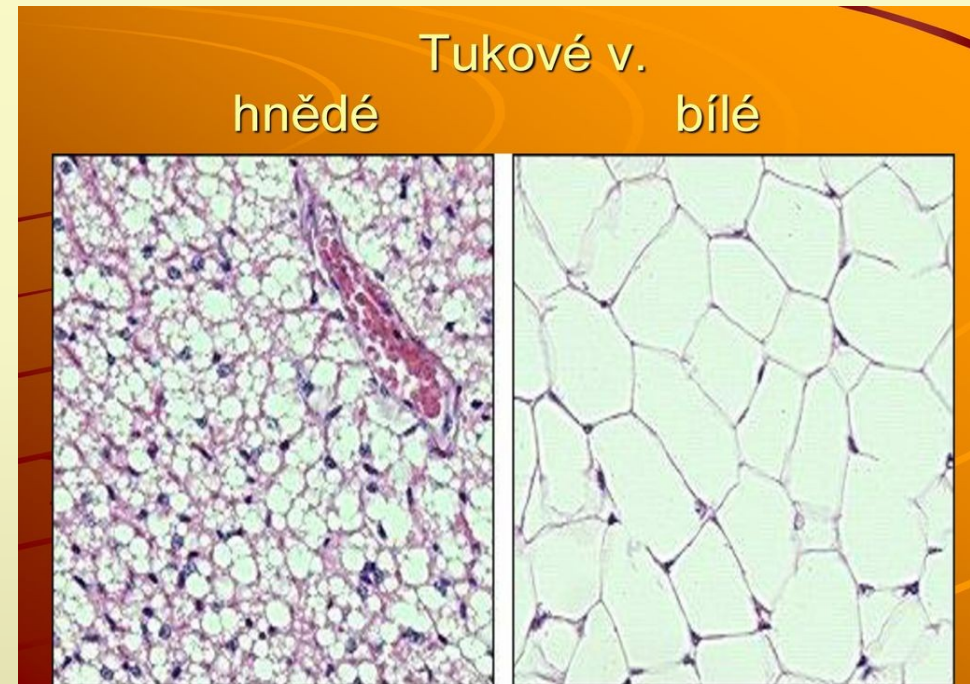
# 1. EMBRYONÁLNÍ VAZIVO

- Mezenchymové vazivo- embryonální tkáň, mezenchymové buňky,mezibuněčná hmota s retikulárními vlákny
- Rosolovité vazivo- obsahuje velké množství amorfní hmoty, kolagenní vlákna, málo retikulárních a elastických vláken, fibroblasty; pupečník- tzv. Whartonův rosol, pulpa vyvíjejícího se zubu



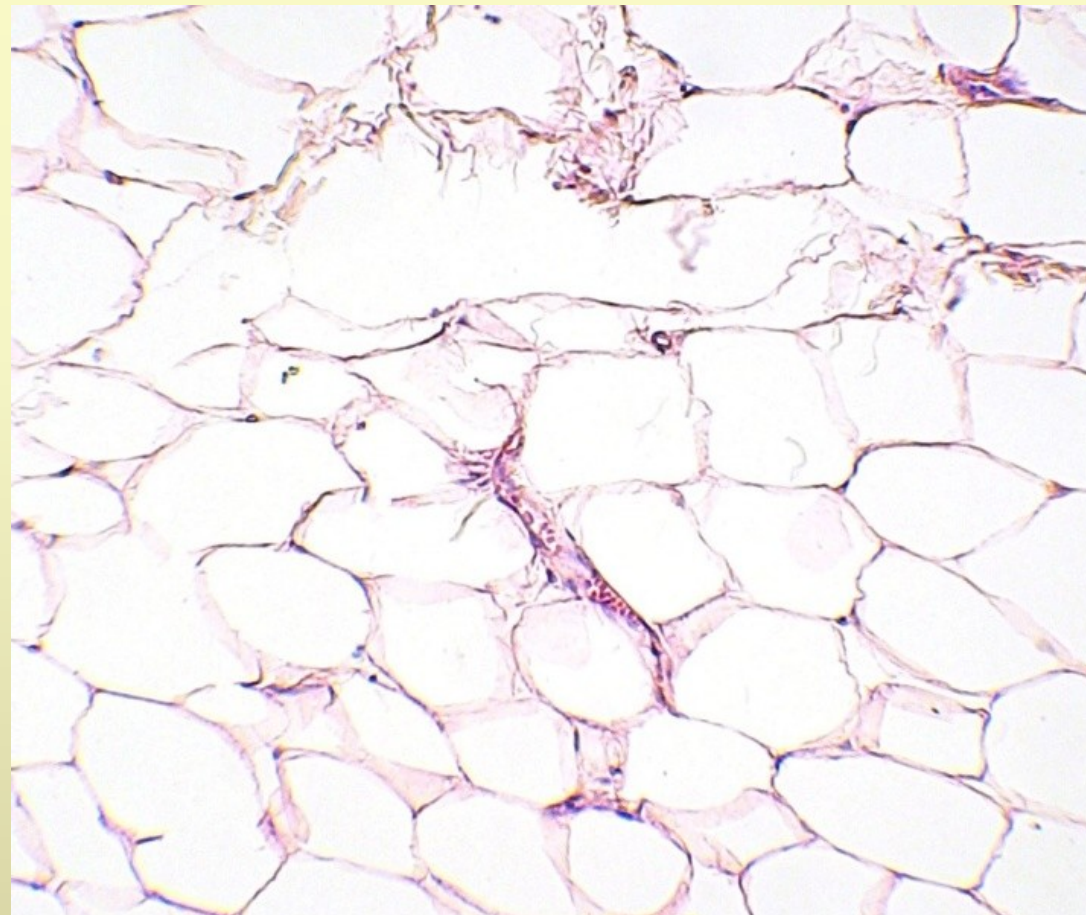
# Tukové vazivo

- Tukové vazivo je v těle významným energetickým rezervoárem, plní funkce tepelného izolátoru a pro některé orgány vytváří i mechanickou ochranu. Tukové vazivo tvoří průměrně asi 15 - 20%
- Podle stavby a funkce rozlišujeme bílé a hnědé tukové vazivo.
- Bílé tukové vazivo tvoří především většinu tzv. podkožního tuku, tukové obaly některých orgánů a vmezeřenou tukovou tkáň.
- Hnědé tukové vazivo patří k termoregulačnímu systému organismu a v dospělém věku je omezeno na ostrůvky tkáně rozptýlené v tukovém vazivu mezihrudí.
- Stavba tukového vaziva: tukové buňky, fibroblasty, retikulární, kolagenní a elastická vlákna a bohatá síť krevních vlásečnic.



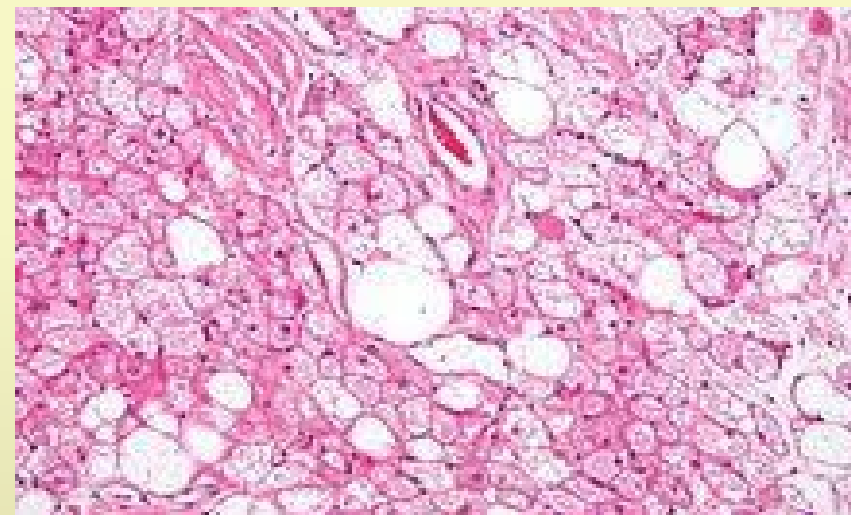
# Tuková tkáň

- **Zásobní tuk** – v podkoží a v oblasti břicha.
- **Isolační vrstva** proti ztrátě tepla, protože má nižší vodivost než ostatní tkáně.
- **Strukturální tuk** – funkce výplně – chodidlo, udržení orgánu v jeho poloze (oční koule, ledvinová pánvička).
- **OTYLOST – ADIPOSITAS** - onemocnění, při kterém je zvýšený obsah tuku v jednotlivých tukových buňkách a také jejich počet. Tuková tkáň má význam při distribuci cizorodých látek v těle, jedná se o kompartment, ve kterém se mohou ve vyšší koncentraci lipofilní látky shromažďovat (léky, jedy). Důsledkem je rychlé vymizení látky z krve, ale dlouhotrvající eliminaci z těla.



# Tukové vazivo

- Přítomnost hnědého tukového vaziva je typická pro organismus plodu a dítěte asi do věku jednoho roku.
- U novorozence je koncentrováno na typických místech těla: mezi lopatkami, v podpažní jámě, podél nervové pleteně příušní žlázy, v mezihrudí, v tuku kolem ledvin, nadledvin, slinivky břišní a v závěsech tenkého střeva
- Hnědé tukové vazivo má důležitou termoregulační roli a v dětském věku představuje rychle mobilizovatelnou zásobu energie, nezbytné k udržení velmi labilní termoregulace.
- Svoji stavbou a funkcí připomíná tento typ tukového vaziva "hibernační tuk" zimních spáčů, kterým umožňuje dlouhodobé přežití bez příjmu potravy, při zachované - i když snížené - tělesné teplotě.

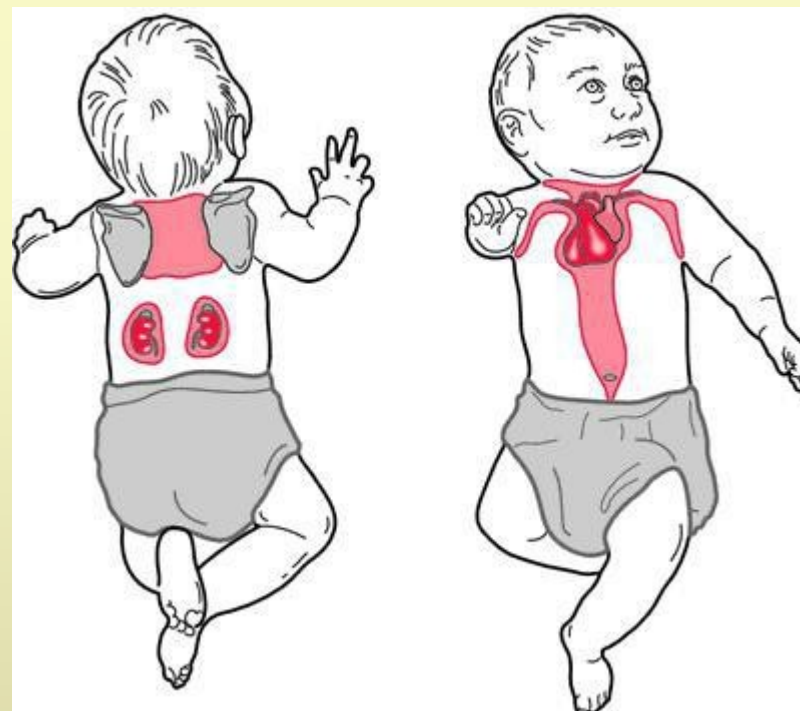


# Hnědé tukové vazivo

Netřesová termogeneze –  
produkce tepla bez svalové  
aktivity.

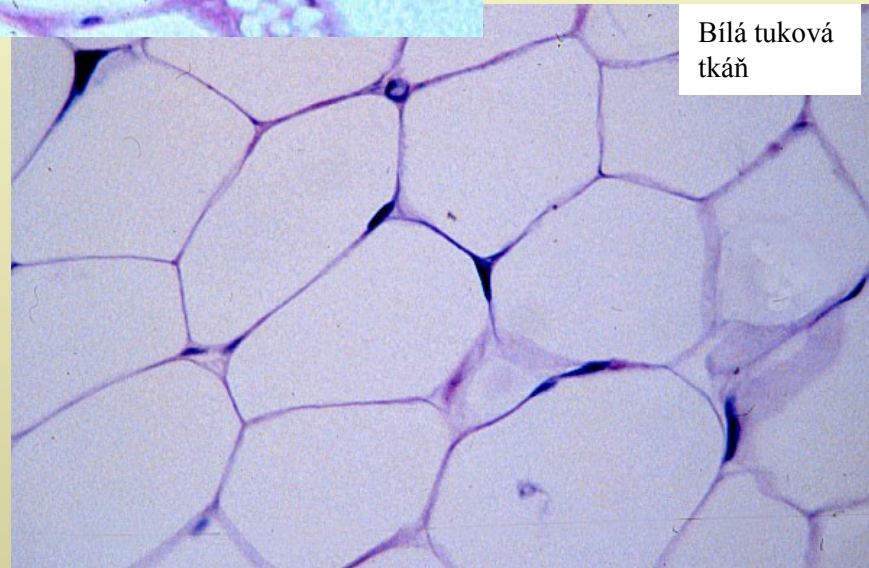
Aktivace přes sympatikus.

Mediátorem je noradrenalin.

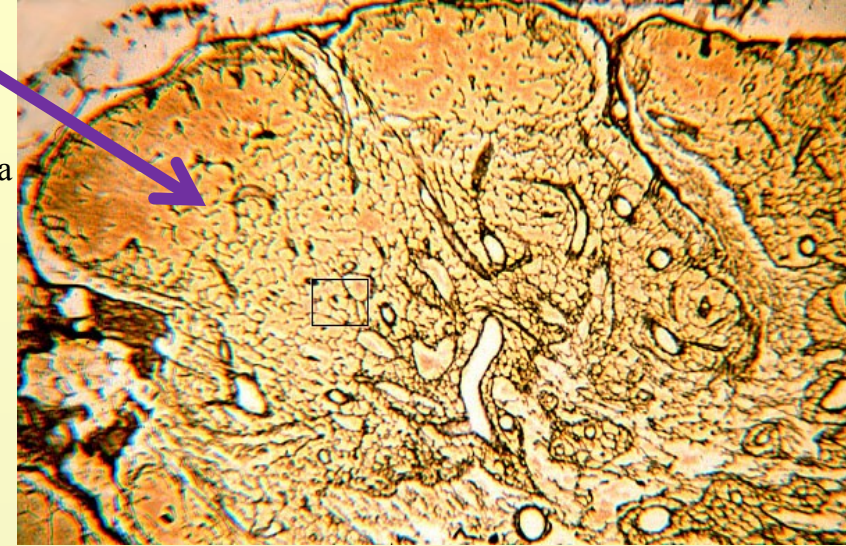


## 2. TUKOVÉ VAZIVO

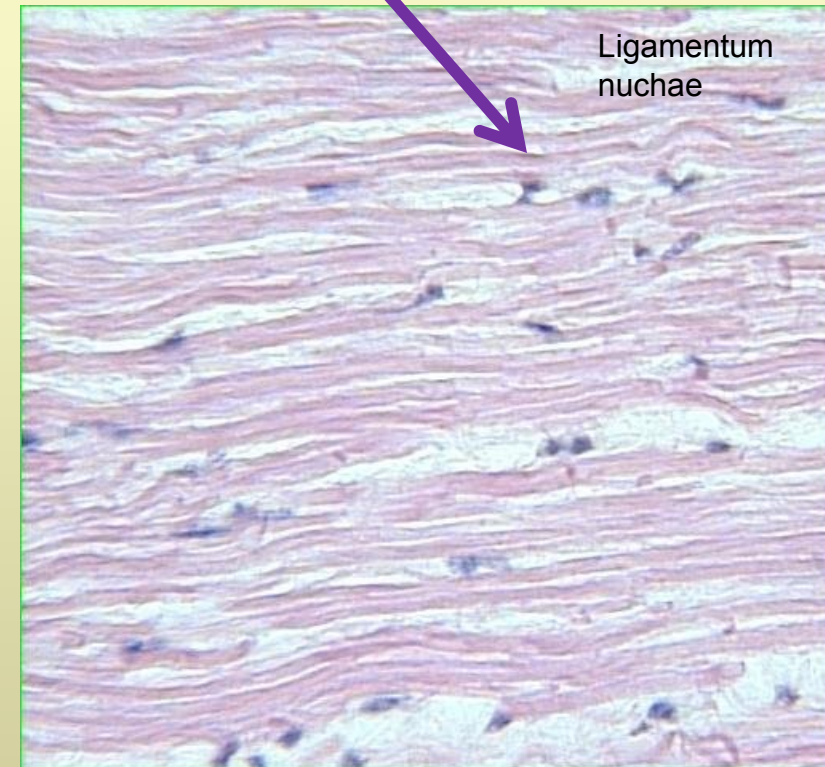
- Bílá tuková tkáň – unilokulární adipocyty, podkoží, kolem vnitřních orgánů
- Hnědá tuková tkáň – multilokulární adipocyty; kolem aorty, u novorozenců



- 3. RETIKULÁRNÍ VAZIVO – retikulární buňky a retikulární vlákna, mezi nimi volné buňky; nosný substrát v lymfatických uzlinách a v kostní dřeni



- 4. ELASTICKÉ VAZIVO – převládají elastická vlákna. Stěny velkých tepen. Vysoké propojení. Ligamenta flava – meziobratlové spojení.





# Husté kolagenní vazivo

- Dominující roli ve stavbě opěrné složky pohybového systému hraje **husté uspořádané vazivo** tvořící šlachy (aponeurózy), vazy, kloubní pouzdra, fascie.
- Uspořádané pruhy tuhého vaziva - paralelní, formují provazce – šlachy, tendines (sing. tendo), kterým se svaly upínají ke kosti. Plstovité – pokožka (stratum reticulare), kloubní pouzdra, dura mater.

Pro **neuspořádané vazivo** je typická kompaktní síť silných kolagen-ních vláken doprovázených elastickými vlákny, na která naléhají fibroblasty. Tento, poměrně mechanicky odolný typ vaziva, je charakteristický pro vazivovou vrstvu kůže – škára, vazivová pouzdra orgánů (játra, ledviny, uzliny, brzlík).

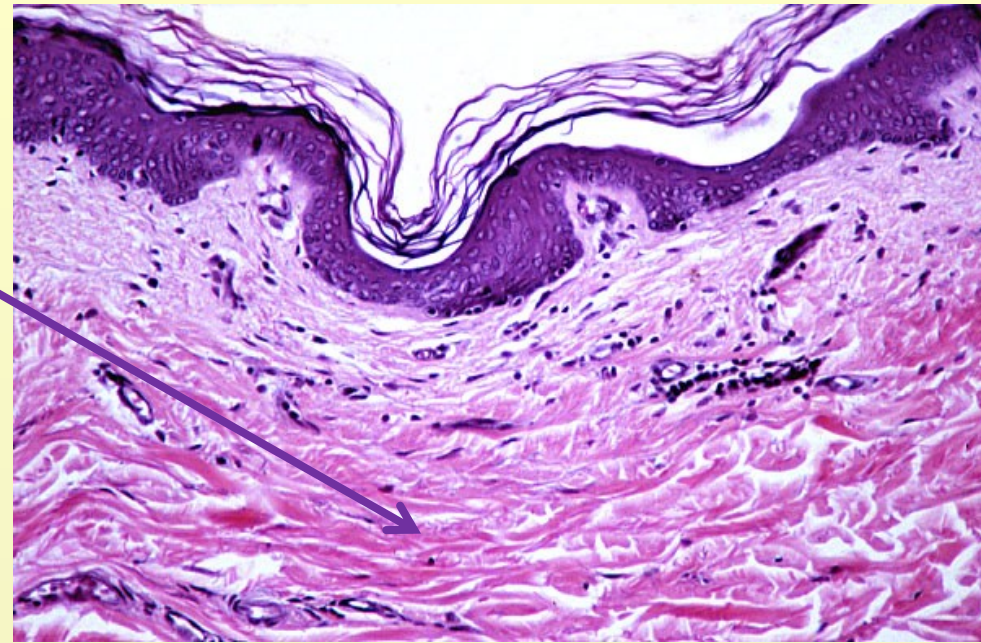
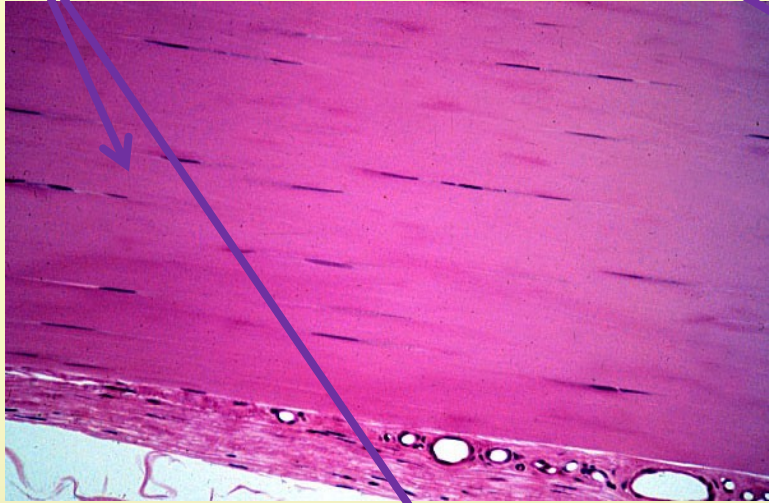
## 5. KOLAGENNÍ VAZIVO – nejčastější v organismu

*husté* - podobné složení jako řídké, ale má více vláken

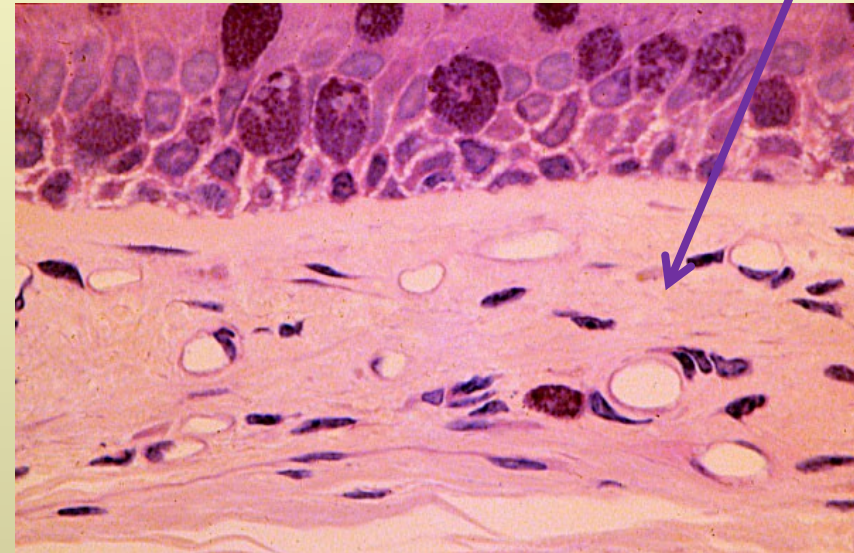
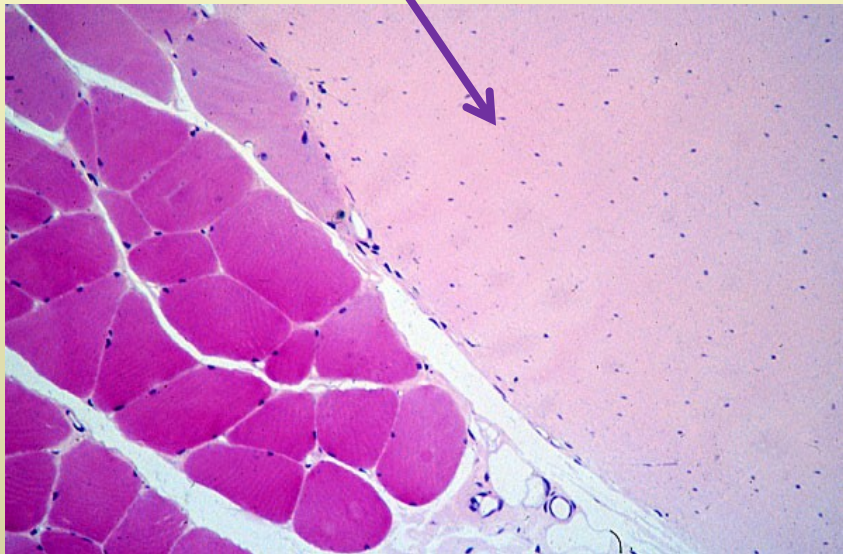
uspořádané – kolagenní vlákna ve svazcích orientovaných v určitém směru;  
aponeurózy, šlachy.

(plst'ovitě – tah v různých směrech - pokožka, paralelní – zátěž tahem v jednom směru).

nuspořádané – kolagenní vlákna v různých směrech.



- *Řídké kolagenní vazivo* – vyplňuje prostory mezi orgány; všechny typy buněk, nejvíce fibroblastů a makrofágů, kolagenní a elastická vlákna, minimum retikulárních; převazuje amorfni hmota. Slizniční, podslizniční vazivo.



# II. Chrupavka

bezcévná, mechanicky odolná, pružná

buňky – chondrocyty (chondroblasty)-eliptické nebo okrouhlé

mezibuněčná hmota-složka vláknitá, složka amorfní; má pevnou konzistenci

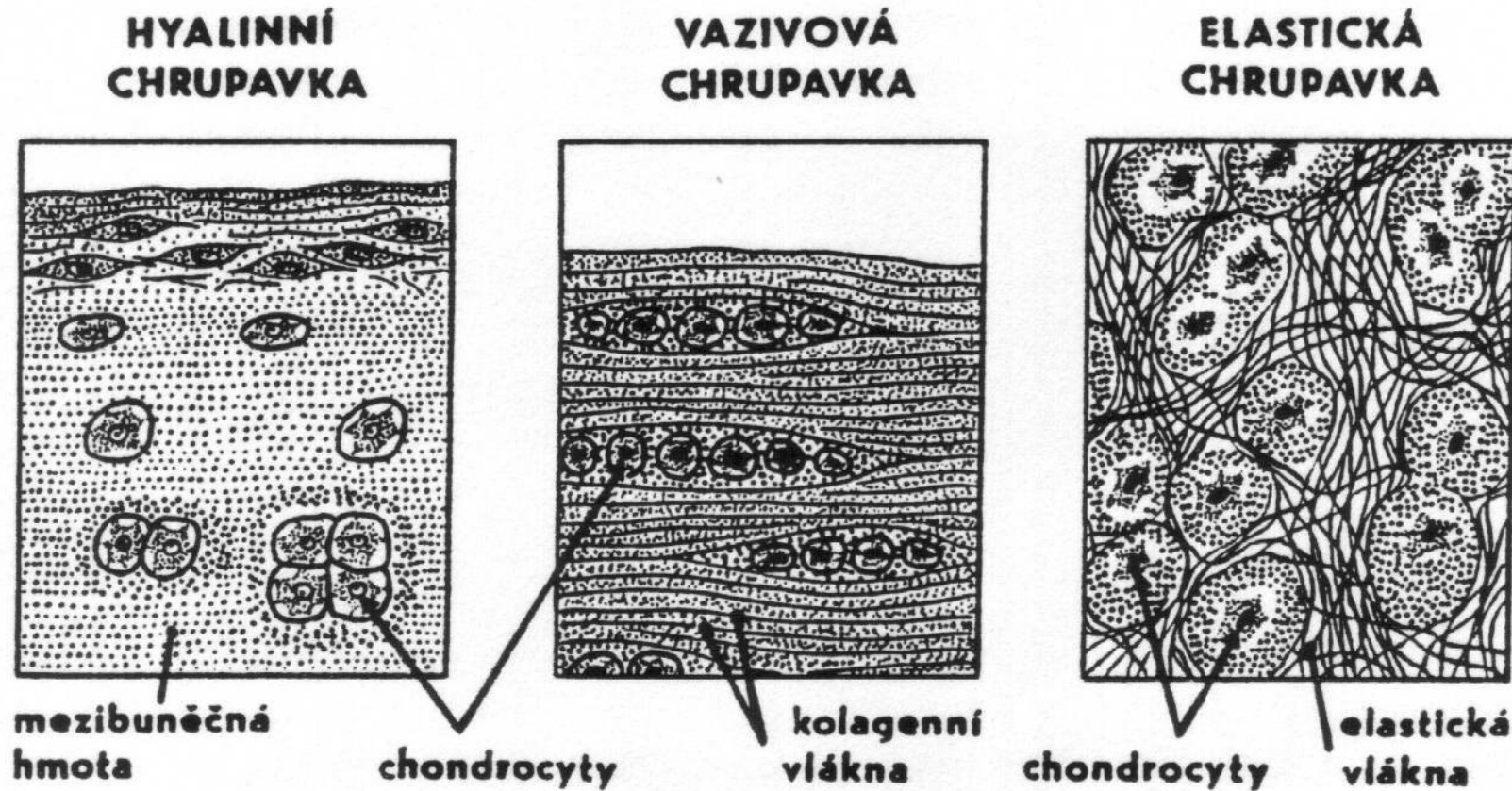
Povrch kryje perichondrium, mimo kloubních ploch

## Typy chrupavky

1.chrupavka hyalinní

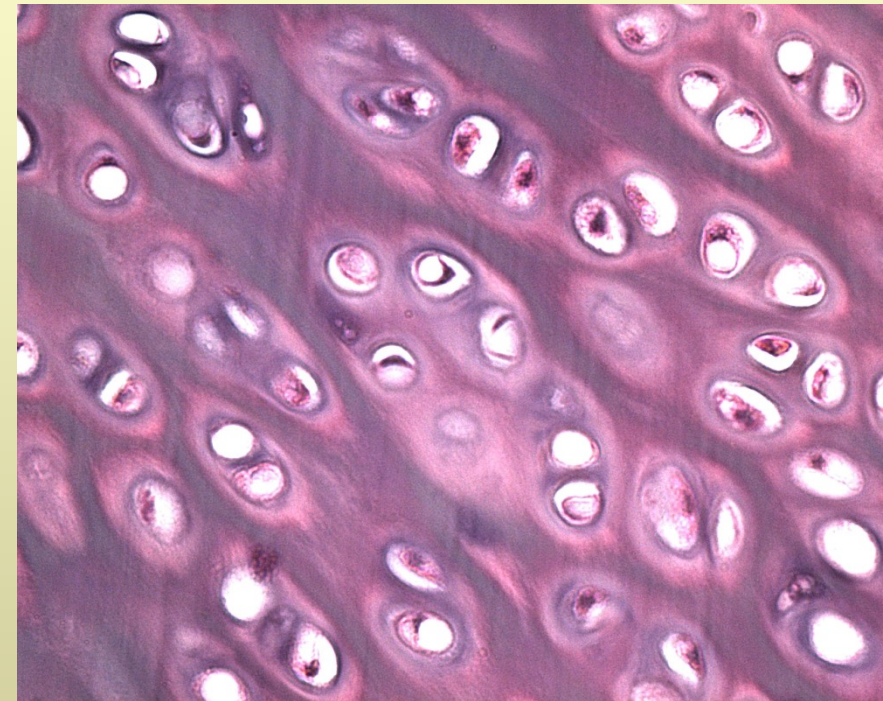
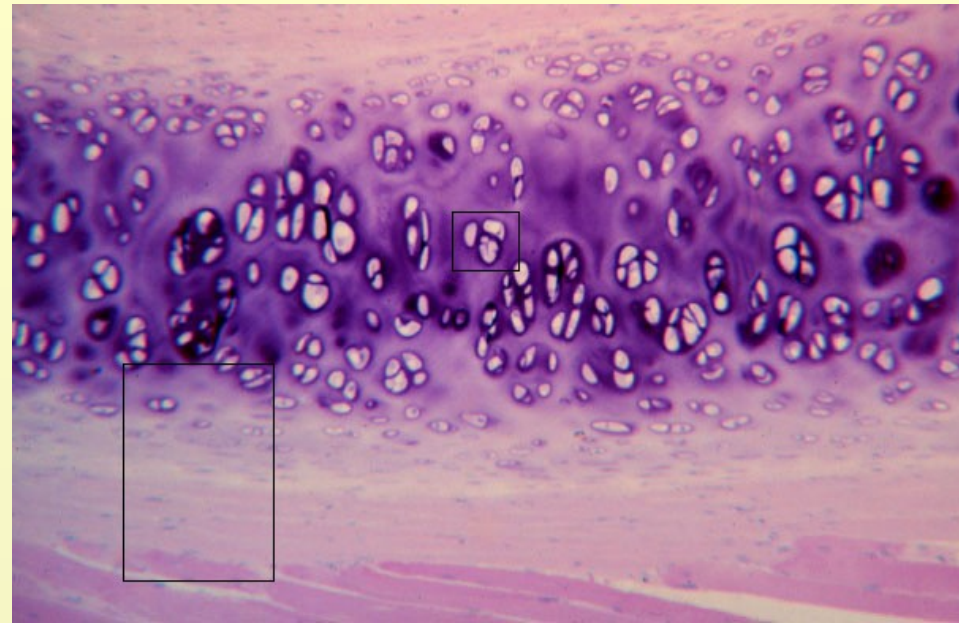
2.chrupavka elastická

3.chrupavka vazivová



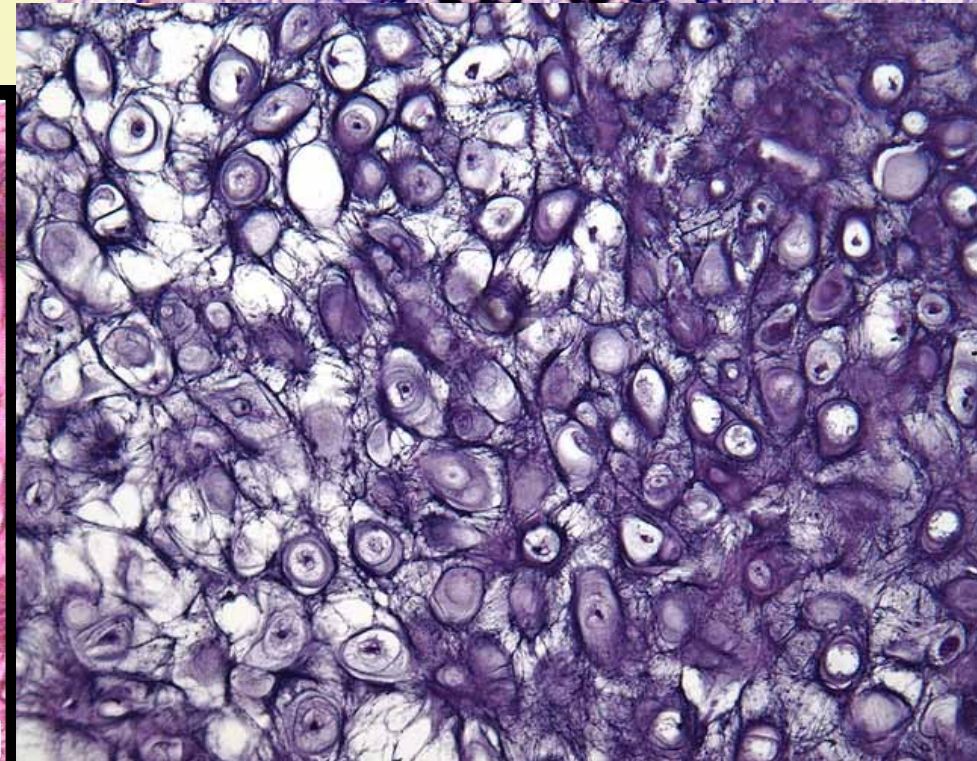
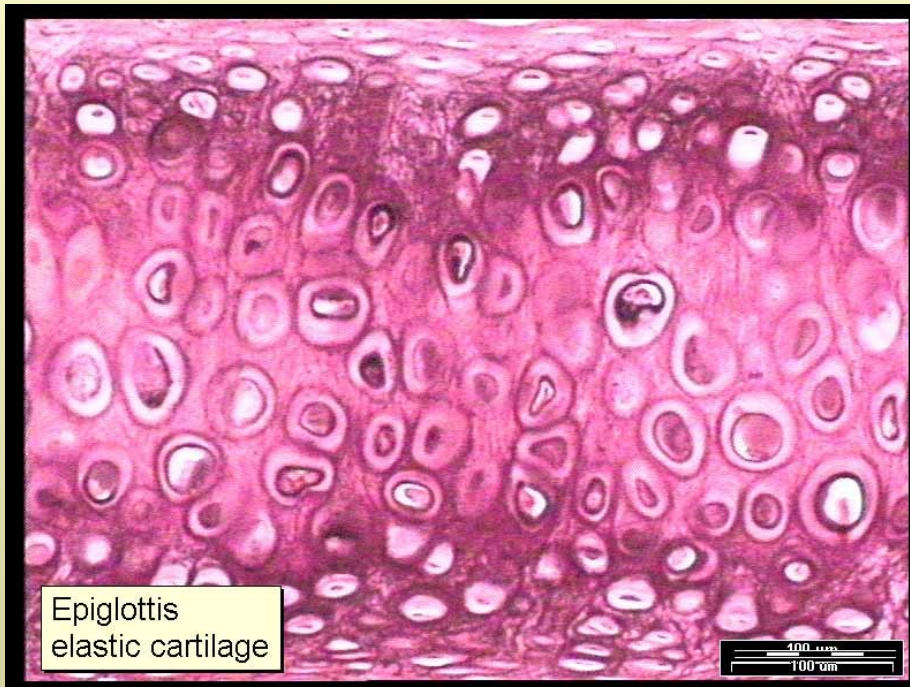
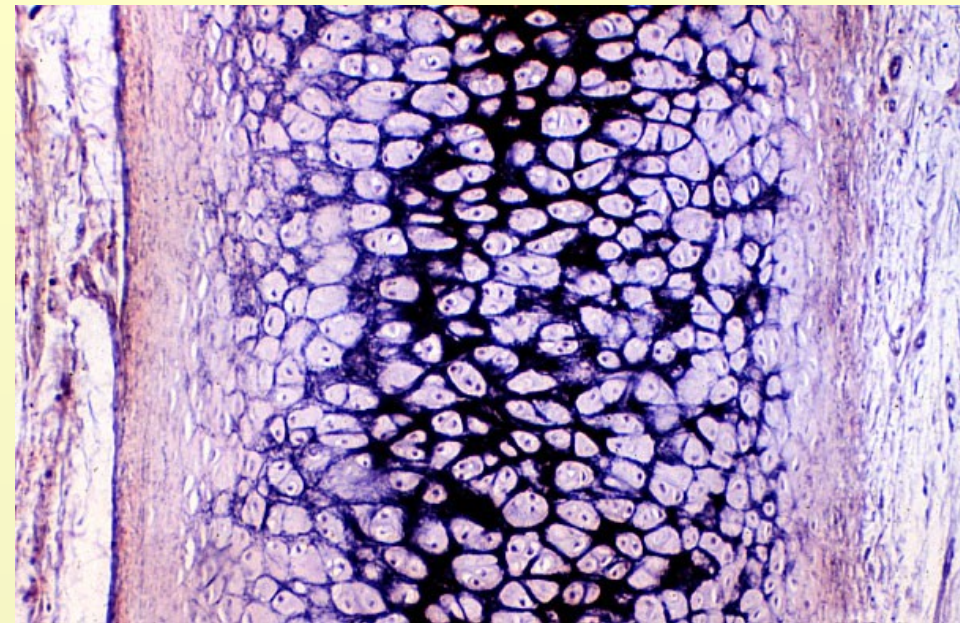
# 1. Chrupavka hyalinní

- Nejběžnější, makroskopicky namodralá, pevná, křehká
- chondrocyty uloženy v dutinách-lakunách; tvoří izogenetické skupiny – dečinné buňky původně mateřského chondroblastu proto jim říkáme isogentické – CHONDRONY.
- Kolem je teritoriální matrix.
- Sklovitý vzhled – proto hyalinní.
- Tvoří: fetální skelet, růstové, kloubní chrupavky, žeberní chrupavky.
- Na povrchu pokryta perichondriem, mimo kloubních ploch – ty jsou vyživovány synoviální tekutinou.
- Chrupavka je bezcévná.



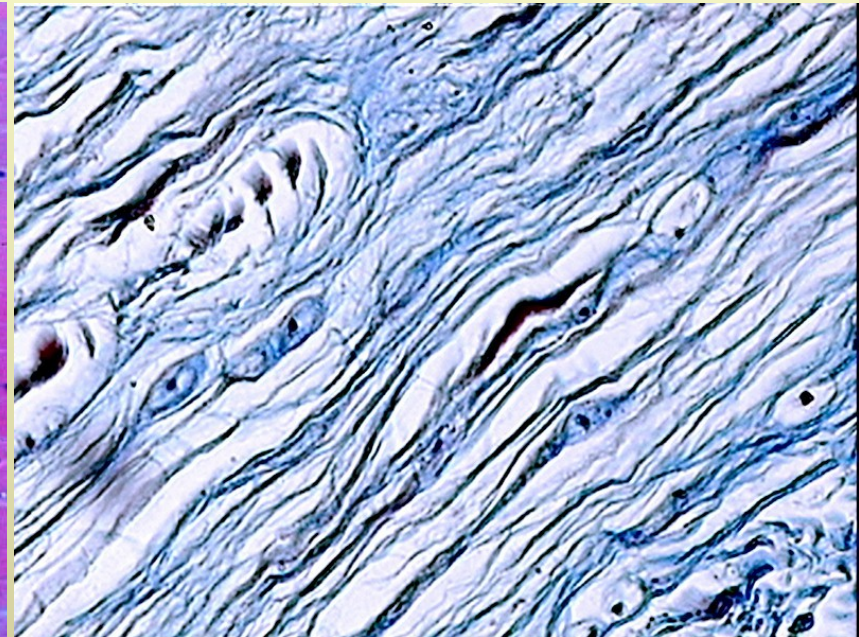
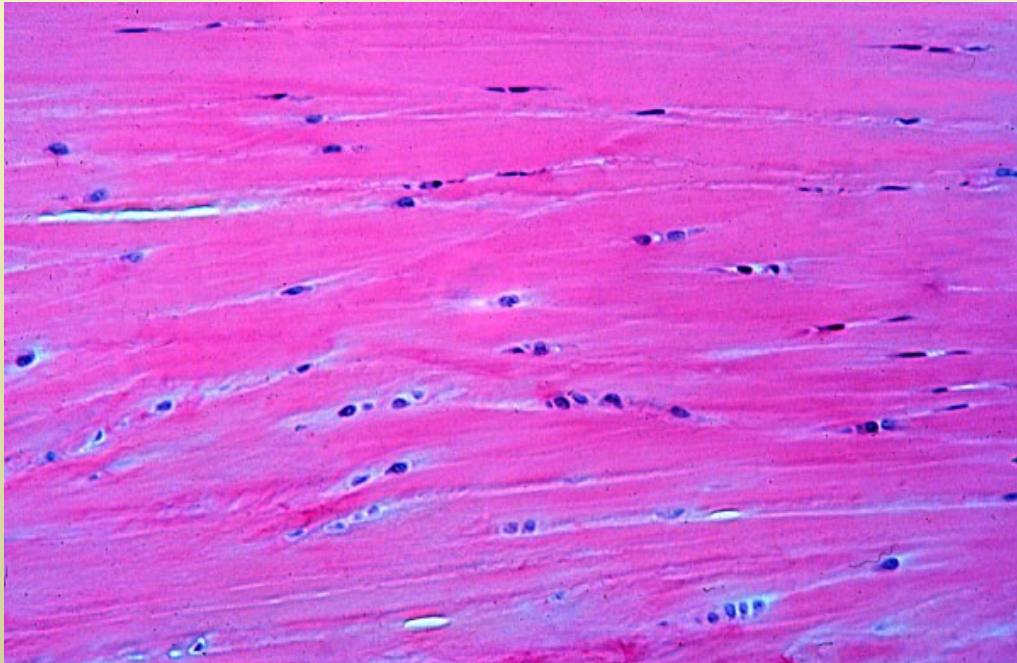
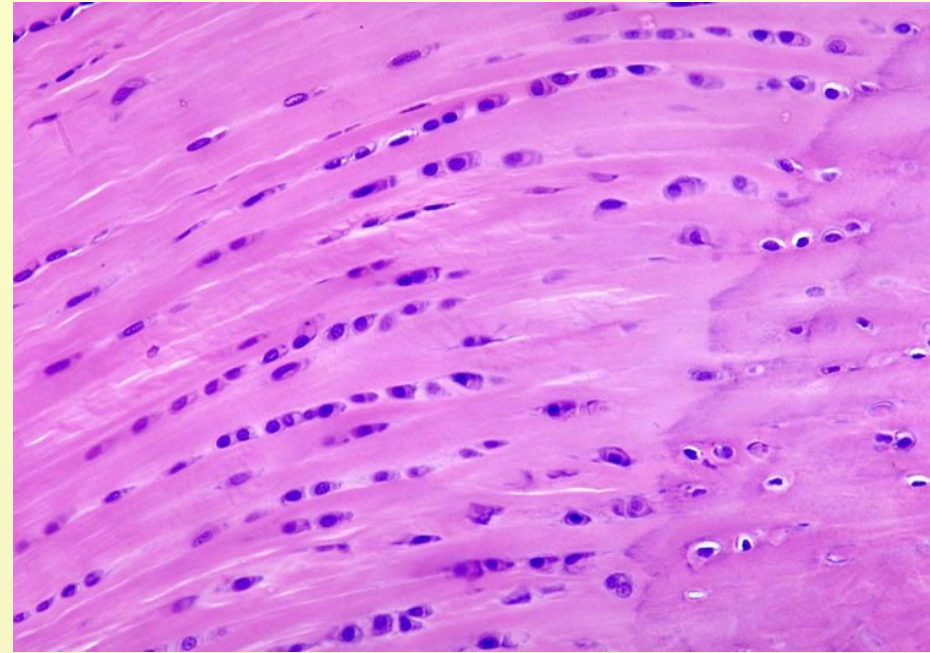
## 2. *Chrupavka elastická*

- Makroskopicky nažloutlá, pevná, pružná.
- Ušní boltec, stěna zevního zvukovodu, epiglottis, malé chrupavky hrtanu, chrupavčitá část Eustachovy trubice.
- Chondrocyty v lakunách jednotlivě nebo ve skupinách.
- Stavební síť je nosná, hustá síť elastických vláken, které se větví. Prostor vyplněn GAG, proteoglykany – vážou velké množství vody, odolnost proti tlaku. Je pružná, zásobena cévami.
- Na povrchu je opatřena perichondriem.



### 3. *Chrupavka vazivová*

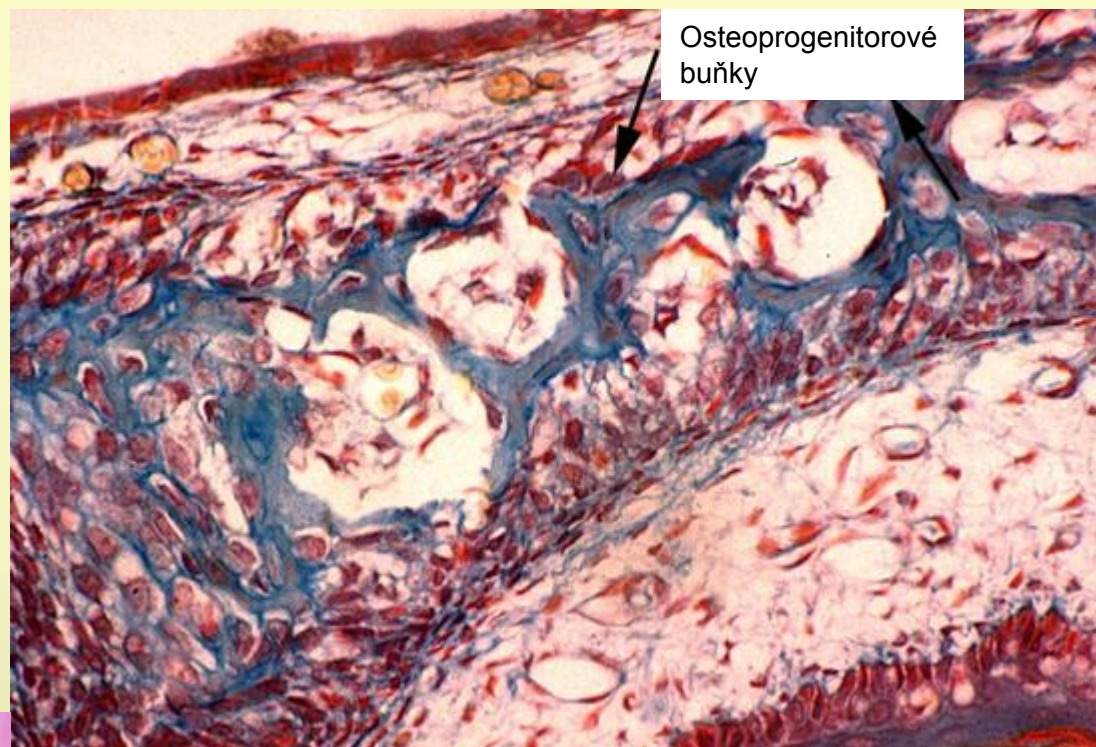
- Připomíná husté kolagenní vazivo zkřížené s chrupavkou. S vazivem společně dominantní plst'ovitě propletené silné svazky kolagenních vláken. I zde GAG a proteoglykany.
- Odolná na tah i tlak, bílé barvy, tuhá.
- Tvoří meziobratlové ploténky – anulus fibrosus, symfýzu, místa úponu některých vazů, disci at menisci articularae (čelistní kloub, kolenní kloub).
- chondrocyty uloženy převážně jednotlivě, často tvoří dlouhé sloupce
- nemá perichondrium



- **FUNKCE KOSTÍ**

- opora a ochrana měkkých tkání;umožňuje pohyb celého organismu;
- zásobárna kalciových iontů
- **STAVBA**
- z mezibuněčné hmoty (mineralizovaná solemi kalcia)
- **složka vláknitá** – kolagenní vlákna (kolagen I)
- **složka amorfní** – strukturální glykoproteiny, které váží kalciové ionty. Kromě kalcia jsou v kostní tkáni zastoupeny ionty fosfátové, ionty magnezia, kalia, natria, citrátové, uhličitanové.
- z buněk

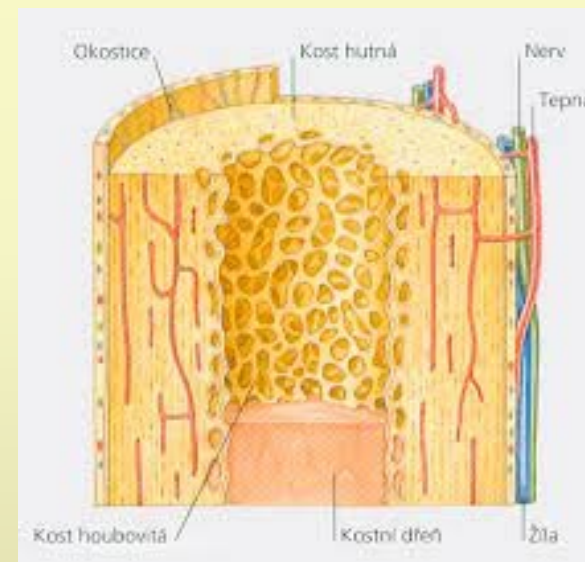
## III. KOST



- **PERIOST**-pokrývá zevní povrch kosti; zevní vrstva kolagenní vláken a fibroblastů; Sharpeyova vlákna-svazky kolagenních vláken upevňujících periost ke kosti; vnitřní buněčná vrstva- osteoprogenitorové buňky-vřetenovité, schopny se diferencovat v osteoblasty
- **ENDOST**- vystýlá vnitřní povrch kostních dutin; minimum vaziva a 1 vrstva oploštělých osteoprogenitorových buněk
- Zajišťují výživu kostní tkáně a tvorbu osteoblastů

# Periost

- **Okostice** či **periost** je vazivový obal kryjící povrch kostí. Nepokrývá kost v některých místech, kde se upínají svaly, a na plochách, které jsou pokryty kloubní chrupavkou
- Jedná se o tuhou a pevnou vazivovou blánu různé tloušťky, která se dá většinou od kosti odloupnout
- (velmi pevně je však přirostlá v místech spojení jednotlivých plochých kostí lebky a v místech úponů šlach a vazů).





# Periost

Okostice zralé kosti se skládá ze dvou vrstev:

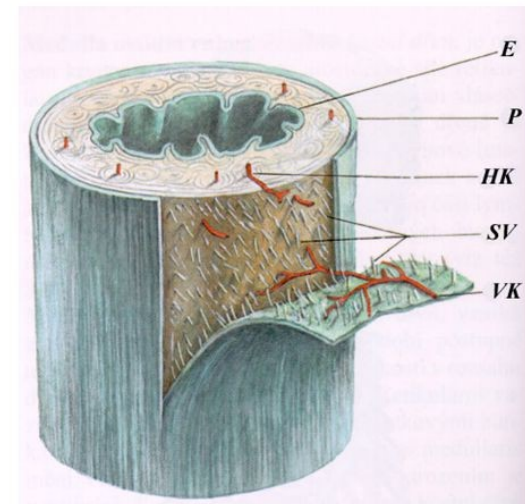
**Povrchová** (vnější, fibrózní) vrstva je z tuhého vaziva, je bohatě cévně zásobená a inervovaná. Cévy a nervy se z této vrstvy dostávají hlouběji do kosti.

**Hluboká** (vnitřní) vrstva je z řídkého vaziva, bohatá na buňky – fibroblasty. Jednou z jejích nejdůležitějších vlastností je nová tvorba kostní tkáně v případě poškození kosti (v hluboké vrstvě se objevují osteoblasty) a růst kosti do tloušťky.

## Periosteum = okostice

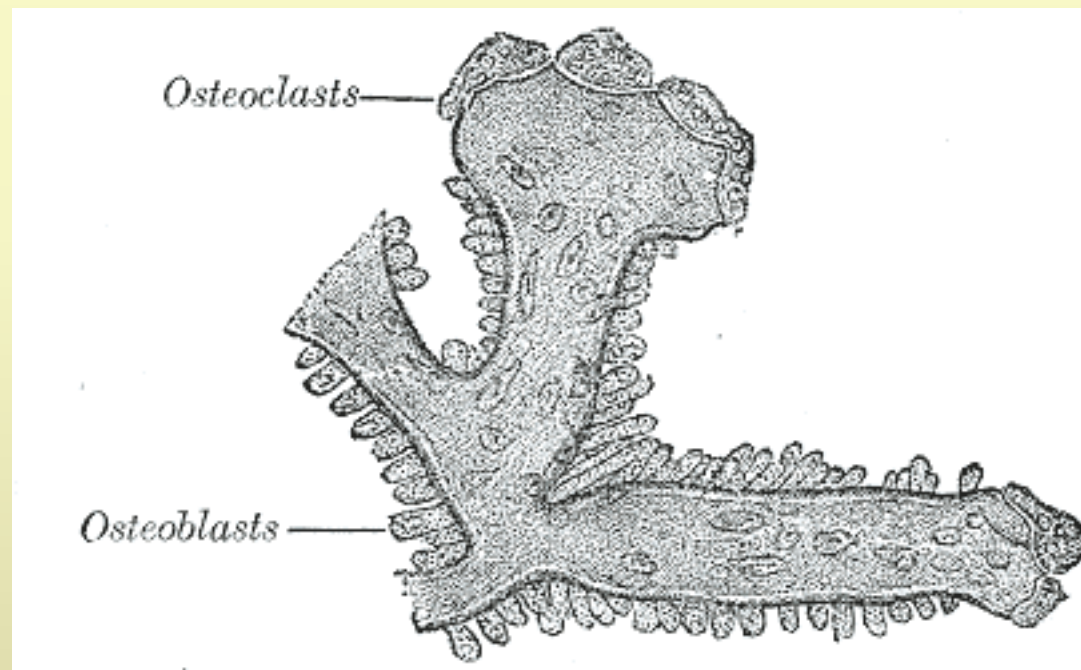
- periost
- endost

bohatá senzitivní inervace - bolí!!!



# Buňky kostní tkáně - osteoblasty

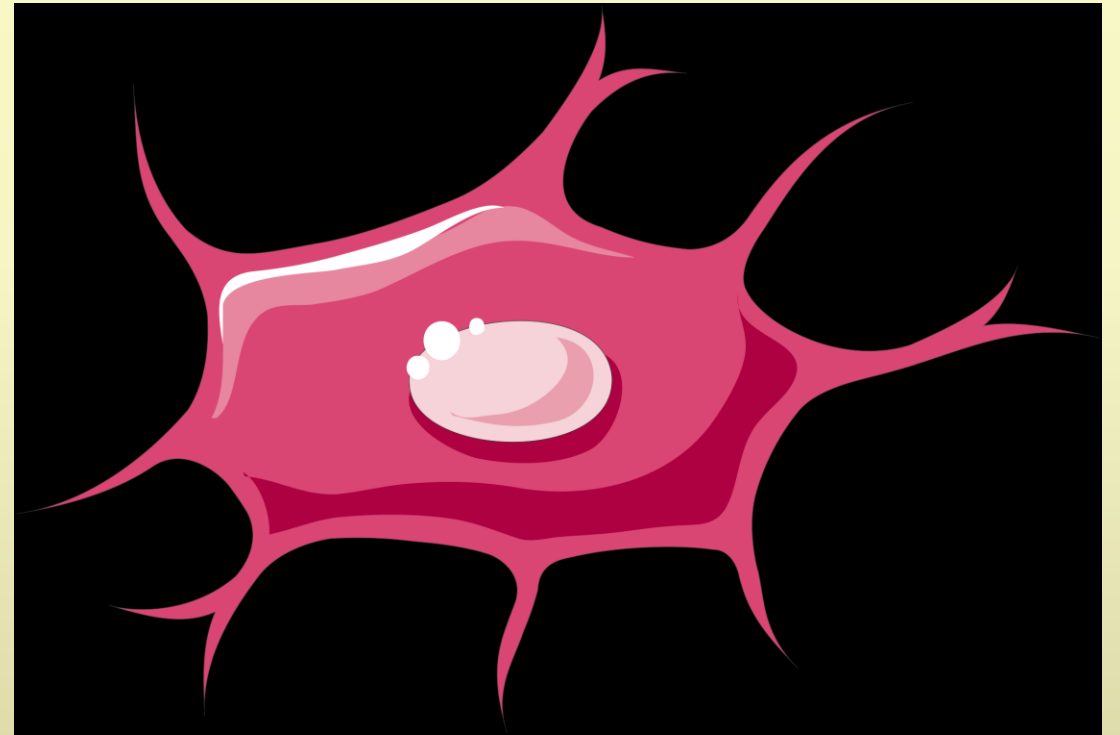
Buňky, které se podílejí na vzniku kosti – *osteogenní* – z nich se diferencují OSTEOLASTY – množí se a tvoří ECM. Typicky uspořádány vedle sebe a pod sebe tvoří ECM, která je nemineralizovaná – OSTEOID a později se jí obklopují ze všech stran (ukládají se sem anorganické látky) hmota se mineralizuje a osteoblasty se diferencují v OSTEOCYTY .



# Buňky kostní tkáně - osteocyty

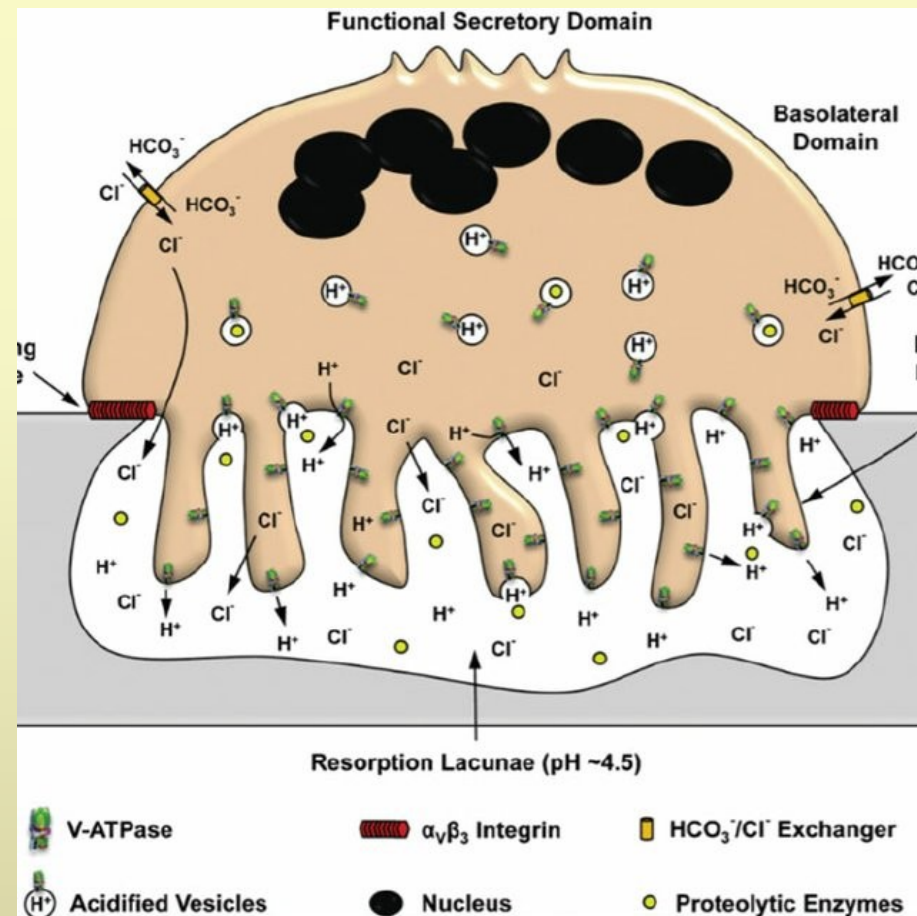
Osteocyty se nacházejí v kostních kanálcích, obývají dutinu – LAKUNA.

OSTEOCYT – plno výběžků.

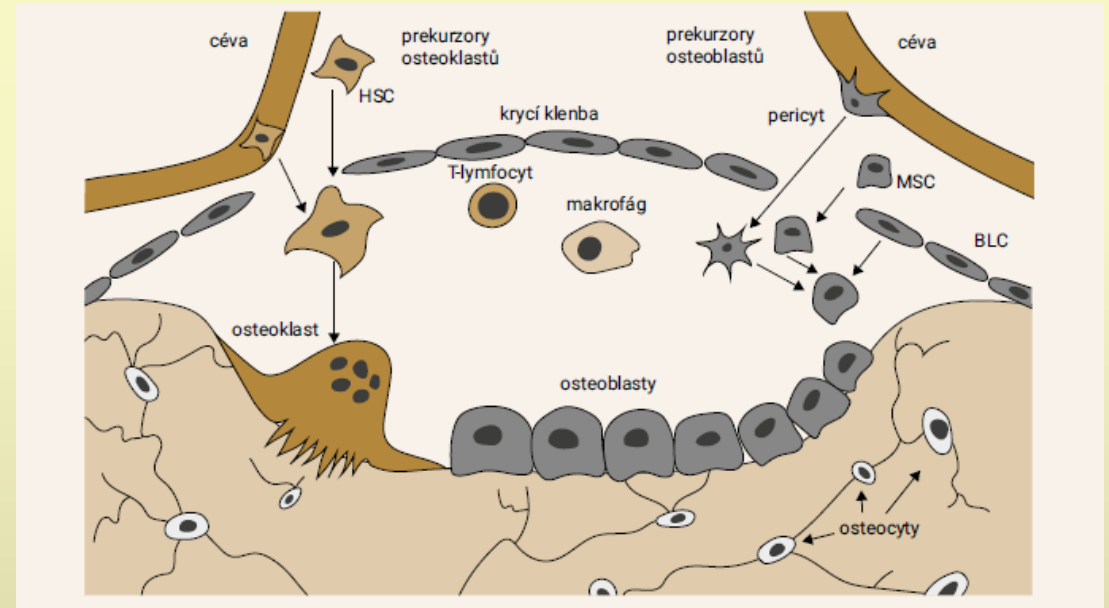
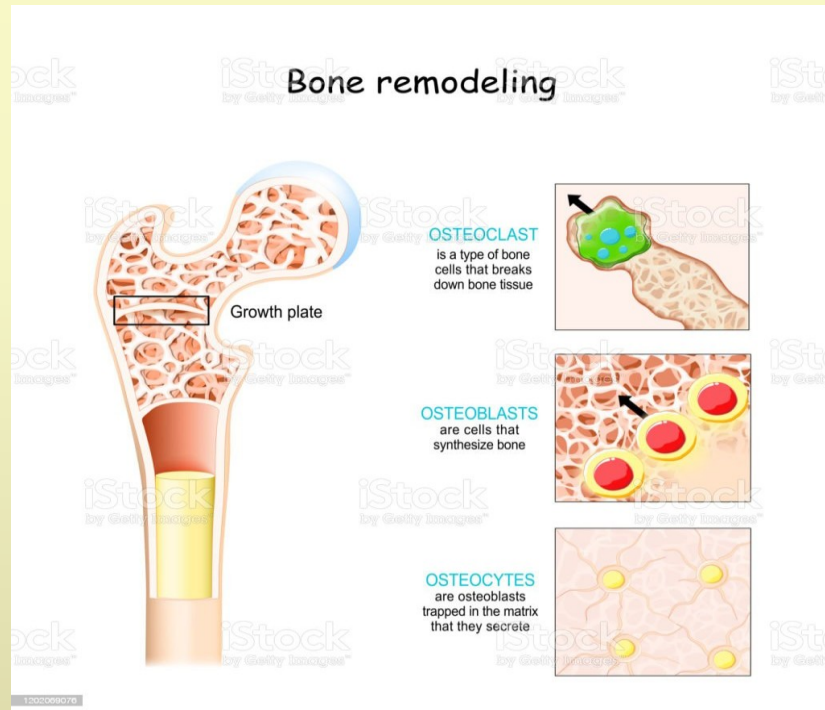


# Buňky kostní tkáně - osteoklasty

- **Osteoklast** je velká rozvětvená kostní buňka schopná pohybu.
- Hlavní funkcí osteoklastů je odbourávat kostní tkáň. Rozvolňují přitom kostní matrix; vyhlodávají dutinu- resorpční lakuna. Resorpce je důležitá pro remodelaci. Kostní tkáň není statická.
- Aktivita osteoklastů je přísně regulována – roli hrají různé cytokiny a hormony parathormon a kalcitonin.



# Buňky kostní tkáně



# Kostní hmota

- **Organická složka**

Ossein 30%

Kolagen I.

GAG

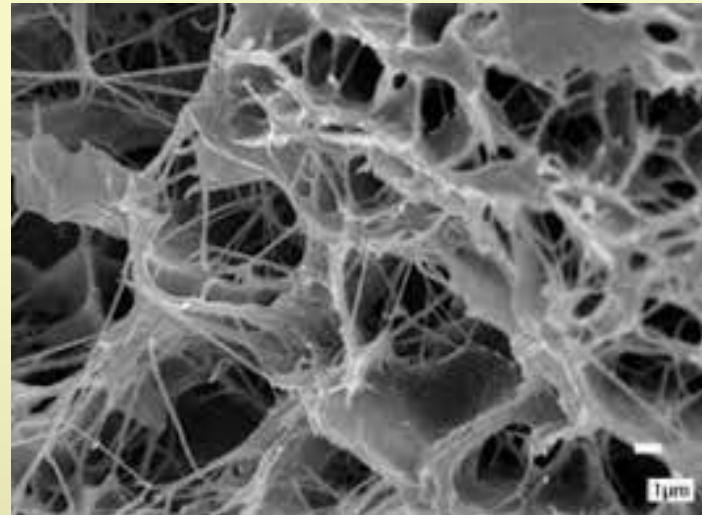
Glykoproteiny (sialoproteiny)

- **Anorganická složka**

Hydroxyapatit

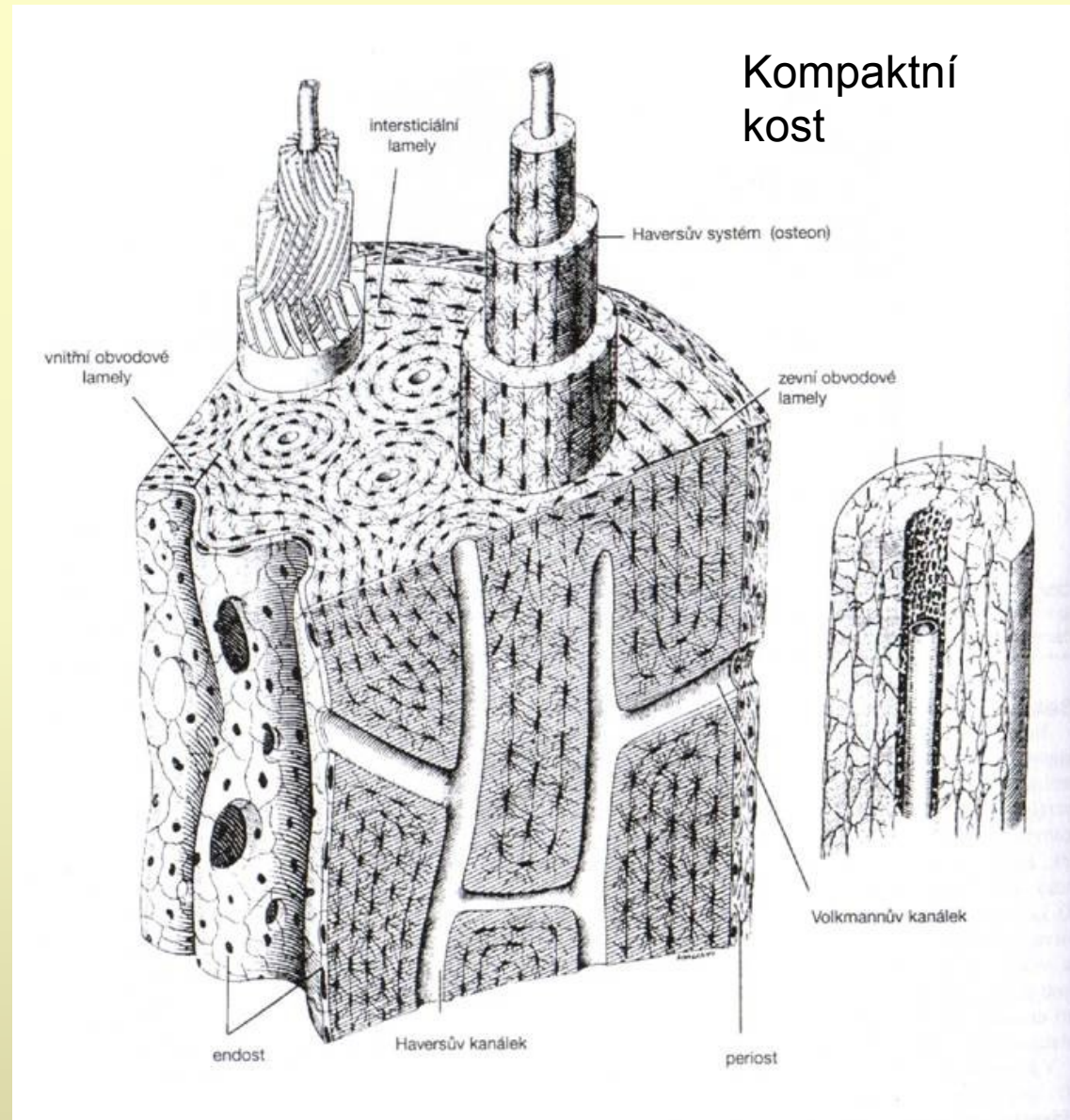
Uhličitan vápenatý

Poměr složek zodpovídá za  
mechanické vlastnosti kosti.



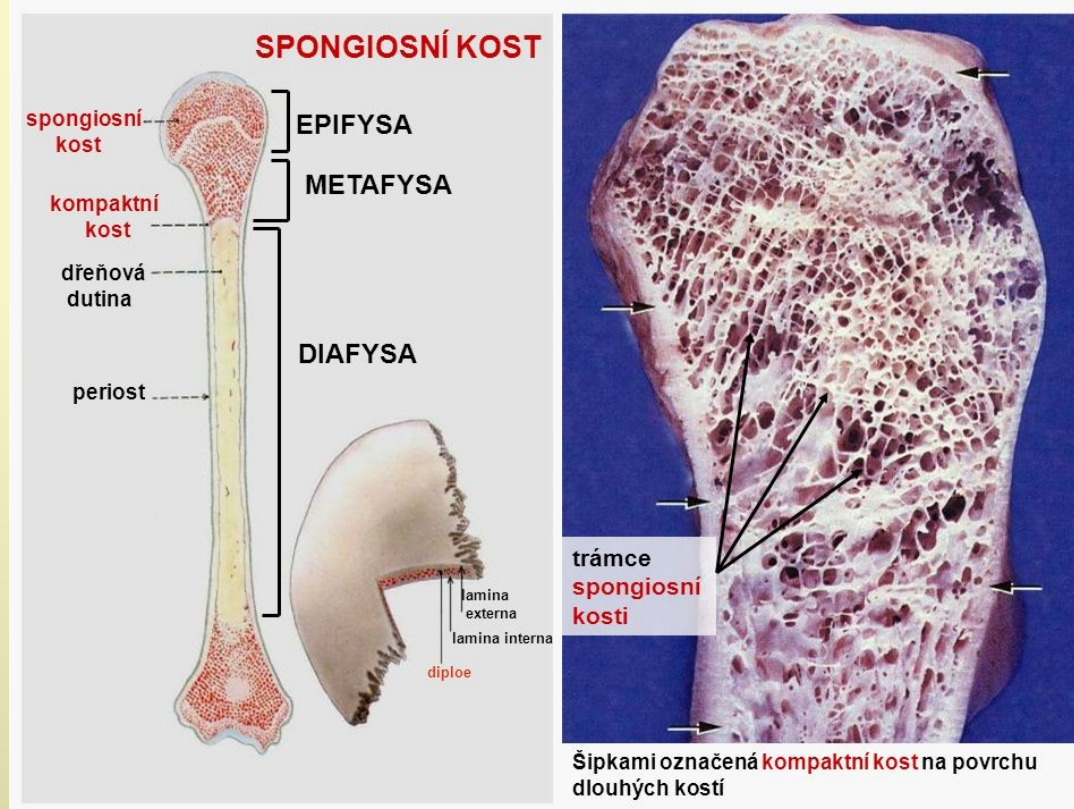
# Typy kostní tkáně

- **kost primární-fibrilární (vláknitá)**
- V dospělosti zubní alveoly, blízko lebečních švů
- Nepravidelně uspořádány kolagenní vlákna, méně minerální složky, více osteocytů
- **kost sekundární - lamelární** – Haversova. Většina kostí
- Centrální je Haversův kanálek, buňky jsou uspořádány kolem něj. Kolagenní vlákna tvoří lamely, které jsou mezi koncentricky uspořádanými osteocyty. Celý systém – OSTEON.
- Kost roste směrem, kde je namáhána. Je nositelem **adaptivního mechanického růstu**. Celá architektonika kosti je uspořádána dle toho, kde je kost namáhána.



# Kost spongiósní - trámčítá

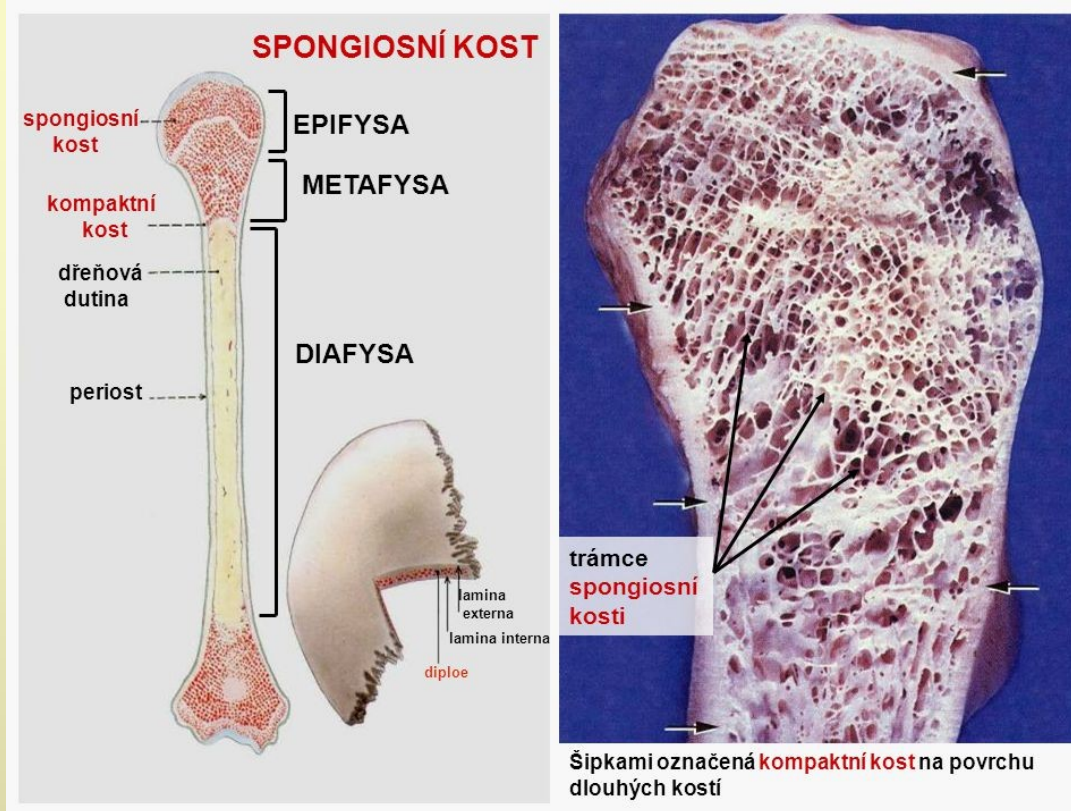
- **Kost spongiósní – spongiosa – trabekulární – 75%** - převažuje v lidském těle, lamely tvoří kostní trámce, mezi nimi volné prostory s červenou kostní dření – retikulární vazivo, fibroblasty, krvetvorné ostrůvky, žlutá kostní dřeň – adipocyty; na povrchu plášťové lamely kryté periostem.



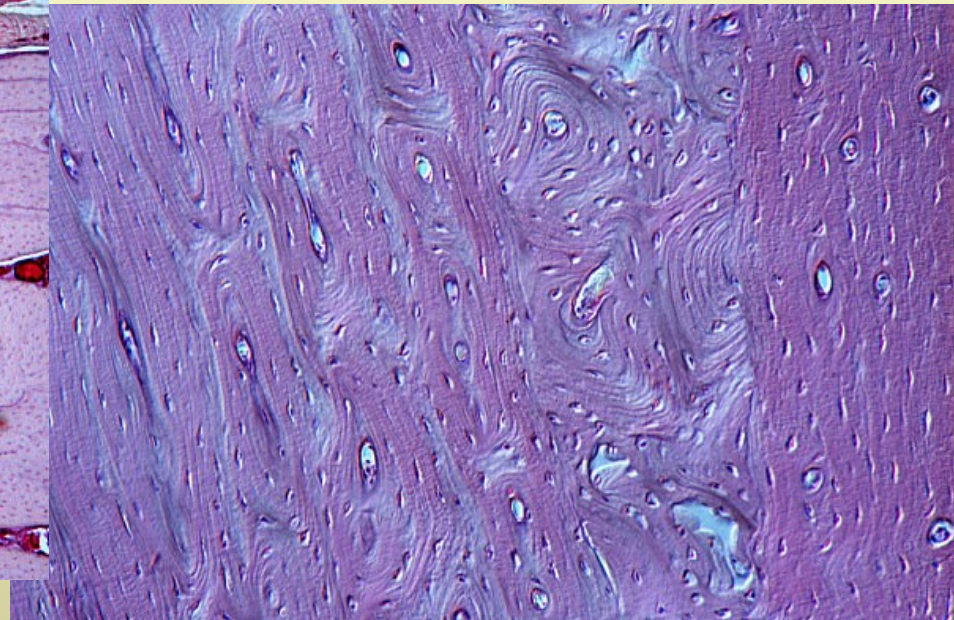
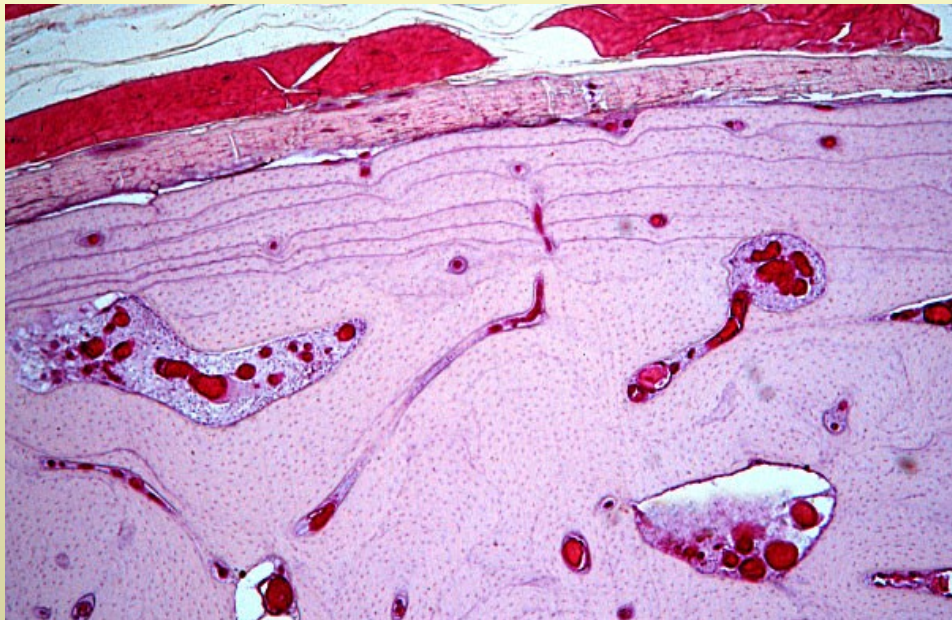
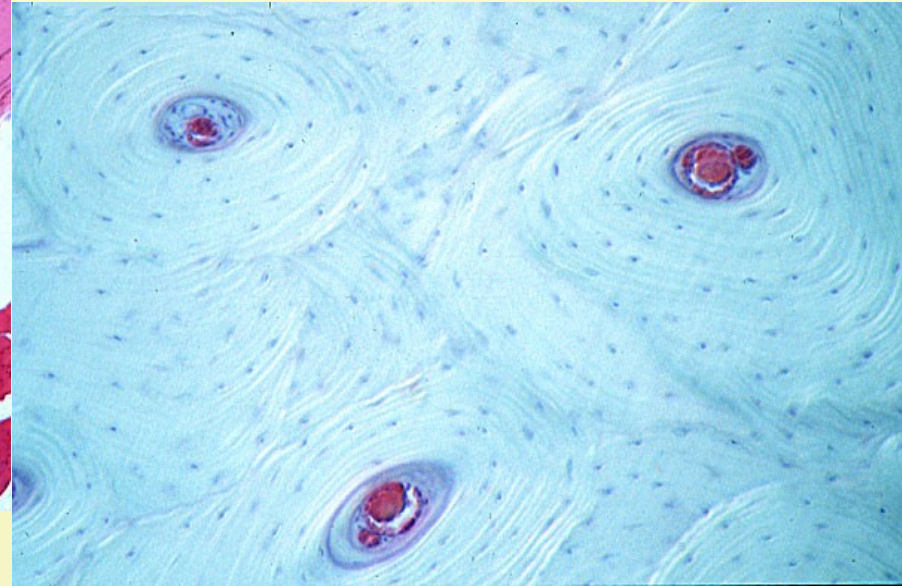


# Kost kompaktní

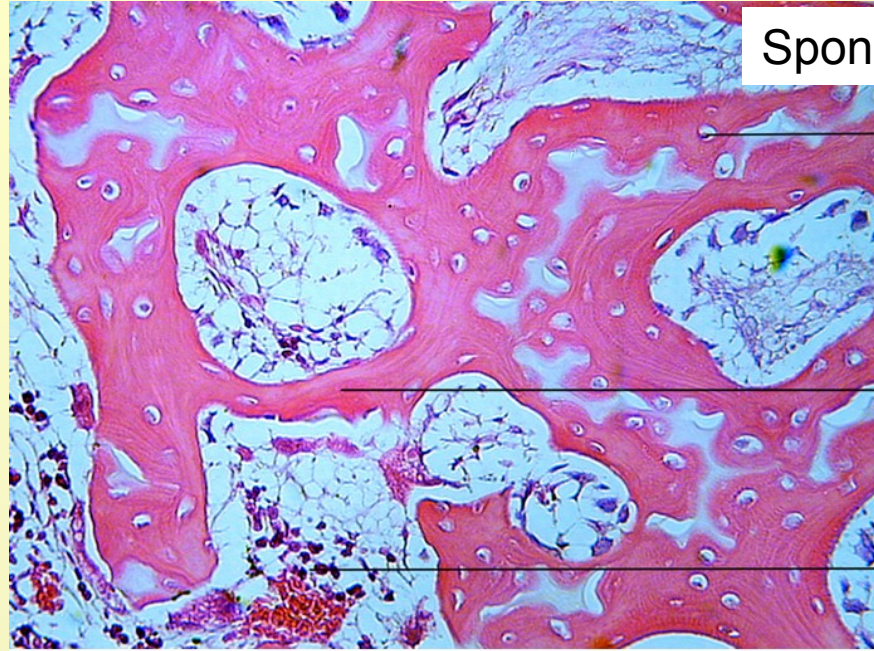
- Osteony podléhají neustálé přestavbě.
- Vláknum z kolagenu na povrchu kostí říkáme Sharpeyova vlákna.
- DIPLOE – např. kosti lebky – vně je kompaktní, uvnitř spongiosa.



# Kompaktní kost



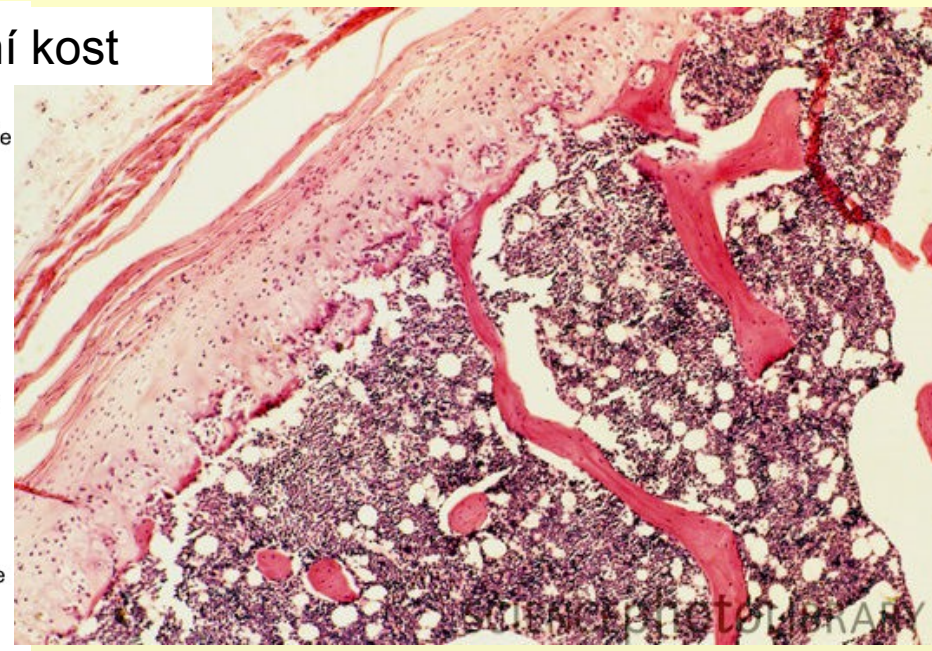
# Spongiózní kost



Osteocyte

Trabecula

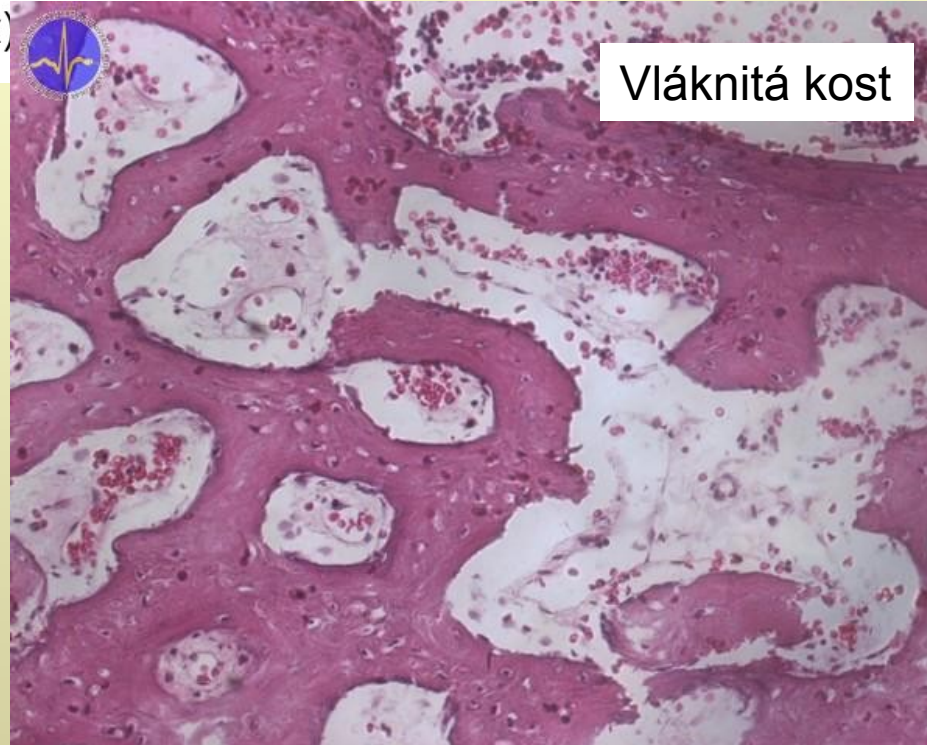
Red bone Marrow



Cancellous (Spongy) Bone (400x)

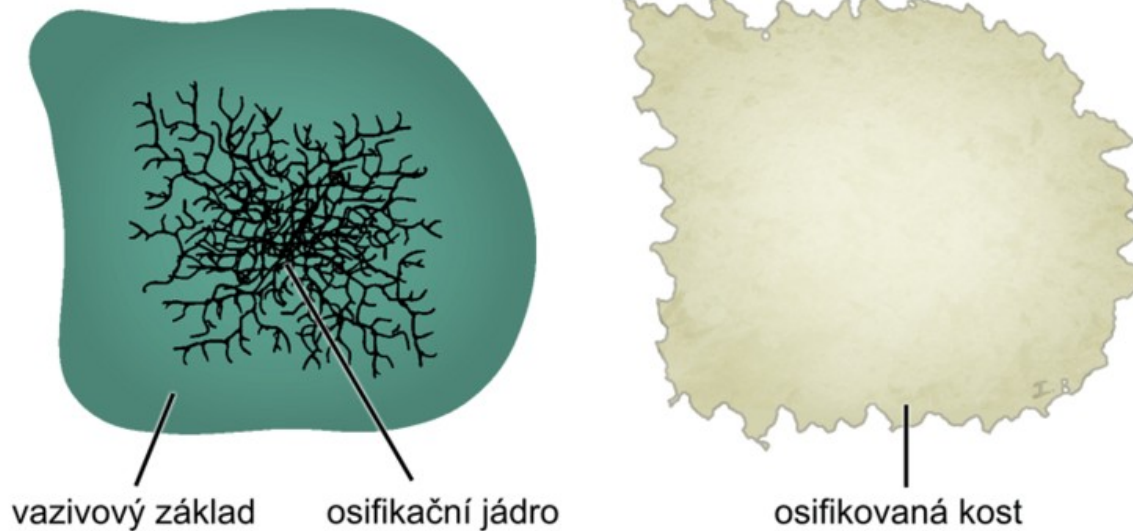


# Vláknitá kost



# VÝVOJ KOSTI

## Desmogenní osifikace ploché kosti



- ***desmogenní osifikace***

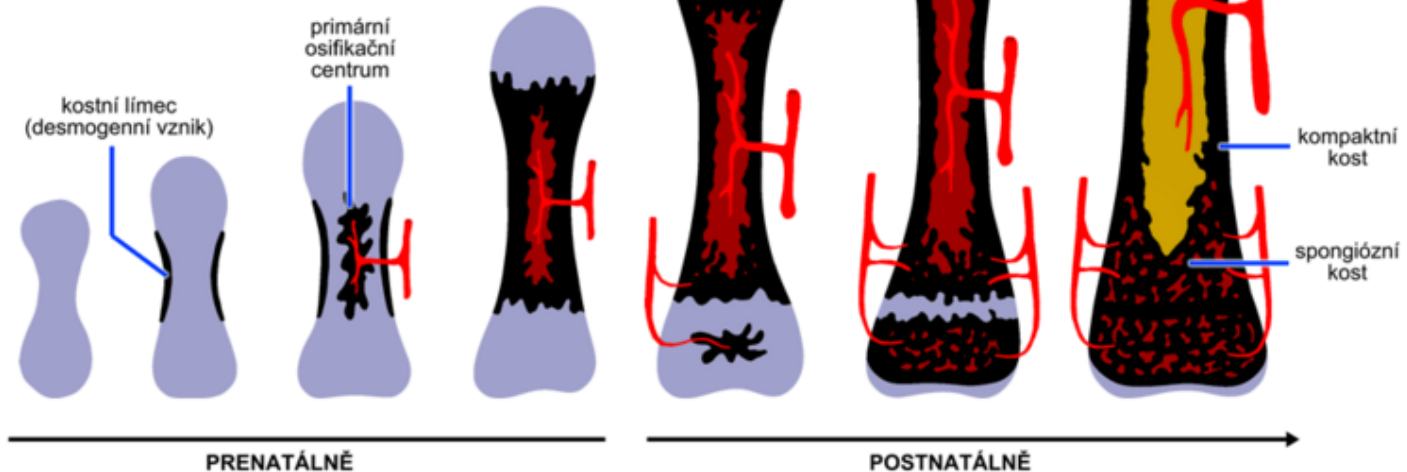
- Většina plochých kostí
- na podkladě vazivové tkáně
- Čelní a temenní kosti, část týlních a spánkových kostí, horní a dolní čelist
- Primární osifikační centrum- v mesenchymu, buňky se diferencují v osteoblasty; tvoří se osteoid a dochází ke kalcifikaci, některé buňky se tak mění v osteocyty
- Vznikají ostrůvky kostní tkáně- tzv. spikula
- Ostrůvky splývají a vzniká houbovitá struktura kosti
- Mezi trámci kostní tkáně je vazivo, do toho prorůstají cévy a zbytek mesenchymu, ze kterého pak vzniká kostní dřev
- Jednotlivá osifikační centra splývají
- Vazivo je nahrazeno kostní tkání

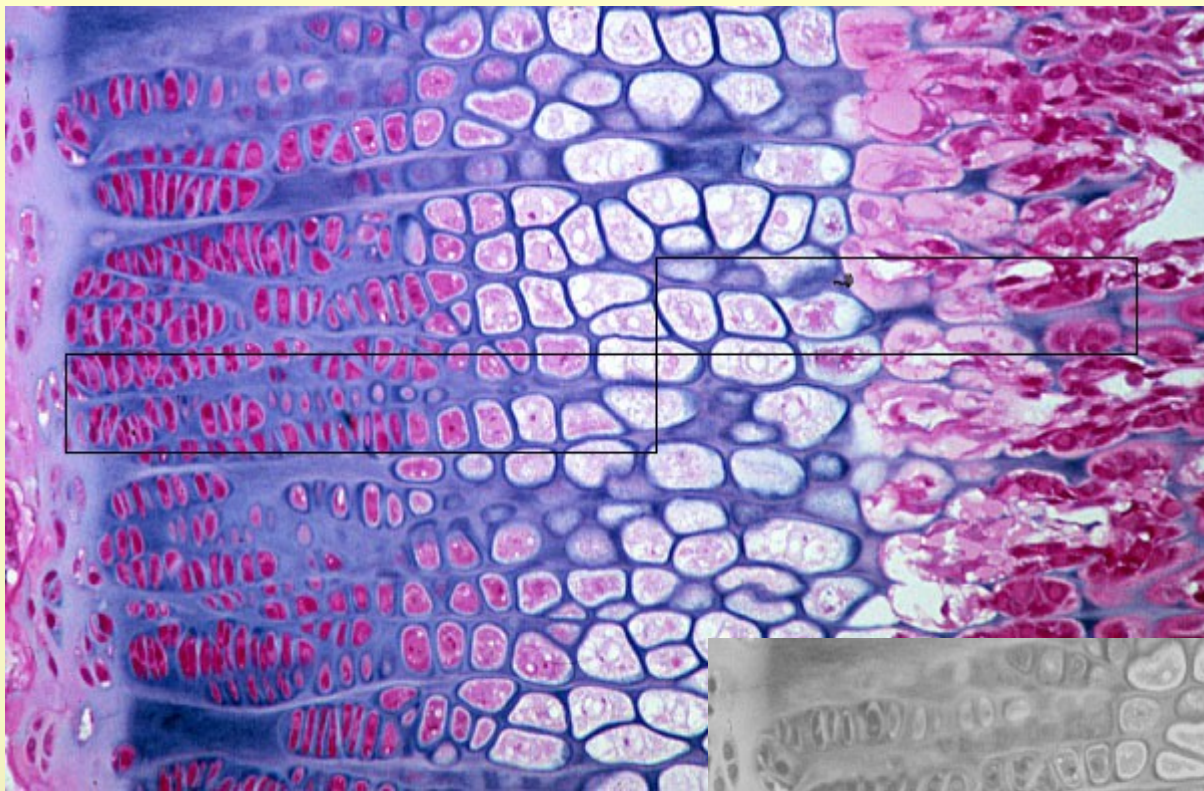
# chondrogenní osifikace

- Uvnitř hyalinní chrupavky
- U krátkých a dlouhých kostí
- Hypertrofie a destrukce chondrocytů chrupavčitého modelu
- Zůstanou po nich lakuny oddělené septy zvápenatělé chrupavkové matrix
- Do těchto lakun pronikají osteogenní pupeny- osteoprogenitorové buňky + krevní kapiláry
- Z osteoprogenitorových buněk vznikají osteoblasty, ty tvoří kostní matrix na původní základní hmotě
- U dlouhých kostí- první osifikuje periost diafýzy, vzniká dutý kostní válec- tzv. **kostní límec**, z perichondria tak vzniká periost
- Chondrocyty degenerují a dochází ke kalcifikaci chrupavky

- Krevní cévy osteogenního pupenu pronikají zvápenatělou chrupavkou, s nimi zde pronikají o osteoprogenitorové buňky
- Z těch pak osteoblasty, ty syntetizují základní hmotu kosti
- Tak vzniká **primární osifikační centrum**- v diafýze
- Aktivují se i osteoklasty, vzniká tak dřevná dutina
- Ve středu epifýz- **sekundární osifikační centra**
- Chrupavka je opět nahrazena kostní tkání, zachována je pouze na kloubních chrupavkách a jako růstová ploténka

## OSIFIKACE DLOUHÉ KOSTI





- **Růstová chrupavka má 5 zón:**

- Zóna klidu – hyalinní chrupavka
- Proliferační zóna – sloupce dělicích se chondrocytů
- Zóna hypertrofické chrupavky – velké chondrocyty
- Zóna kalcifikované chrupavky
- Zóna osifikace

