

# Pojivové tkáně – chrupavka a kost

Chrupavka - rozdělení, stavba, výskyt a funkce.

Kostní tkáň - rozdělení, stavba, výskyt a funkce.

# Zkouškové otázky

Chrupavka: stavba a funkce chrupavkové tkáně. Typy a výskyt chrupavky.

Kostní tkáň: stavba a funkce. Klasifikace a výskyt kostní tkáně.

# Chrupavka

Funkce - výhradně **mechanická/podpůrná**

Vznik z mezenchymu

**Avaskulární**, bez nervů

Omezená schopnost reparace, **regenerace vychází z perichondria**

Perichondrium - husté neuspořádané kolagenní vazivo pevně připojené k povrchu chrupavky

# Chrupavka

složení:

buňky (chondrocyty)

mezibuněčná hmota

- základní amorfní hmota

- vláknitá složka (kolagenní, elastická vlákna)

buňky jsou přizpůsobeny existenci nízkého tlaku  $O_2$

převládá amorfní hmota, která maskuje vláknitou složku

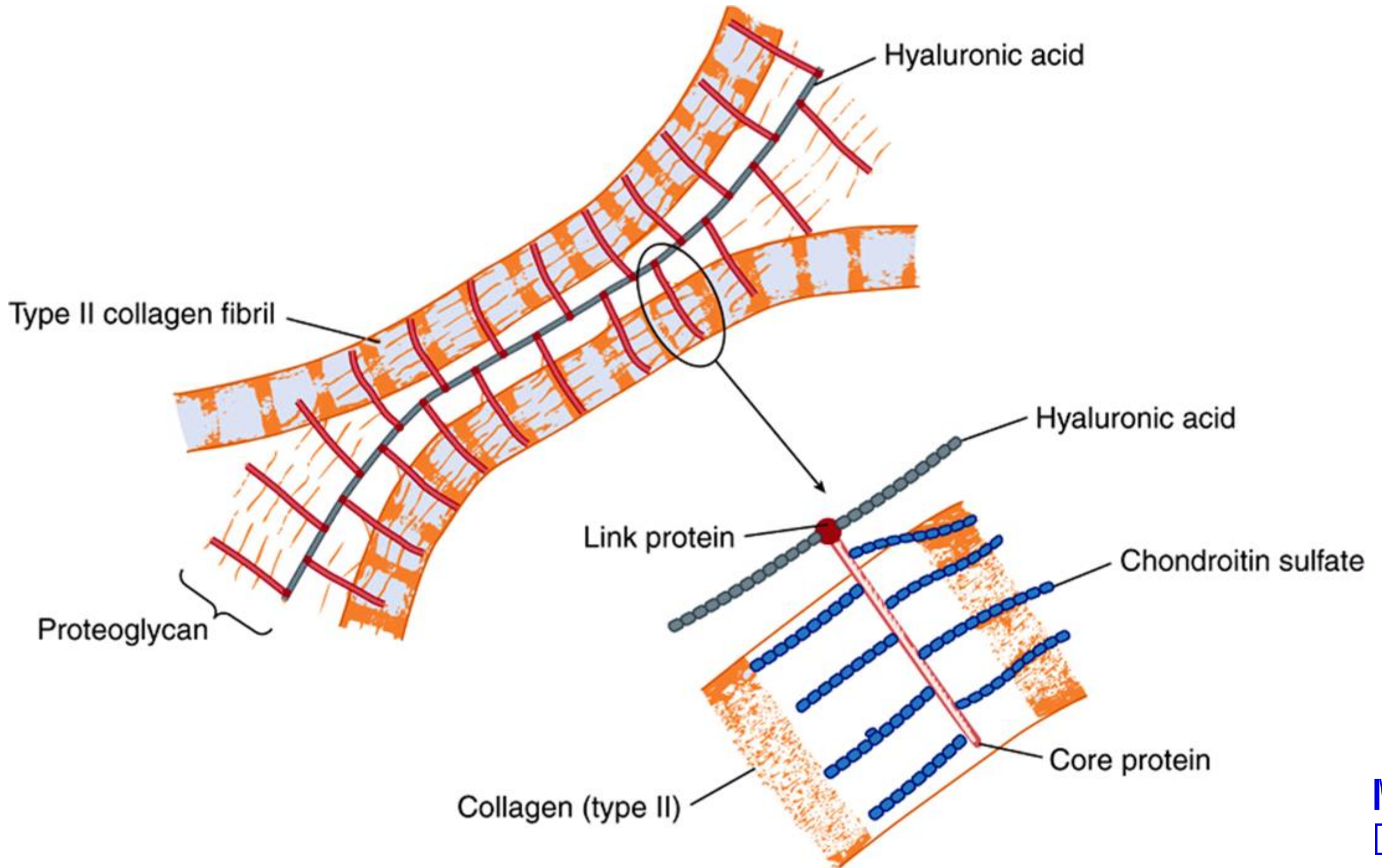
# Mezibuněčná hmota

## Vláknitá složka

- kolagen typu II  
(vazivová chrupavka – typ I)
- elastická vlákna – hustá síť  
větvených vláken

## Amorfní hmota

- Glykosaminoglykany – kyselina  
hyaluronová, chondroitin-sulfát  
(basofilie → modrofialová v HE)
- Proteoglykany – agrekan (obsahuje  
chondroitin-sulfát a keratan-sulfát) –  
vážou se na HA a celé na kolagen II
- Glykoproteiny - chondronektin
- 60-80% vody vázané na GAG



# Buňky chrupavky

## – chondrocyty

proteosynéza (GER, Golgiho aparát) →

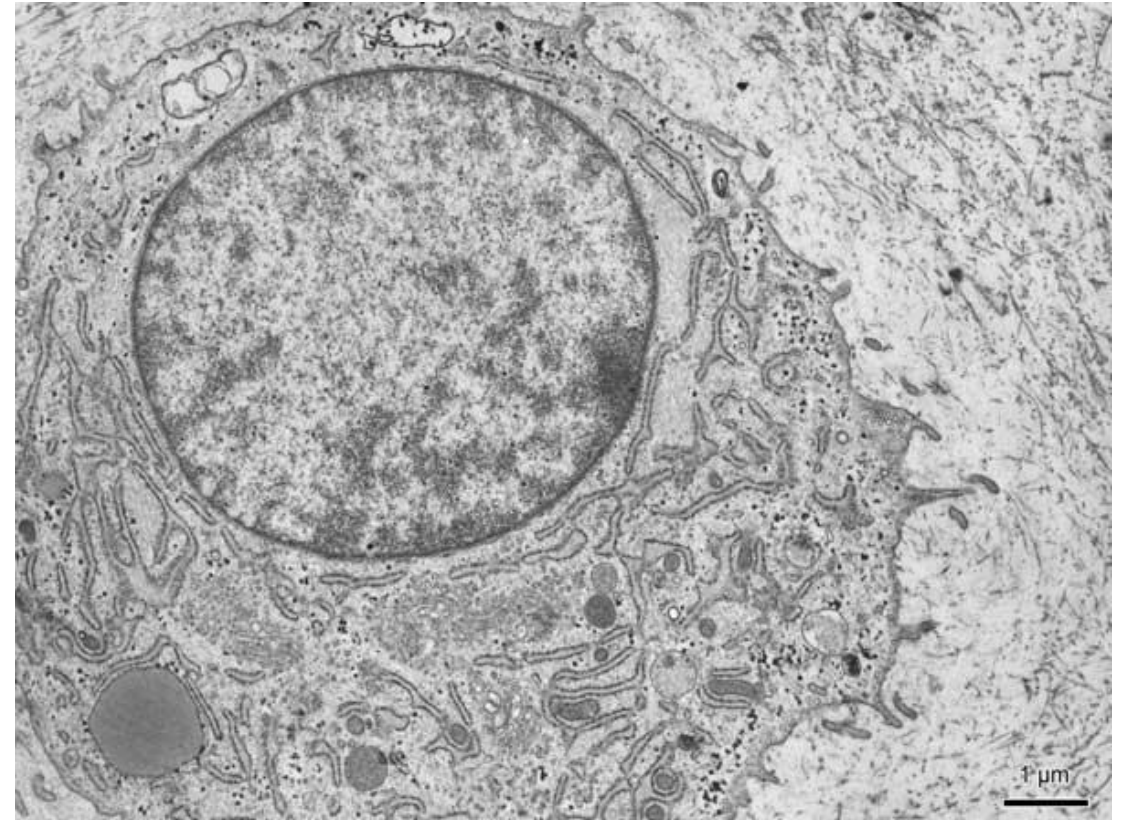
bazofilní cytoplazma

produkují amorfní hmotu a vlákna

## – tvar kulovitý

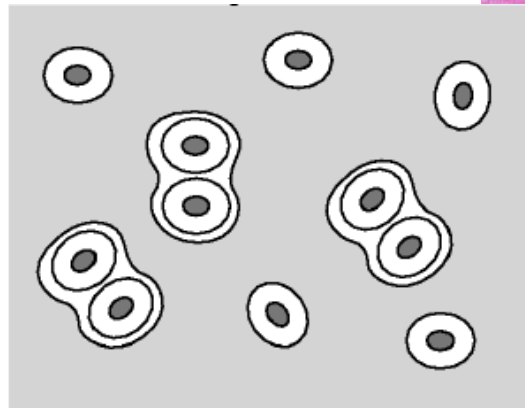
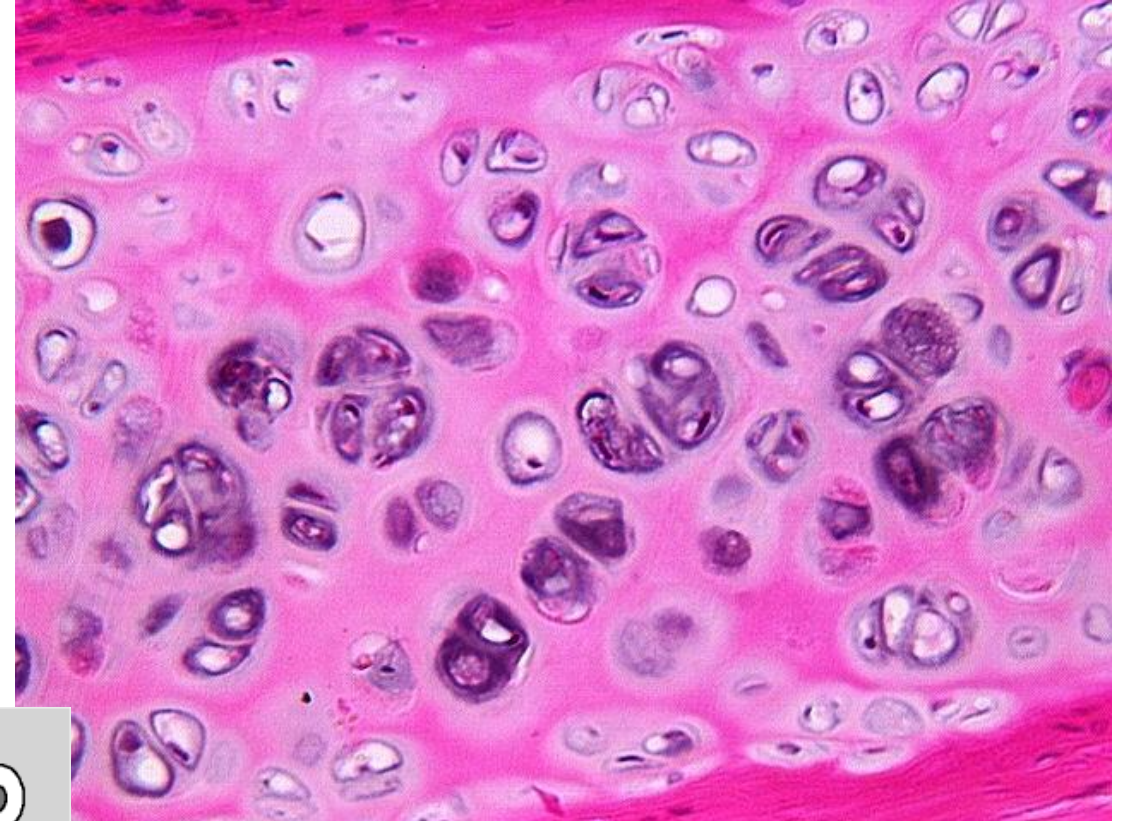
(směrem k perichondriu tvar polokulovitý,

až pod perichondriem vřetenovitý)



# Chondrocyty

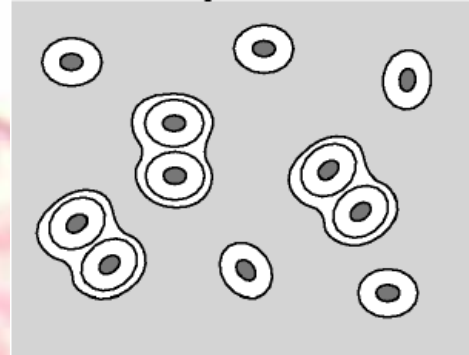
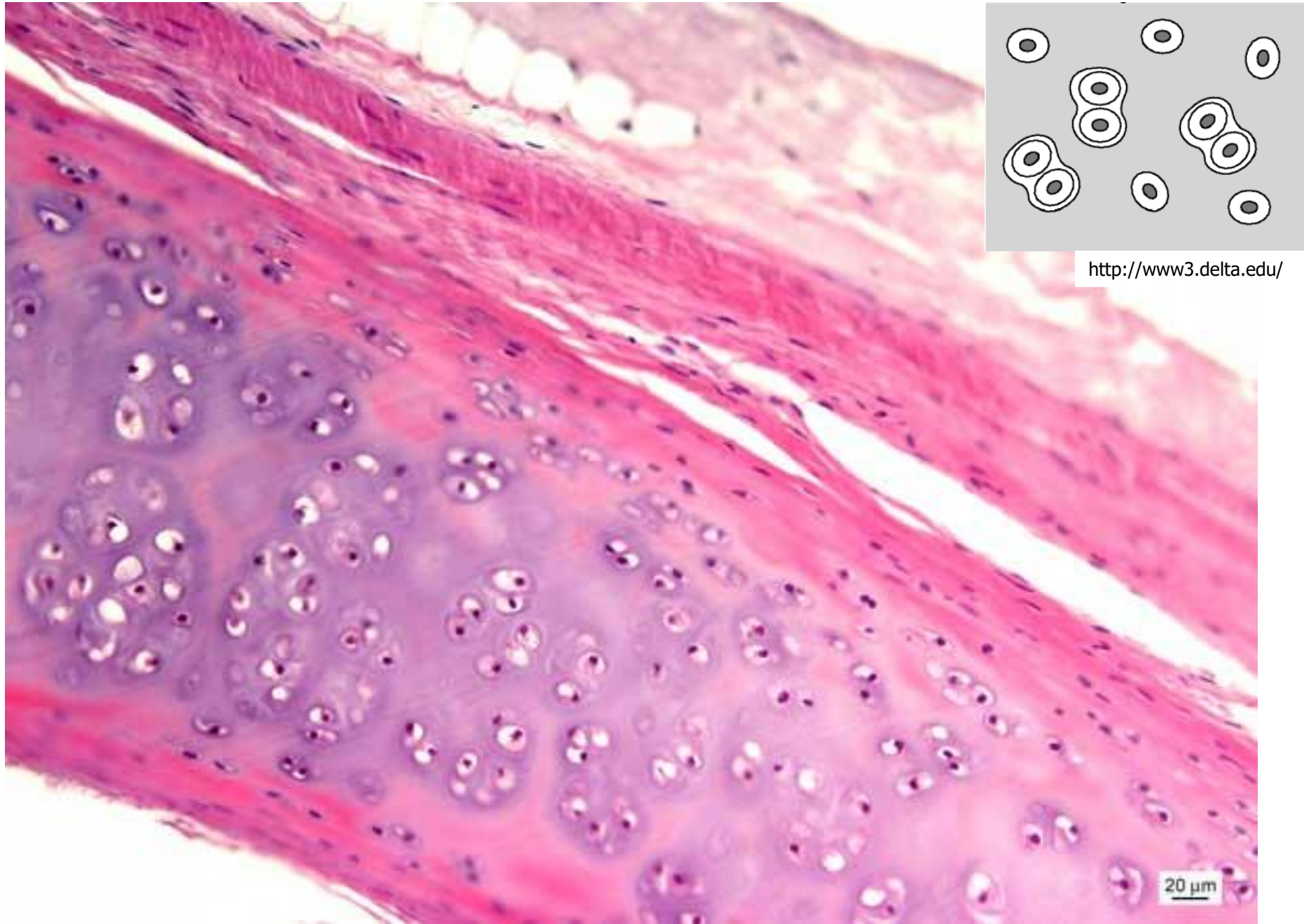
- izogenetické skupiny
- lakuny
- bazofilní pouzdro
- teritoria (chondrony) -  
izogenetické skupiny +  
teritoriální matrix (ECM v okolí)  
- bazofilní



<http://www3.delta.edu/>



# Hyalinní chrupavka - trachea (HE)



<http://www3.delta.edu/>

# Perichondrium

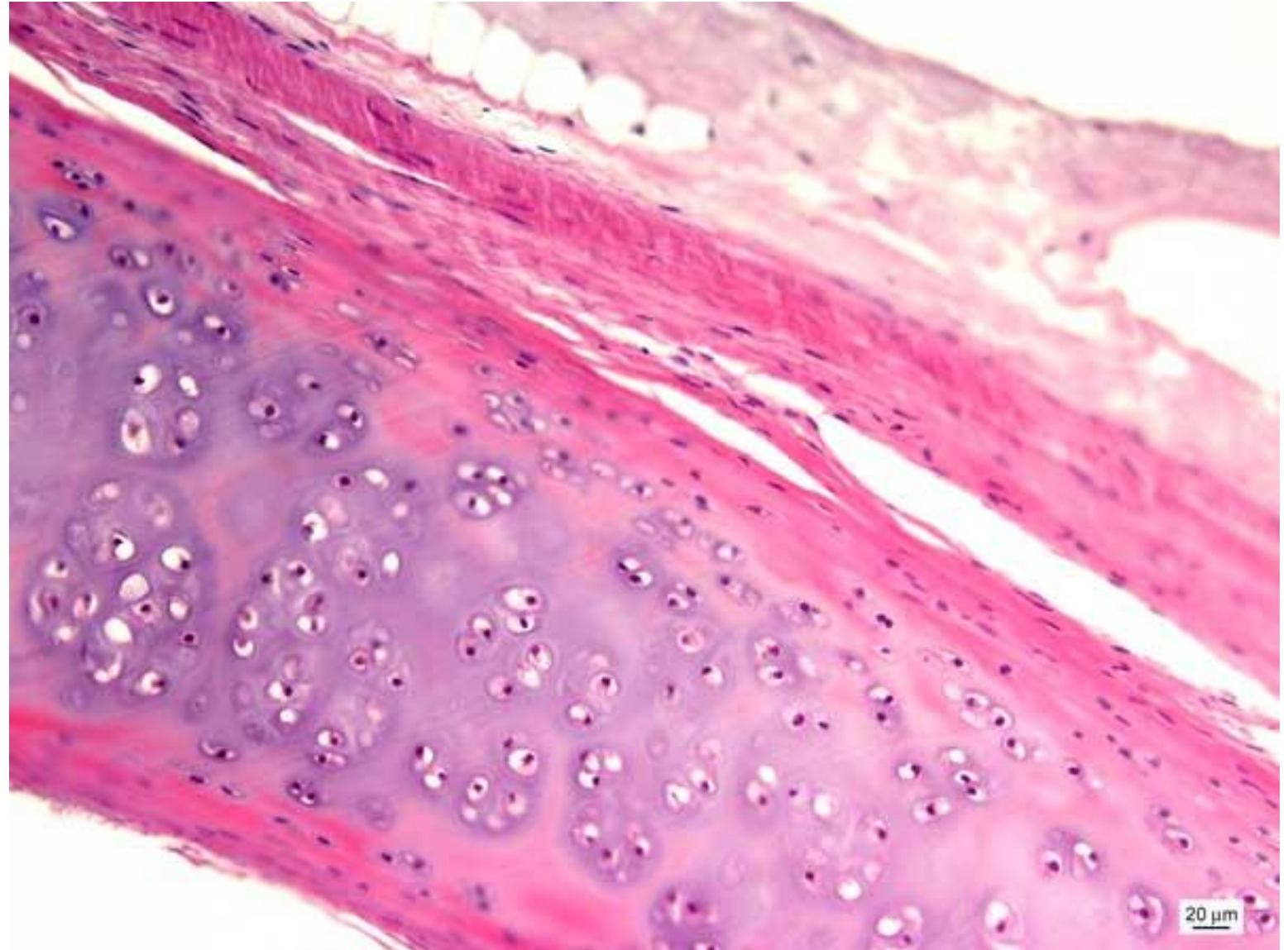
- husté neuspořádané kolagenní vazivo s příměsí elastických vláken pevně připojené k povrchu chrupavky
- četné **krevní a lymfatické cévy** (výživa chrupavky) a **nervy**
- plynulý přechod fibroblasty → chondrocyty
  - vnější vazivová vrstva
  - vnitřní chondrogenní vrstva
- **chybí u kloubních chrupavek!!**

# Typy chrupavky a výskyt

- podle morfologie, vláken a vztahu vláken a amorfní hmoty
- **hyalinní** (*hyalos* = sklo) - nejčastější typ, prekursor kosti ve většině embryonálního skeletu, kryje kloubní plochy, žeberní chrupavky, chrup.části nosu, trachea, některé chrupavky laryngu
- **elastická** - auricula, tuba auditiva, některé chrupavky laryngu, epiglottis
- **vazivová** - intervertebrální disky, symphysis pubis, kloubní plochy (čelistní, akromioklavikulární, sternoklavikulární kloub), menisky

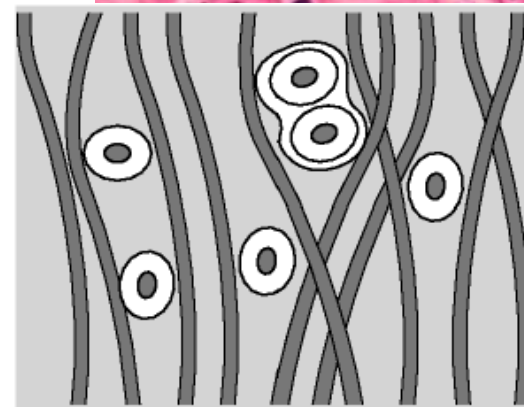
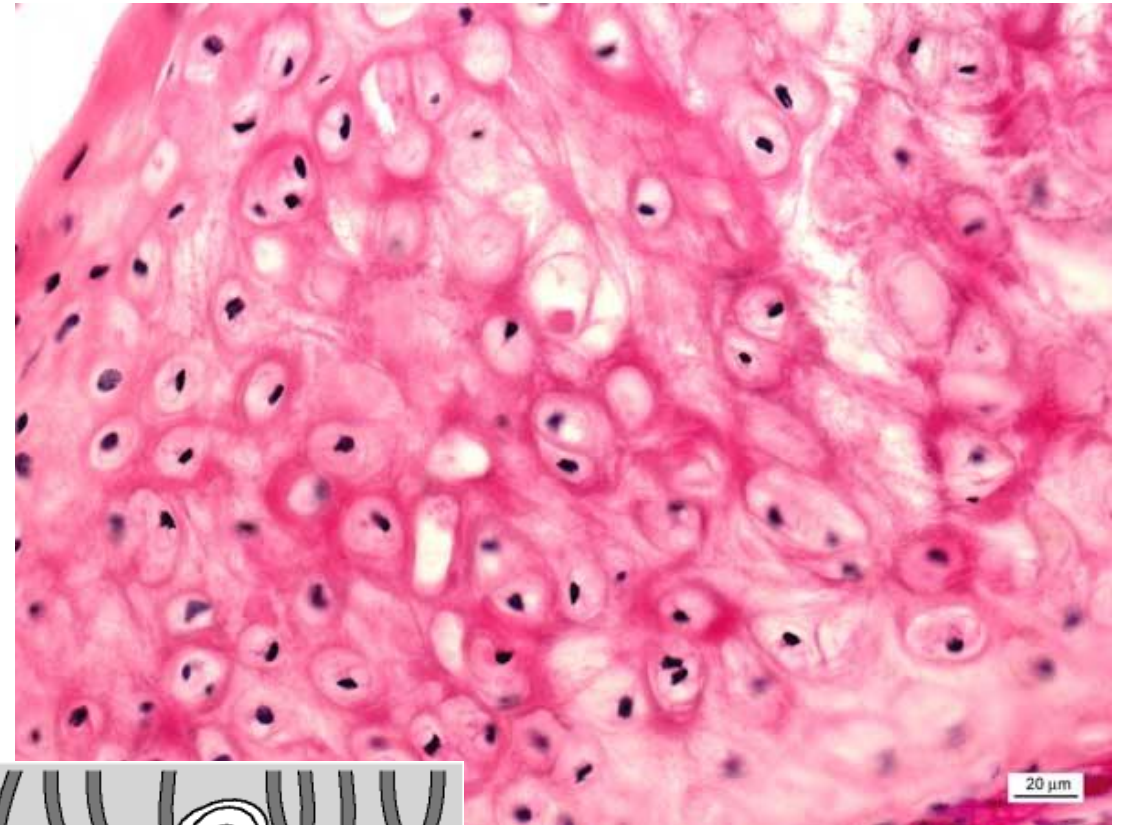
# Hyalinní chrupavka

- mléčný vzhled
- izogenetické skupiny  
(pod perichondriem  
izogenetické řady)
- teritoria (chondrony)

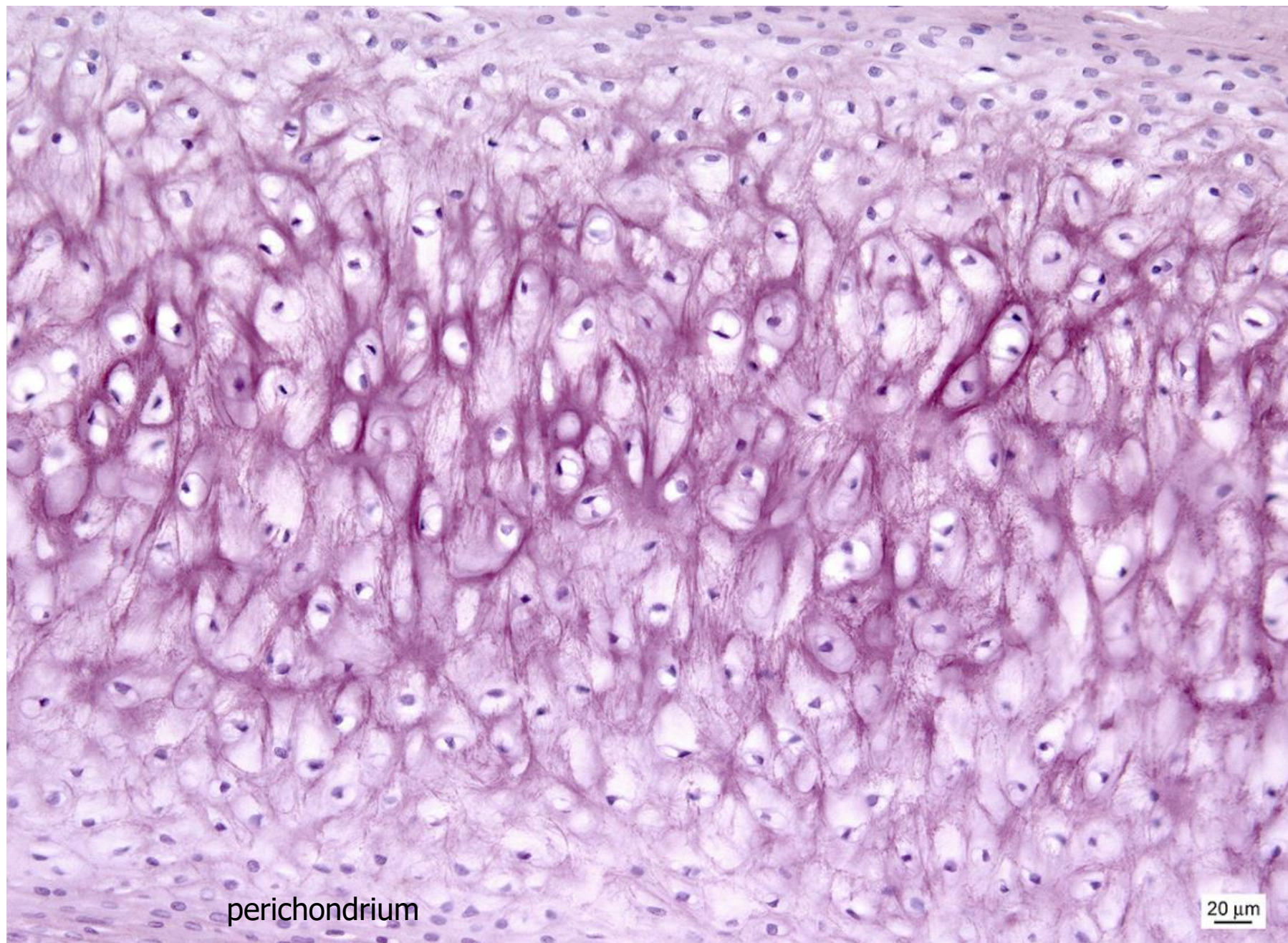


# Elastická chrupavka

- žlutavé zbarvení
- chondrocyty **netvoří izogenetické skupiny**
- kolagen a četný **elastin**  
→ hustá síť, zakrývá amorfni hmotu
- *speciální barvení na elastická vlákna*: resorcin, fuchsin a orcein

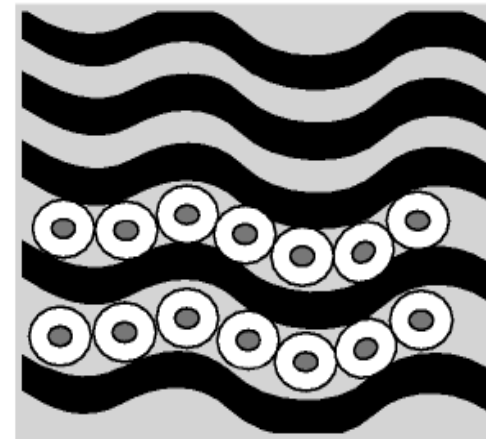


# Elastická chrupavka – průkaz elastických vláken (aldehydový fuchsin)

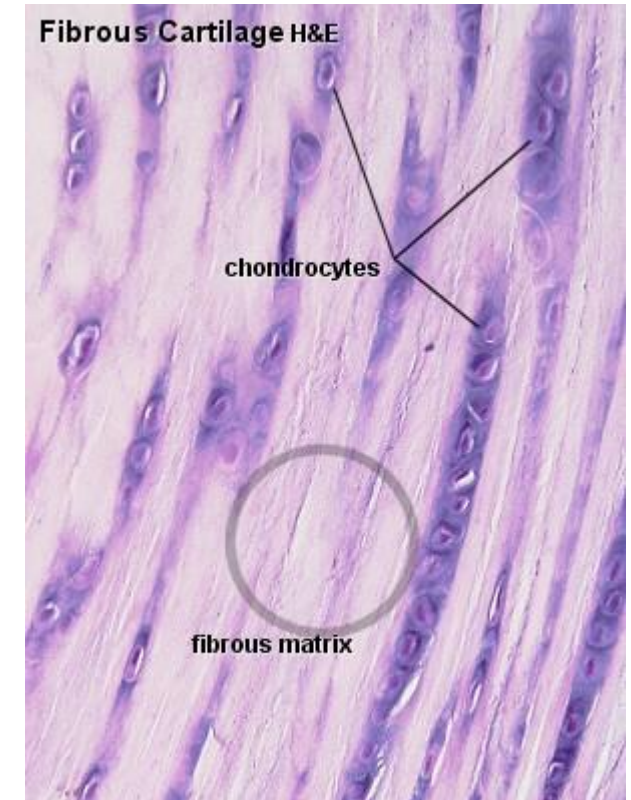


# Vazivová chrupavka

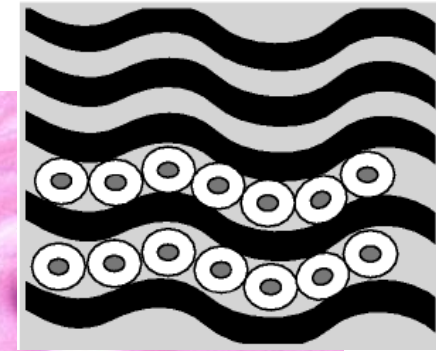
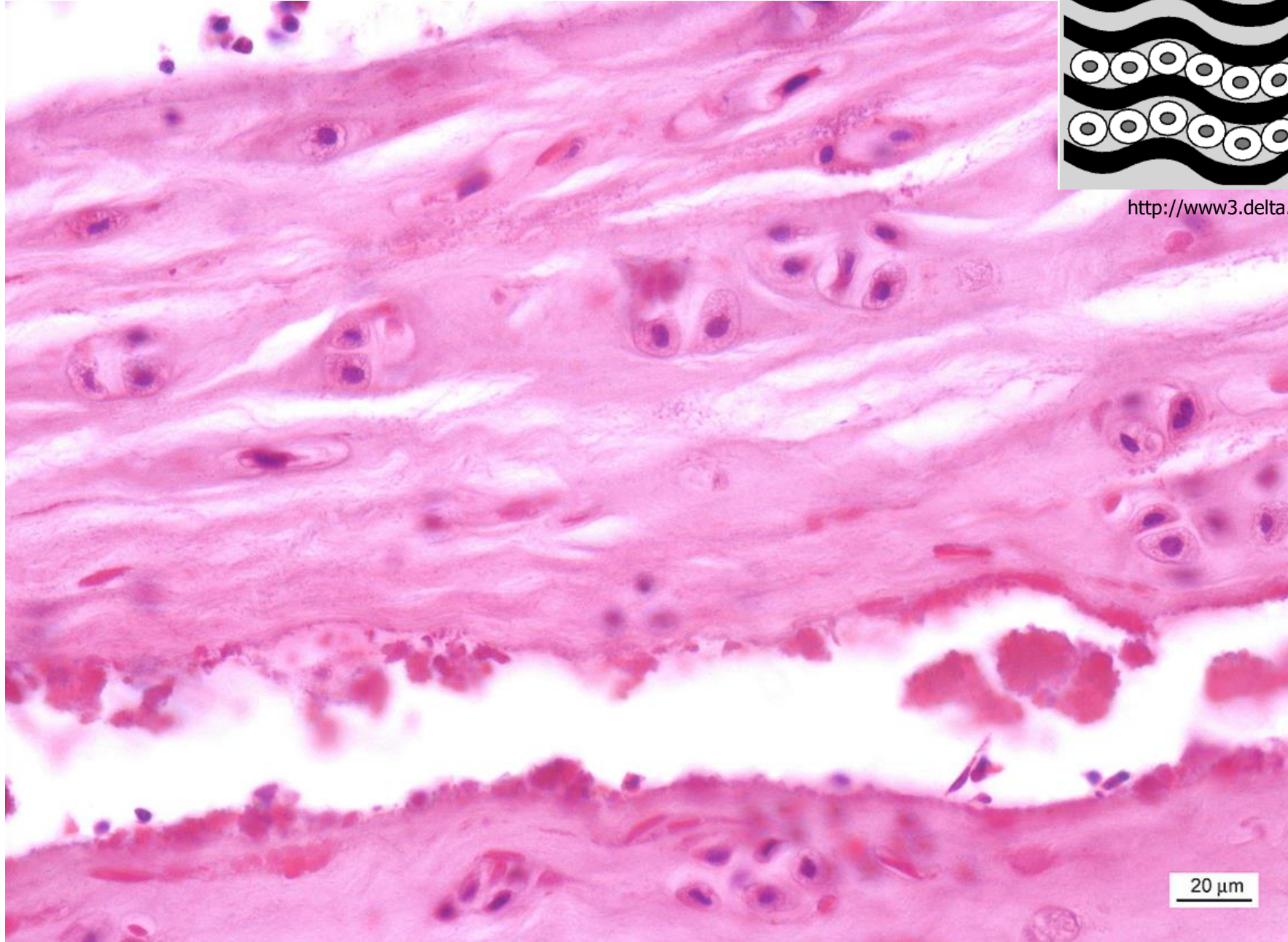
- chondrocyty méně četné
- v matrix převažují **silná kolagenní vlákna** - **pevnost** (převažuje **kolagen typ I**, dále kolagen II)
- amorfní hmoty je málo, nestačí zamaskovat vlákna
- **nemá perichondrium**



<http://www3.delta.edu/>



# Vazivová chrupavka – meziobratlová ploténka (HE)



<http://www3.delta.edu/>



# Regenerace chrupavky

- Chrupavka není sama o sobě schopna regenerace!!
- k náhradě dochází od perichondria
- nejprve vznikne vazivová chrupavka, která je pak přestavěna na definitivní typ chrupavky

# Růst chrupavky

- **Apoziční** – diferenciace chondroblastů a chondrocytů z progenitorů v perichondriu - pomalá (postnatálně převažuje)
- **Intersticiální** – mitotické dělení již existujících chondrocytů (růstové ploténky, klouby) - ovlivněn růstovými faktory a hormony (STH)

+ produkce ECM

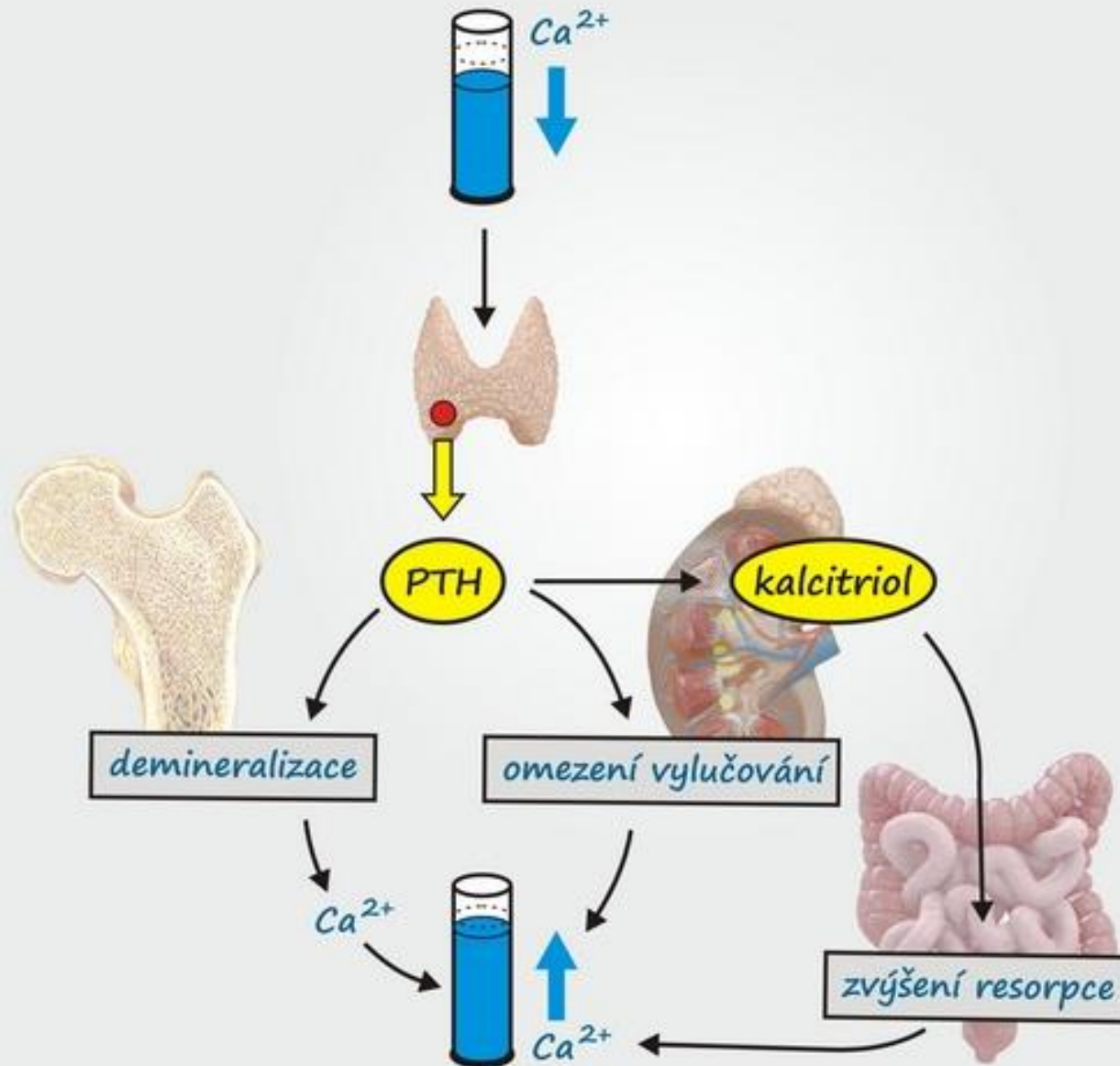
# Kost

- mechanická/podpůrná funkce - tvrdost a pevnost
- role v metabolismu vápníku a fosforu (rezervoár)
- vznik z mezenchymu
- složení:
  - buňky (osteoprogenitorní b., osteoblasty, osteocyty, osteoklasty)
  - mezibuněčná hmota
    - základní amorfní hmota
    - vláknitá složka (kolagenní vlákna typ I)
- Periost / Endost – vrstva vaziva

# Kostní matrix

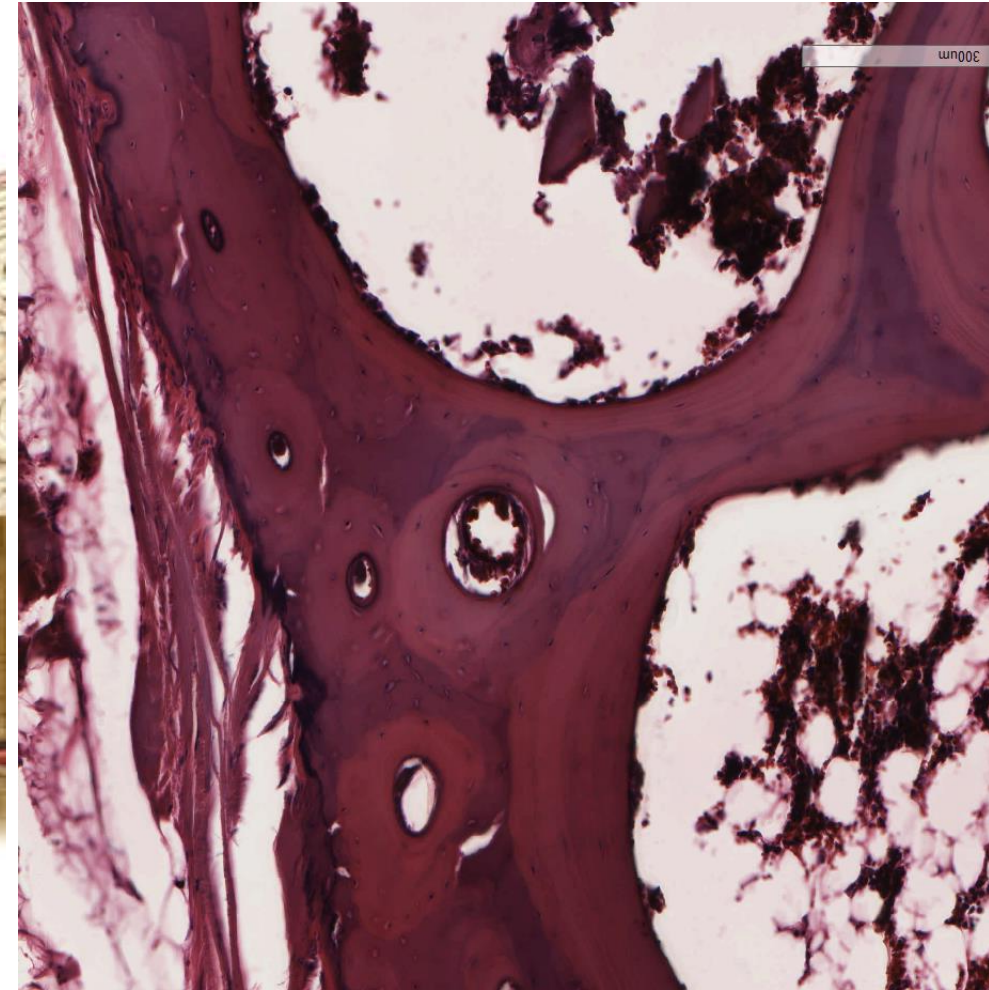
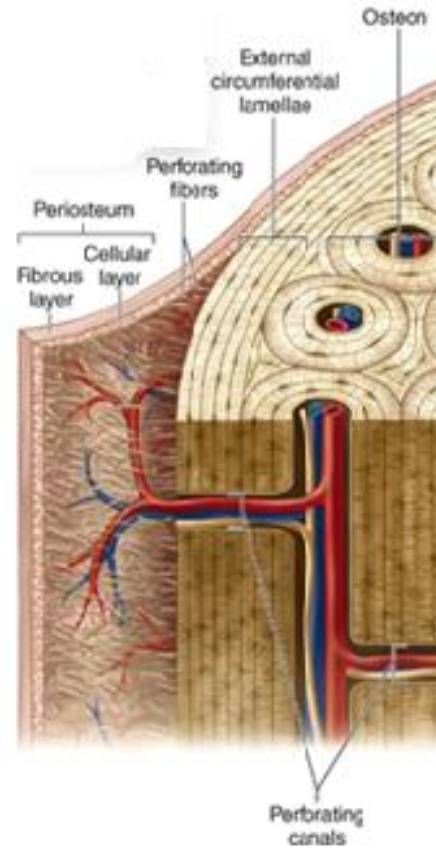
- **Organická složka** (osteoid) → *pružnost*
  - kolagen typu I (asi 90% organické substance) ~ vláknitá složka
  - základní amorfní hmota – adhezivní **glykoproteiny** (osteonektin), proteiny (osteokalcin, osteopontin)
  
- **Anorganická složka** (50 %) → *tvrdost a pevnost*
  - **vápník a fosfor** → **hydroxyapatitové krystaly**
  - krystaly jsou deponovány podél kolagenních vláken do základní hmoty

## Působení PTH při poklesu koncentrace vápníku v krvi

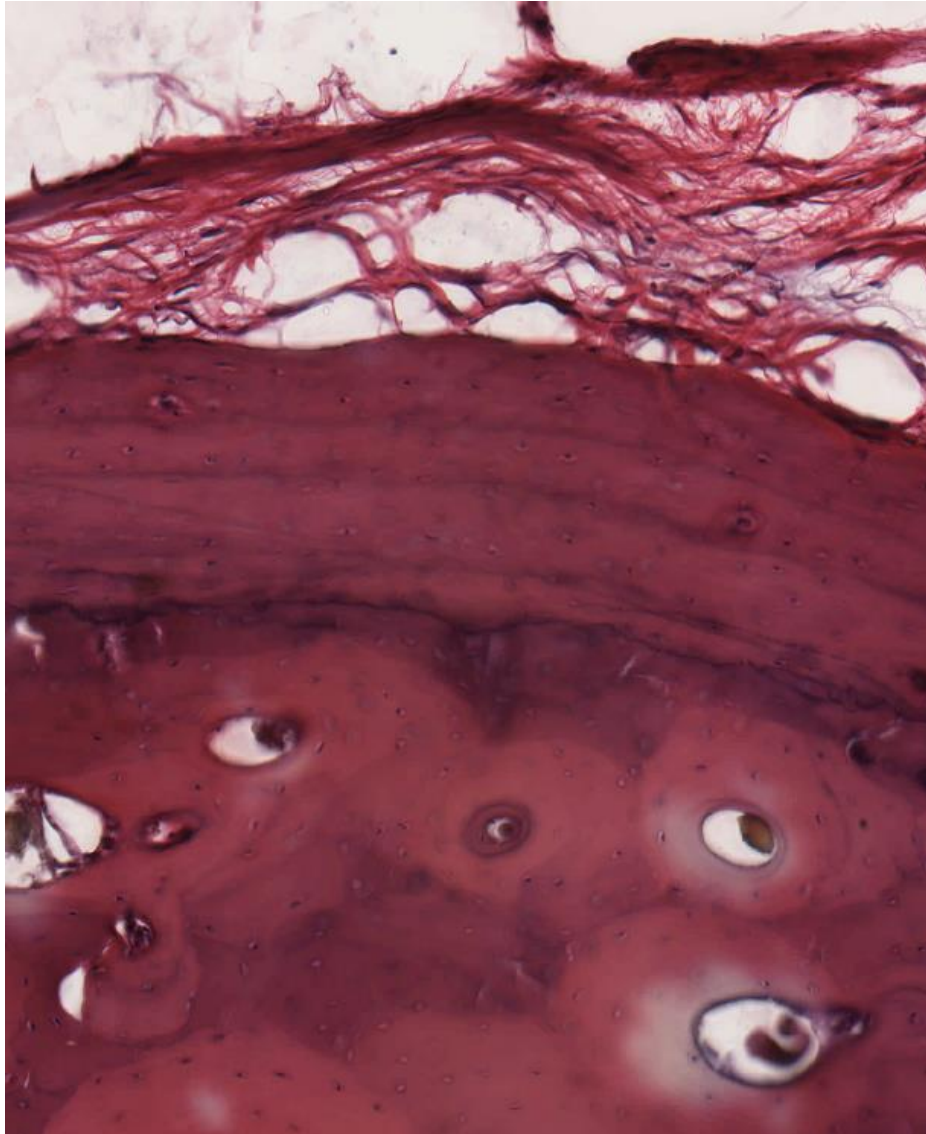


# Periost, endost

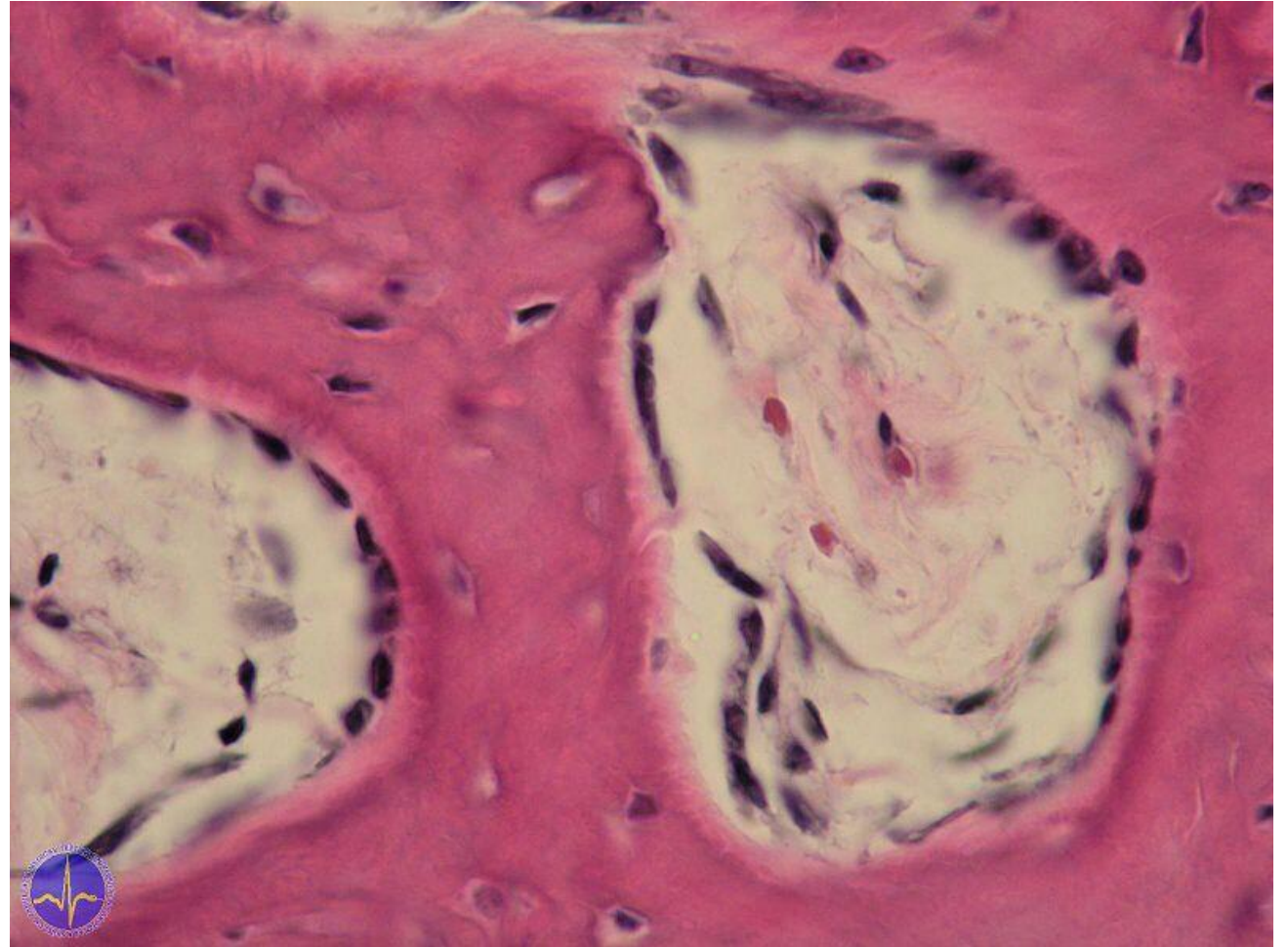
- **Periost** – husté kolagenní vazivo, kryje **zevní povrch** - pevně připojen ke kosti pomocí **Sharpeyových vláken**
  - Zevní fibrózní vrstva (fibroblasty)
  - Vnitřní vrstva (osteoprogenitory, osteoblasty, fibroblasty)
- **Endost** – kryje **vnitřní povrch**
- Tenká vazivová membrána - obsahuje osteoprogenitory a osteoblasty



# Periost

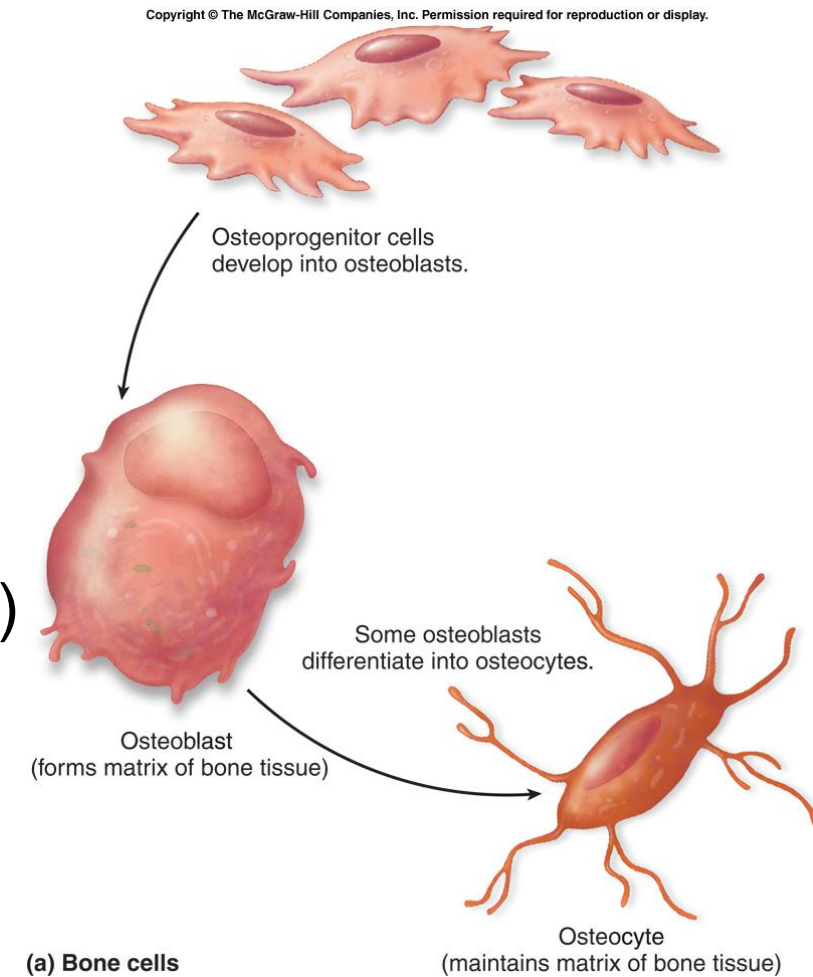


# Endost



# Kostní buňky

- **Osteoprogenitorní buňky**
- kmenové buňky, umístěné v periostu a endostu, v kanálcích kompaktní kosti podél cév
- **Osteoblasty**
- produkují kostní matrix → **osteoid** (nemineralizovaná)
- podílí se na mineralizaci
- bohaté na GER, GA → basofilní cytoplazma
- v jedné vrstvě na povrchu kosti pod periostem
- stávají se z nich **osteocyty**

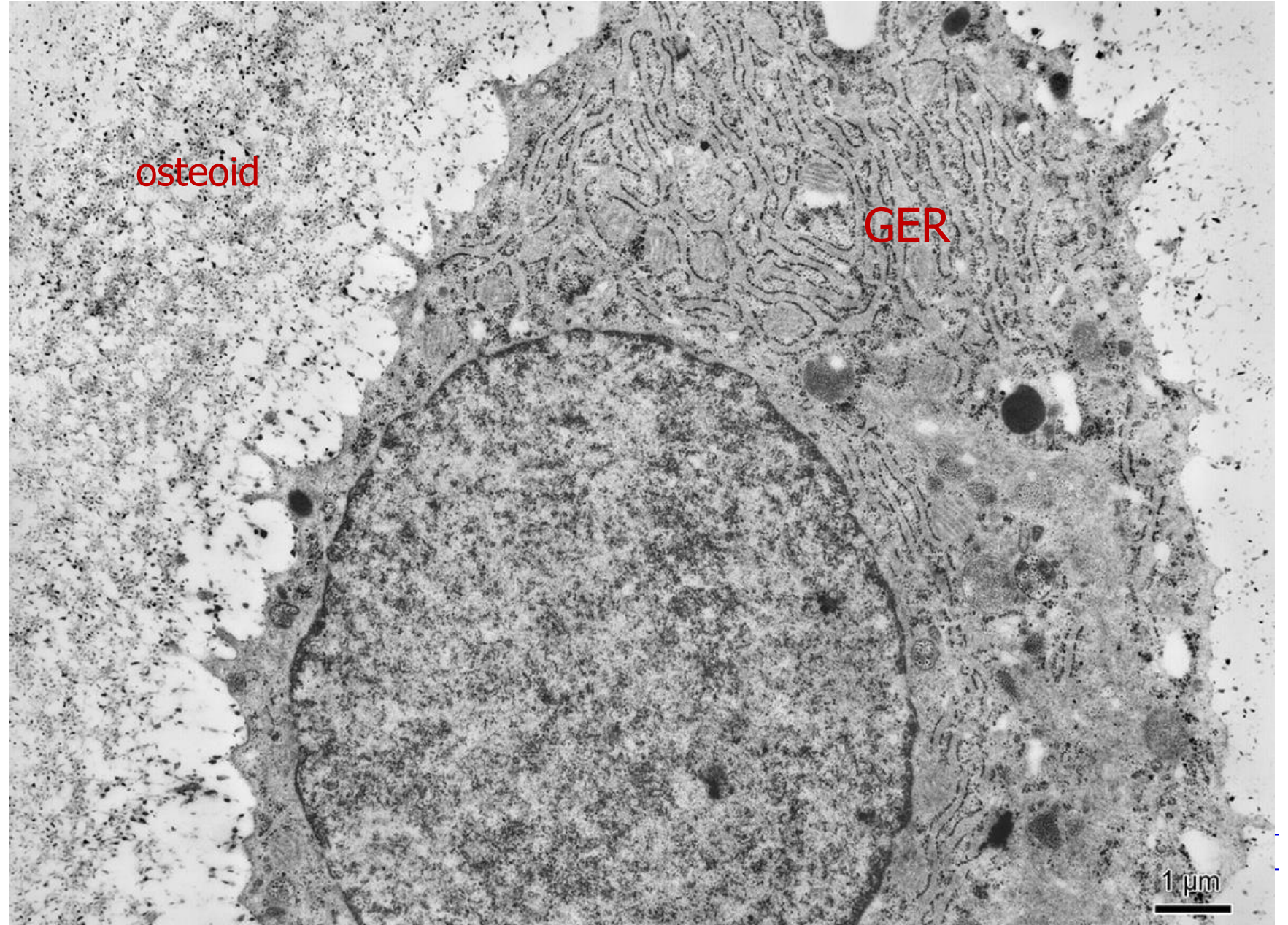




# Osteoblast

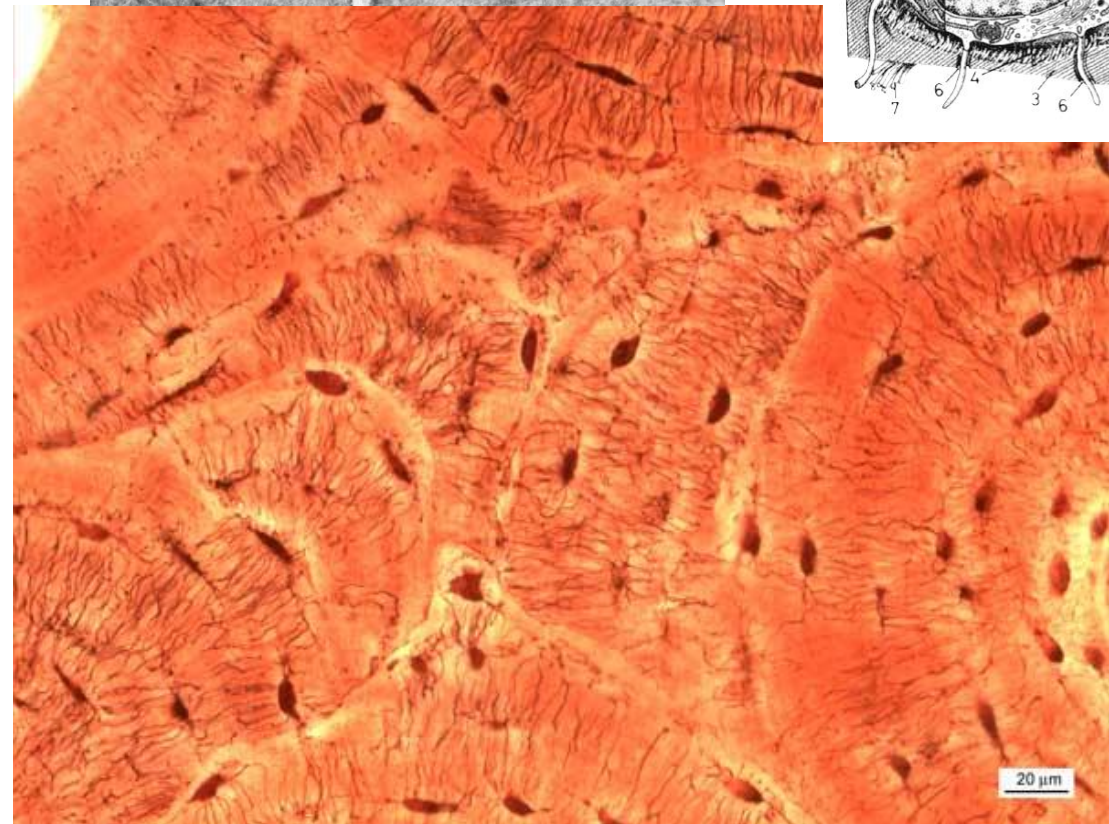
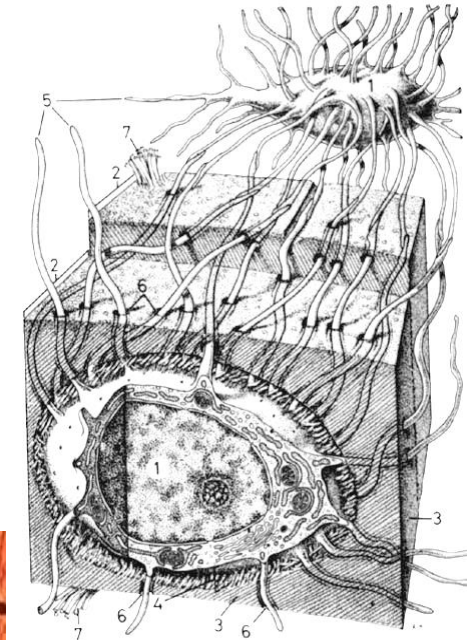
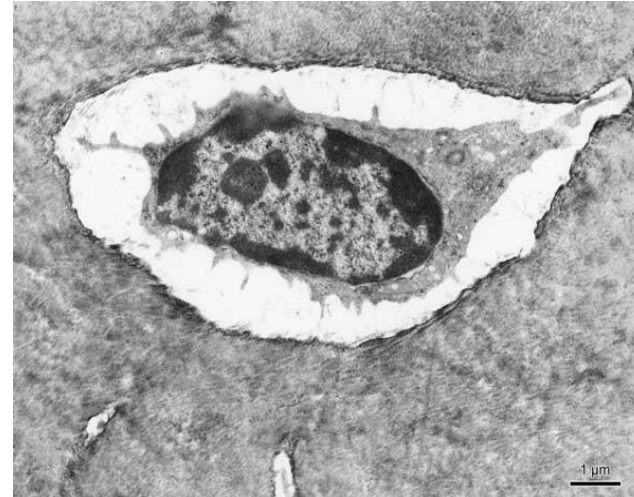
## Osteoid

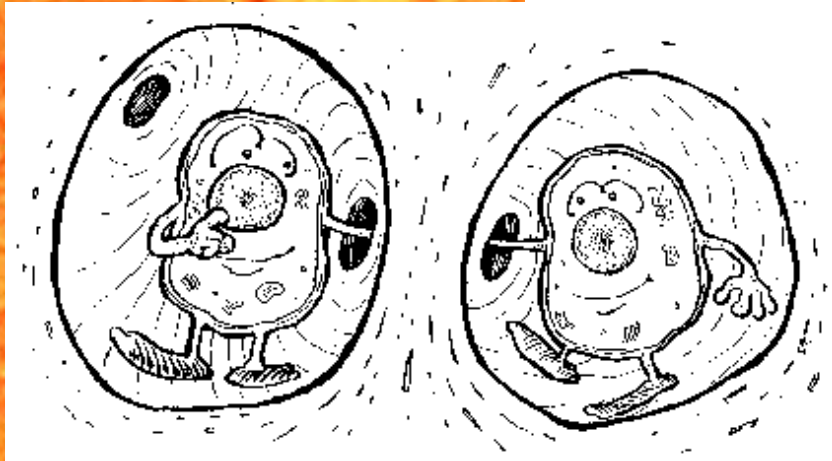
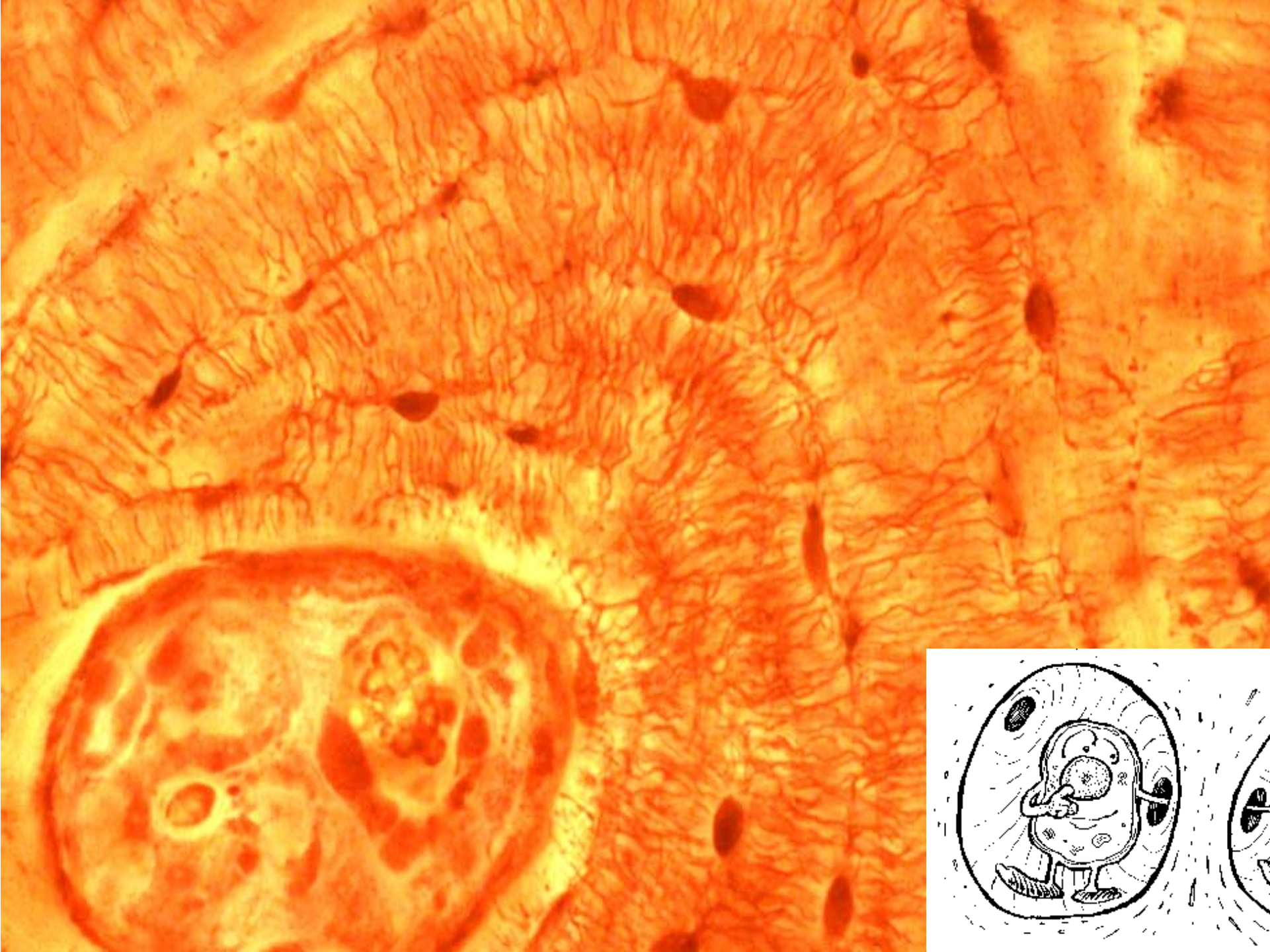
= nově nasyntetizovaná  
a ještě nemineralizovaná  
mezibuněčná hmota



# Kostní buňky

- **osteocyty**
- zralé, klidové formy
- udržování a kontinuální obměna základní amorfní hmoty
- umístěné v **lakunách**
- s dalšími osteocyty komunikují svými výběžky v **canaliculi ossium**

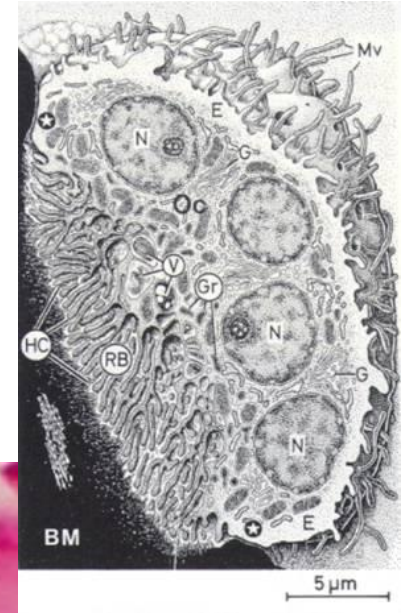




# Kostní buňky

- **osteoklasty**
- velké (~ 100 μm), **mnohojaderné** buňky, vznikají fúzí monocytů (monocyto-makrofágový systém)
- enzymy uvolněné z lyzozomů degradují kolagenní vlákna
- Protony snižují pH – rozpouštění hydroxyapatitu
- resorpce mezibuněčné hmoty
  
- výsledek jejich aktivity - resorpční

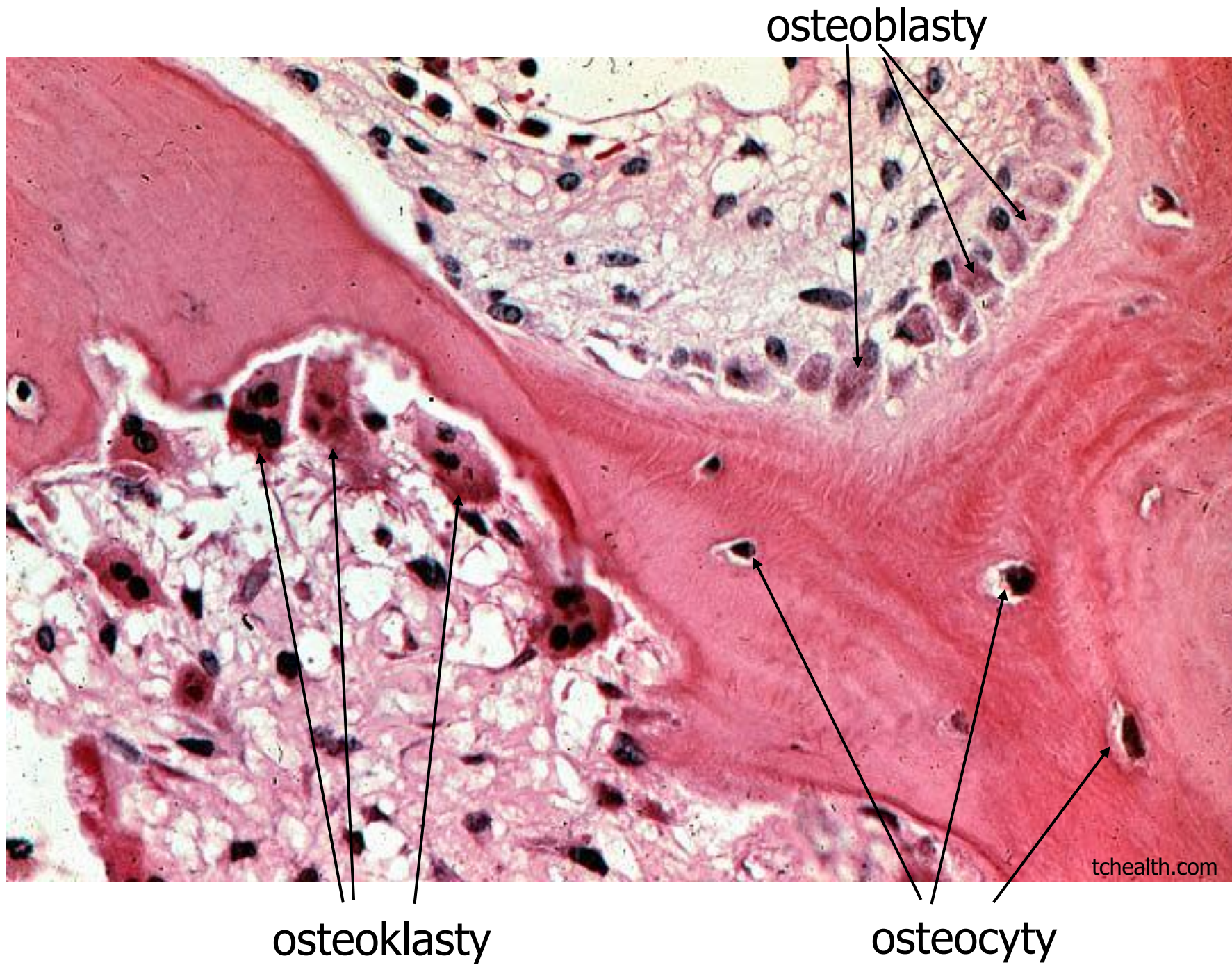
**Howshipova lakuna**



www.studyblue.com



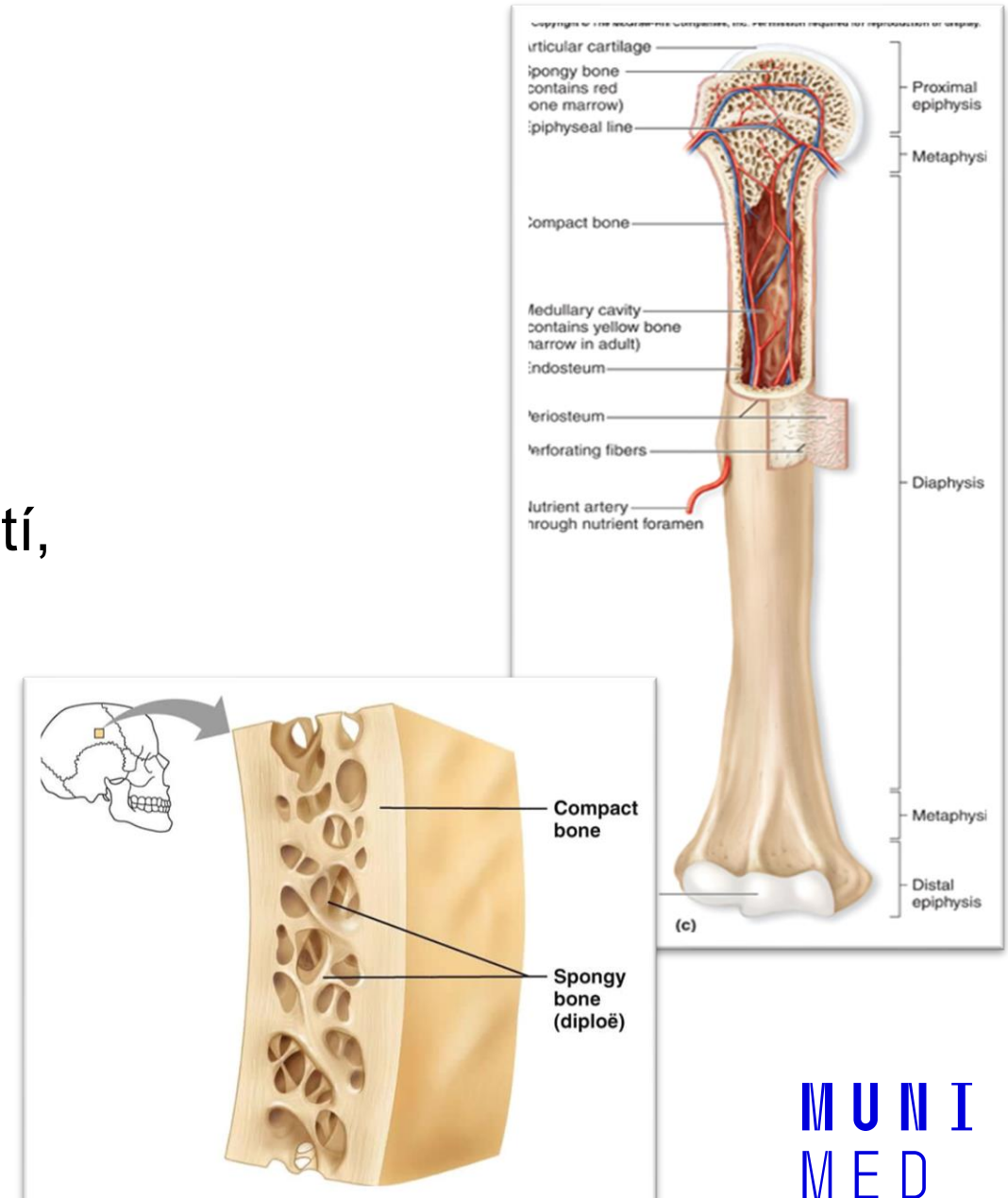
www.histology.leeds.ac.uk



# Klasifikace kostní tkáně

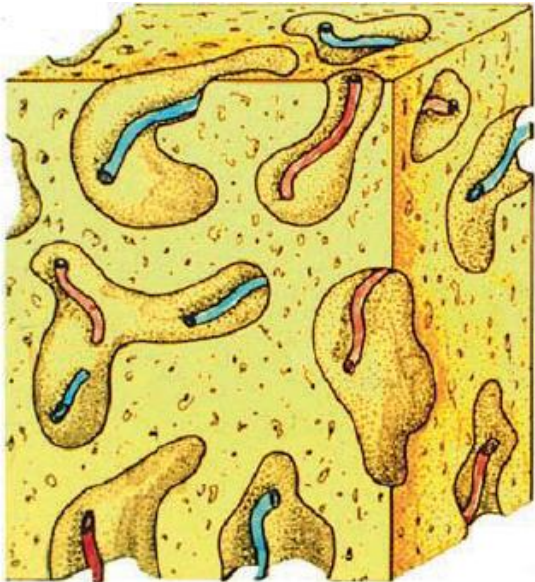
podle uspořádání kolagenních vláken:

- **Fibrilární (vláknitá) kost** - primární kost
- **Lamelózní kost** - sekundární kost
  - **Kompaktní** – povrch diafýzy dlouhých kostí, povrch epifýzy dlouhých kostí, povrch (kompakta) plochých kostí
  - **Spongiózní** (trabekulární) - uvnitř epifýzy dlouhých kostí, uvnitř plochých kostí (spongióza = diploe)



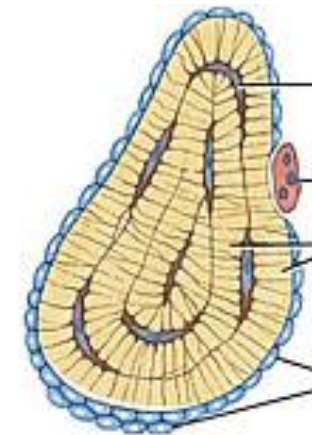
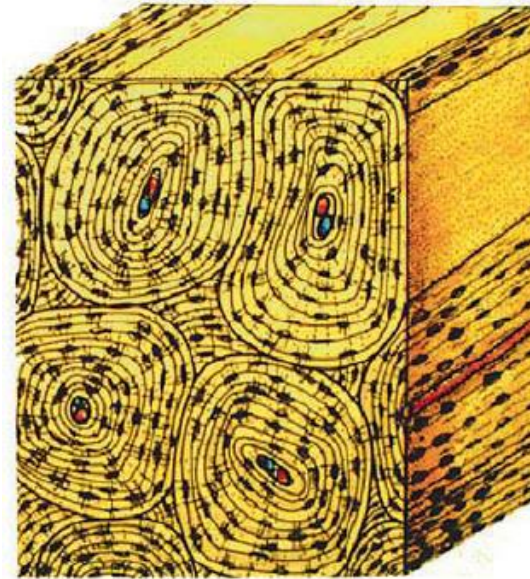
# Vláknitá kost

- kolagenní vlákna plst'ovitě propletená (neuspořádaná)
- kostní drsnatiny, zubní cement

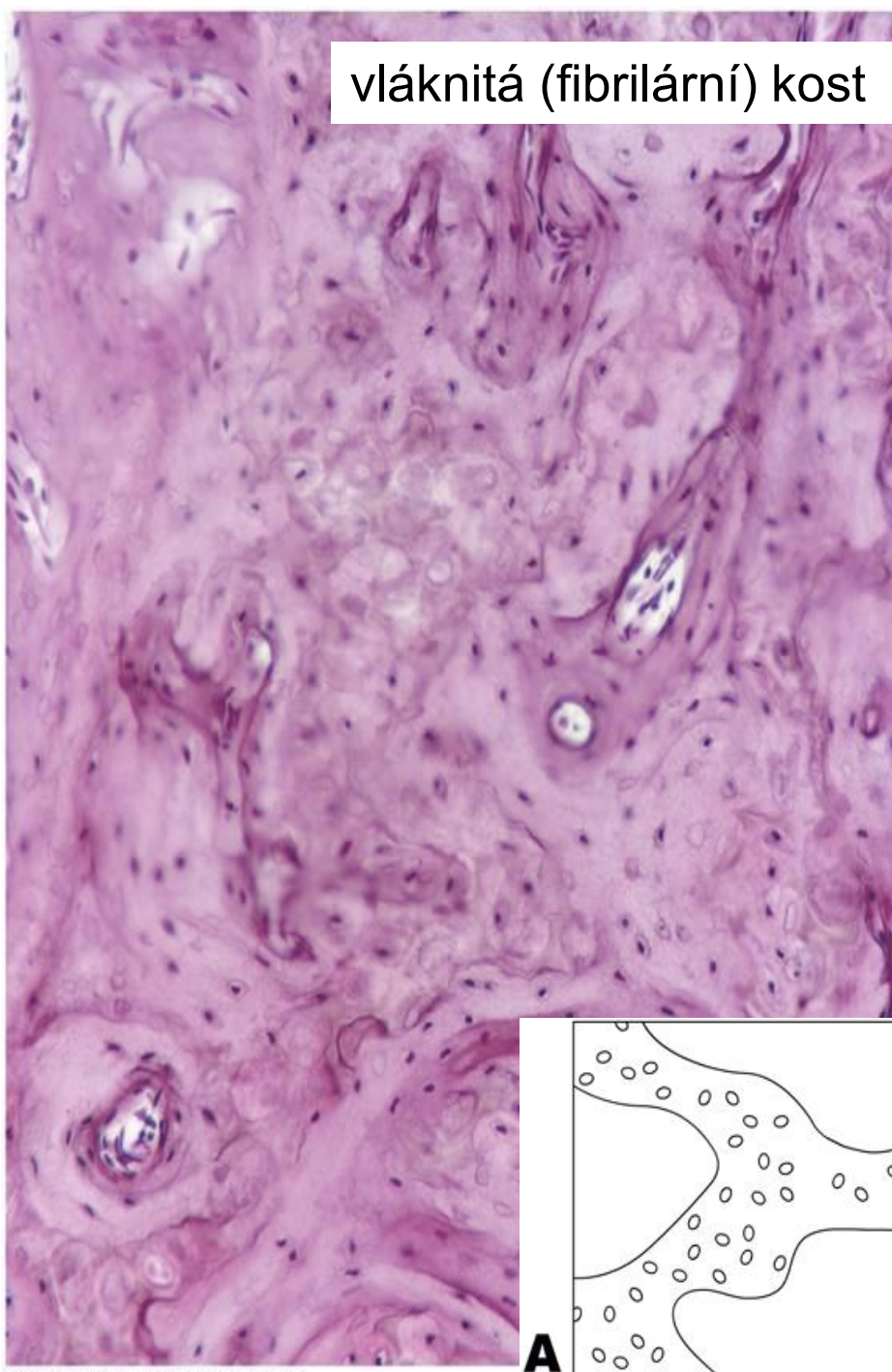


# Lamelózní kost

- kolagenní vlákna pravidelně uspořádána (paralelně)
- stmělena amorfni hmotou do plotének - kostních lamel
- dlouhé, krátké a ploché kosti

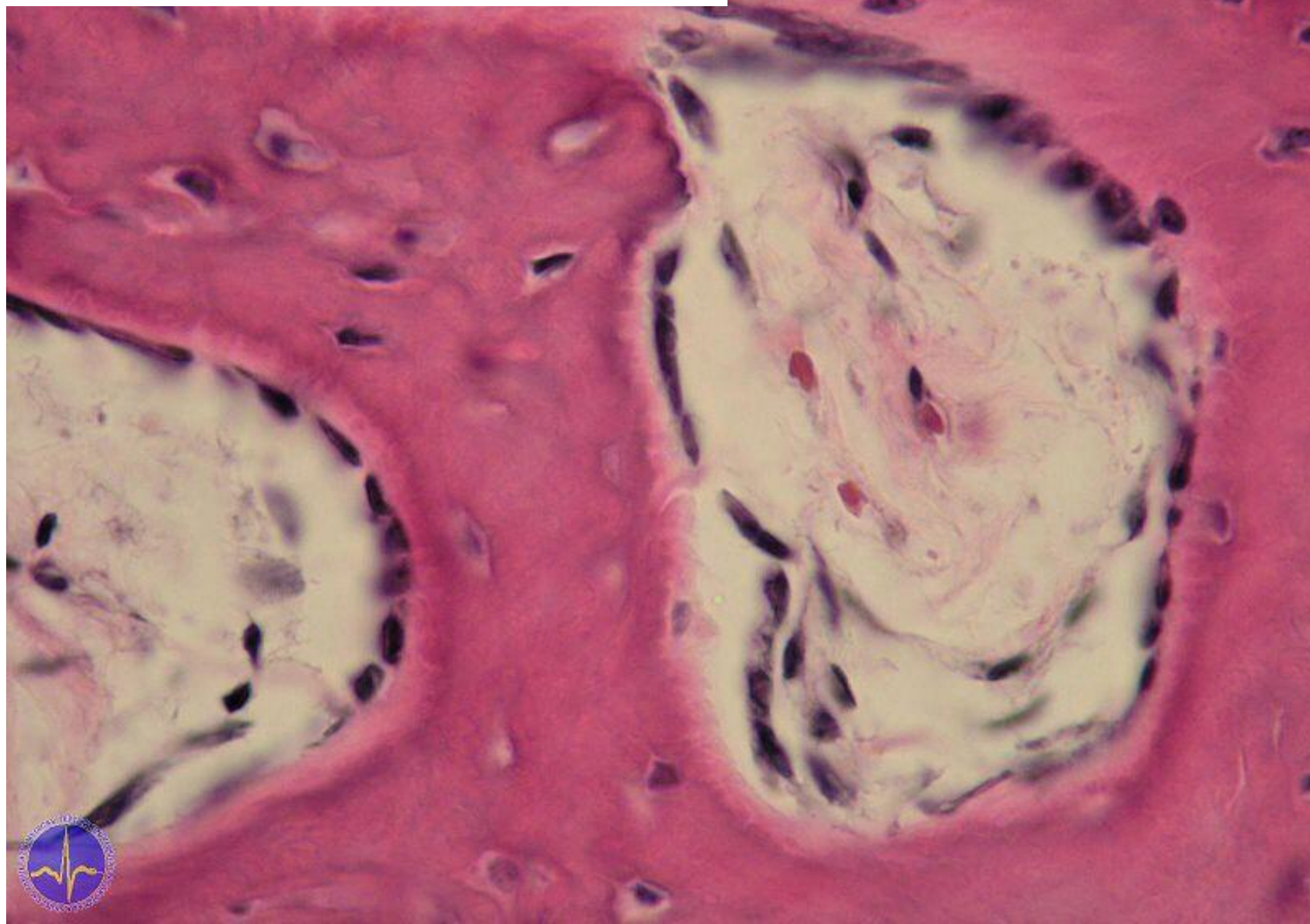


vláknitá (fibrilární) kost vs lamelozní kost





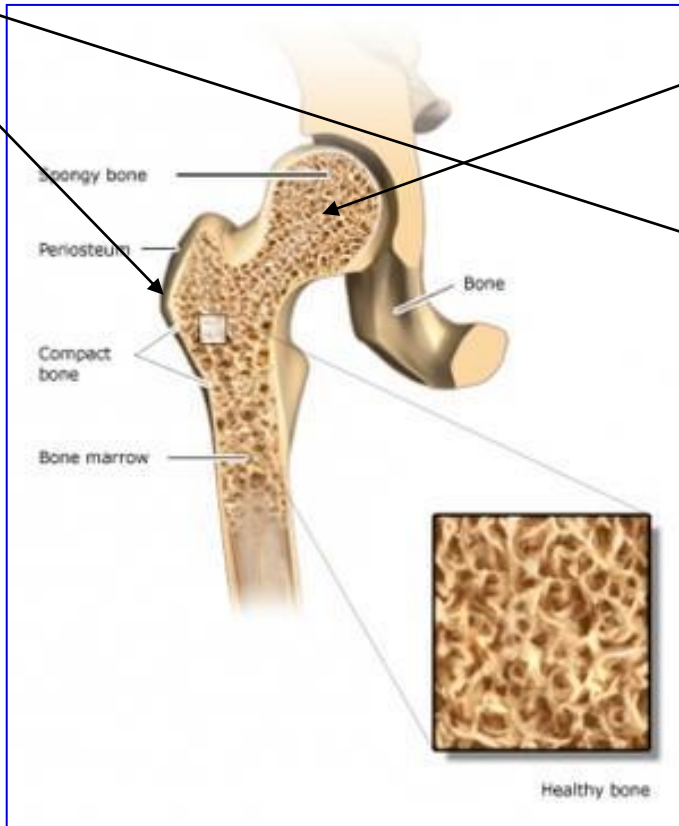
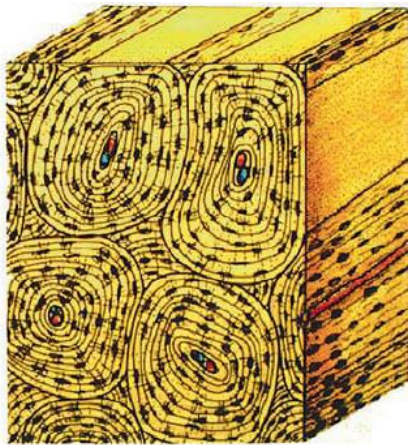
# Primární kost - vláknitá (příčně, detail)



# Lamelózní kost

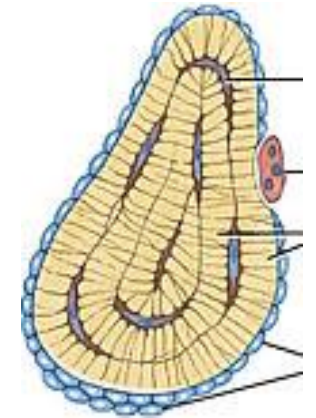
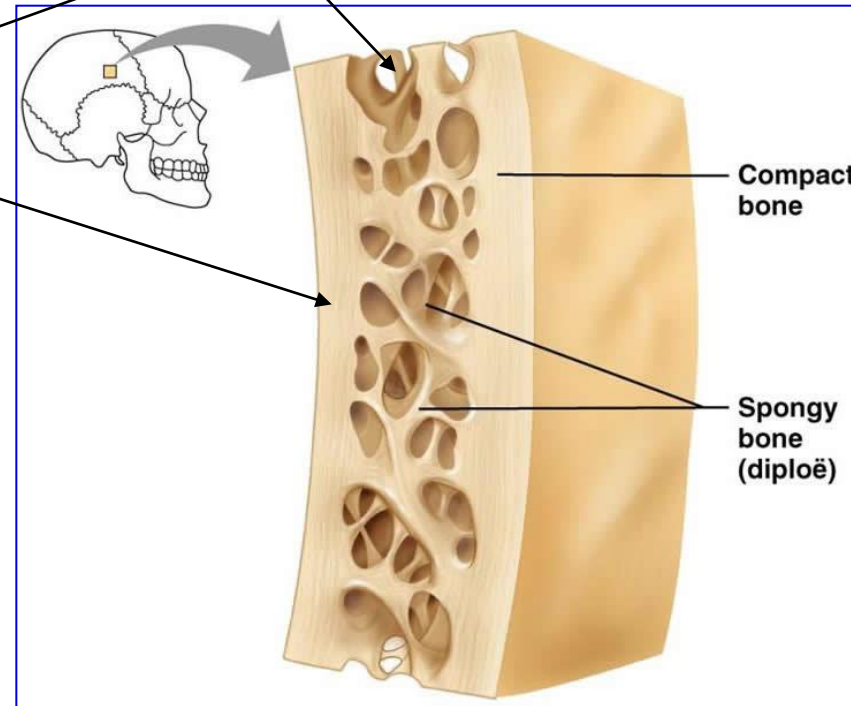
## KOMPAKTNÍ

– povrch kostí



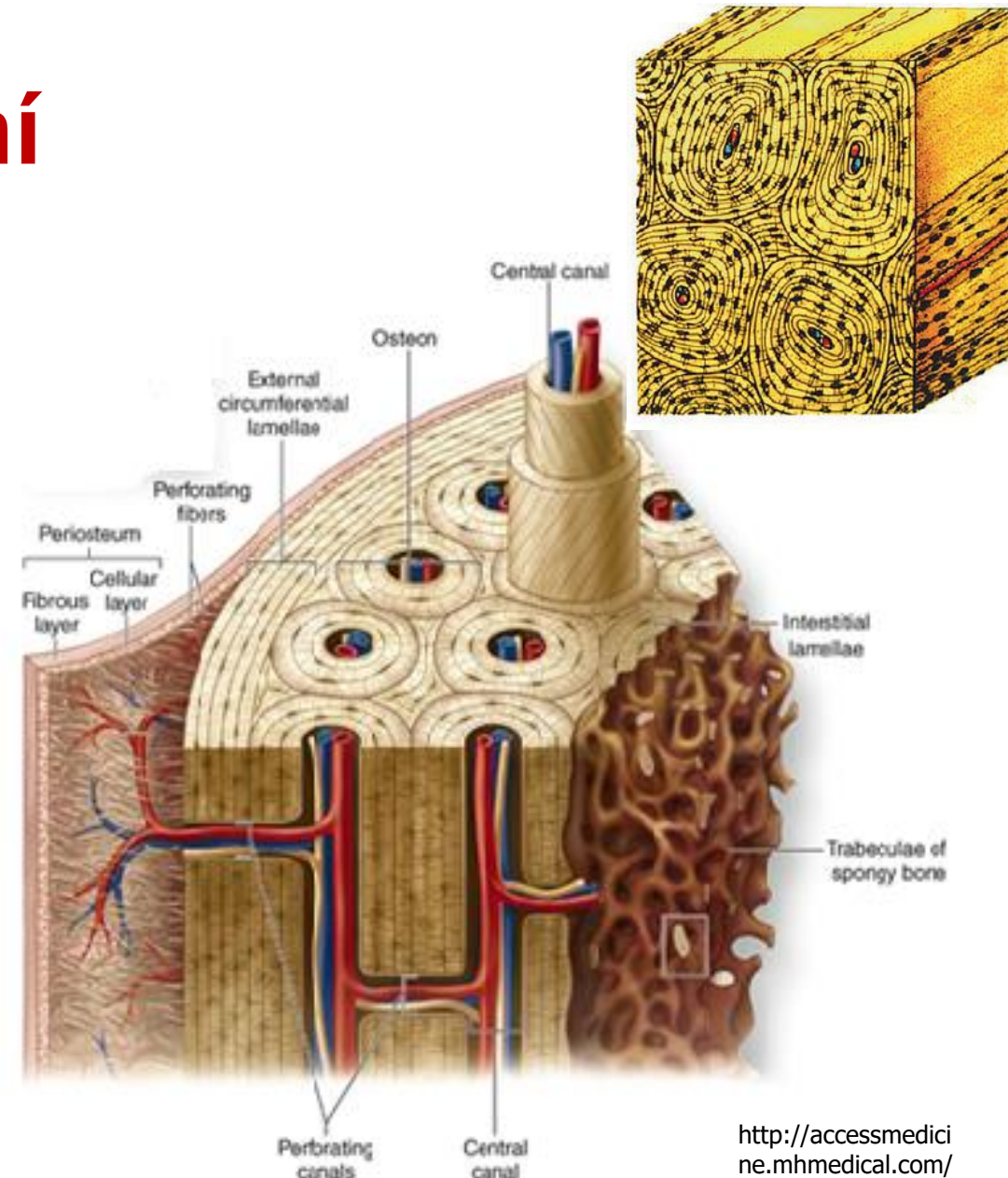
## SPONGIÓZNÍ (TRABEKULÁRNÍ)

– uvnitř



# Lamelózní kost - kompaktní

- plášt'ové lamely
  - zevní
  - vnitřní
- **Haversovy systémy – osteony**  
(5-20 kostních lamel koncentricky usp. v ose Haversův kanálek; příčně propojeny Volkmannovy kanálky)
- **intersticiální lamely**  
(nefunkční H. systémy ve fázi odbourávání)

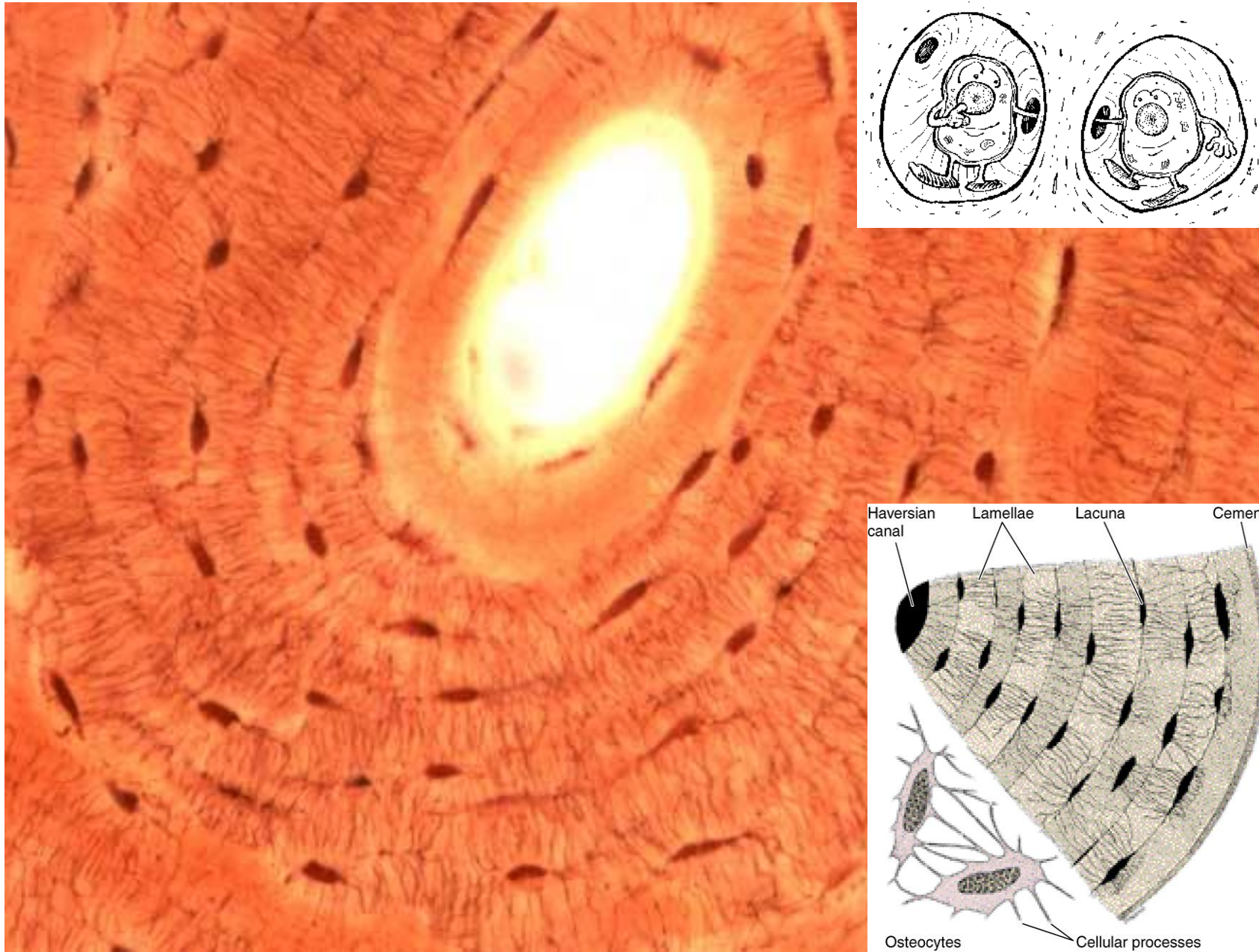


<http://accessmedicine.mhmedical.com/>

Haversovy a Volkmannovy kanálky

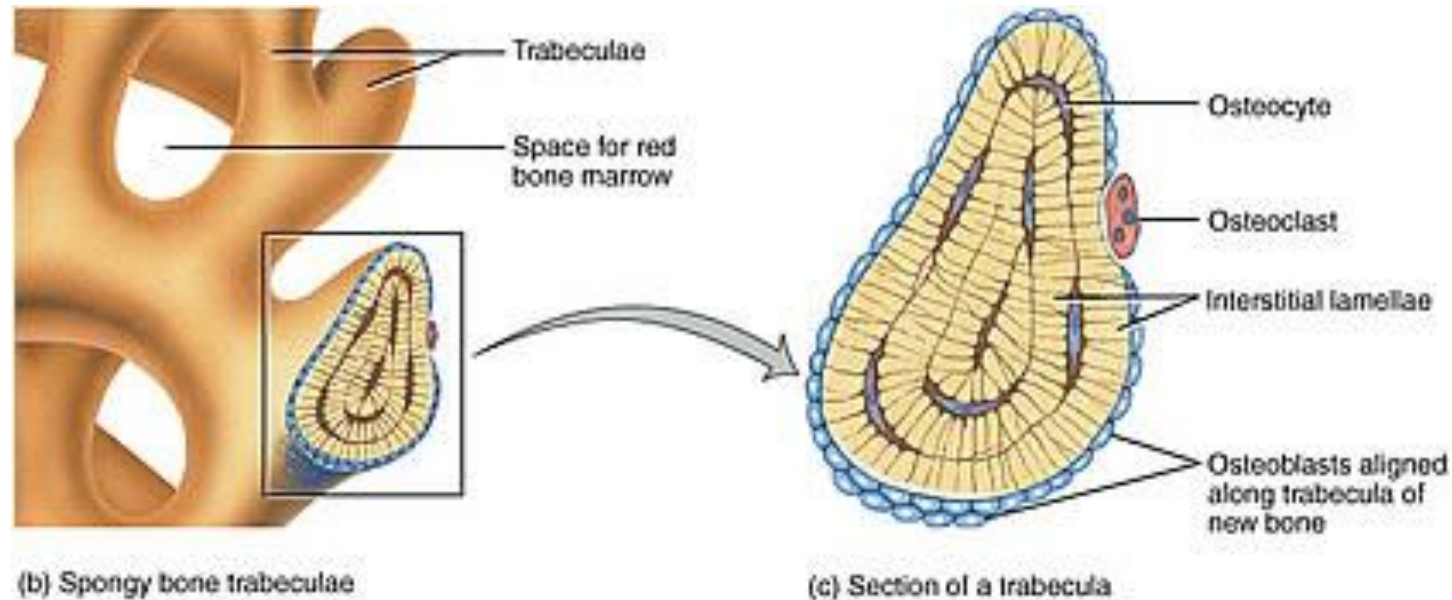
M E D

# Haversův systém - osteon

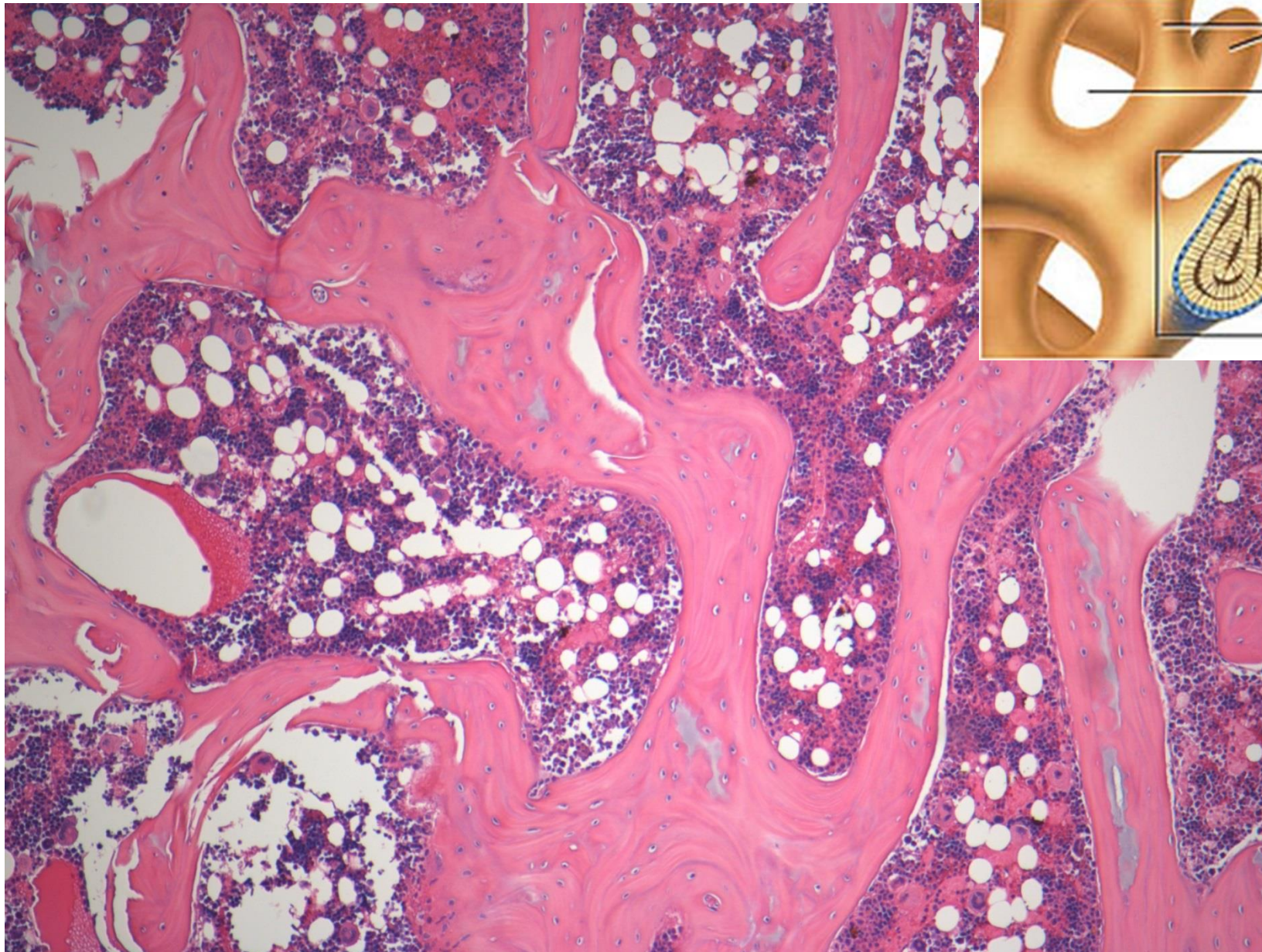


# Lamelózní kost - spongiózní

- kostní trámce a ploténky - matrix je také deponována ve formě **lamel**, ale u spongiózy se **netvoří** Haversovy systémy pokud jsou trámce tenčí než 100  $\mu\text{m}$

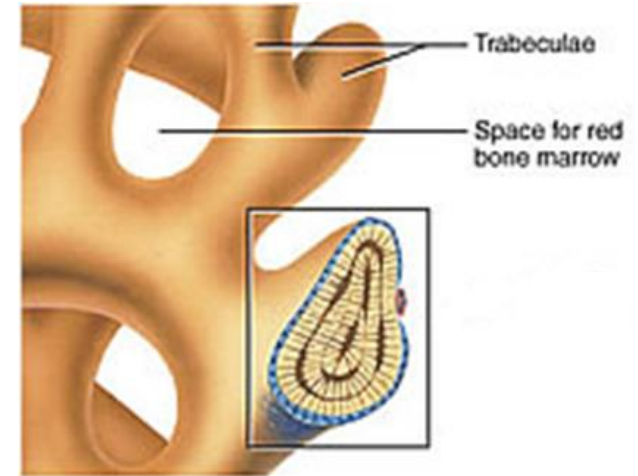
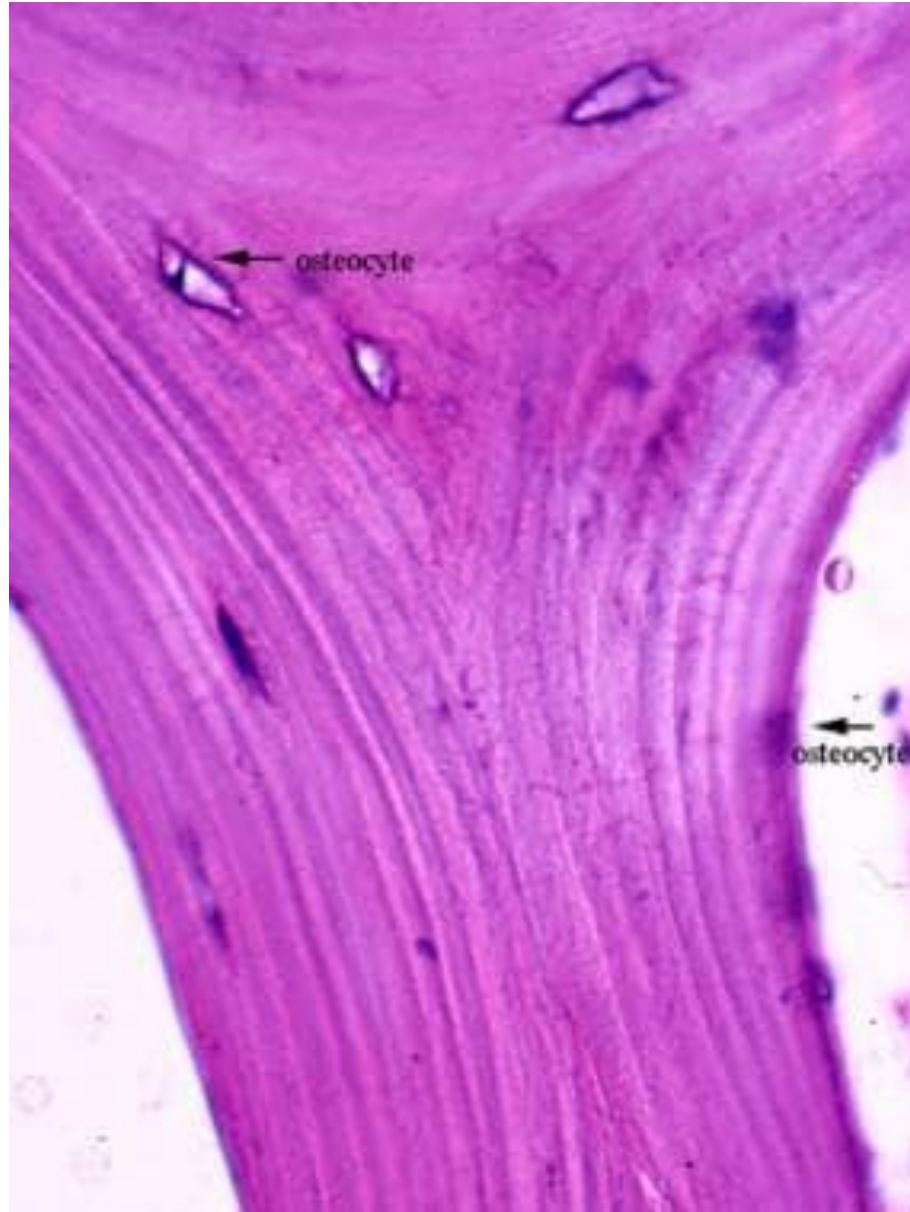


# Lamelózní kost spongiózní (HE)



studydroid.com

# Lamelózní kost spongiózní



# Růst kosti

- Apozicí
- Do délky - osifikace dorůstající růstové chrupavky

# Regenerace kostní tkáně

- Regenerace obecně z periostu
- Remodelace kosti dle fyzické zátěže po celý život



# Zlomená kost

- se hojí z místa poškození, kde porušením kostních cév vznikne krevní výron (**hematom**)
- diferencují se vazivové buňky, které produkují kolagenní vlákna a amorfní hmotu a vytváří provizorní **vazivový svalek** (kalus)
- buňky vazivového svalku se diferencují v buňky chrupavky a přemění vazivový svalek na chrupavčitý (hyalinní chrupavka)
- **chrupavčitý svalek** kalcifikuje ukládáním minerálních látek
- aktivují se osteoprogenitorní buňky (od periostu a endostu), které produkují kostní matrix a vzniká postupně **kostěnný svalek**  
→ **lamelózní kost**