



Chrupavka

- Mechanická a podpůrná funkce
- Původ: mezoderm
- Stavba:
 - buňky (chondrocyty, chondroblasty)
 - mezibuněčná hmota se skládá ze 2 složek:
 - základní substance je homogenní, amorfní a
 - vláken (kolagenních nebo elastických)



Vlastnosti chrupavky

- bezcévná, bez inervace, buňky přizpůsobené prostředí s nízkým parciálním tlakem O_2
- omezená schopnost reparace
- regeneruje z perichondria
- perichondrium je pouzdro z hustého kolagenního neuspořádaného vaziva, Ine pevně k povrchu chrupavky a má 2 vrstvy
 - vnitřní chondrogenní vrstvu* (s chondroblasty)
 - vnější vazivovou vrstvu

* z této vrstvy chrupavka roste v průběhu vývoje a růstu dítěte

Buňky chrupavky



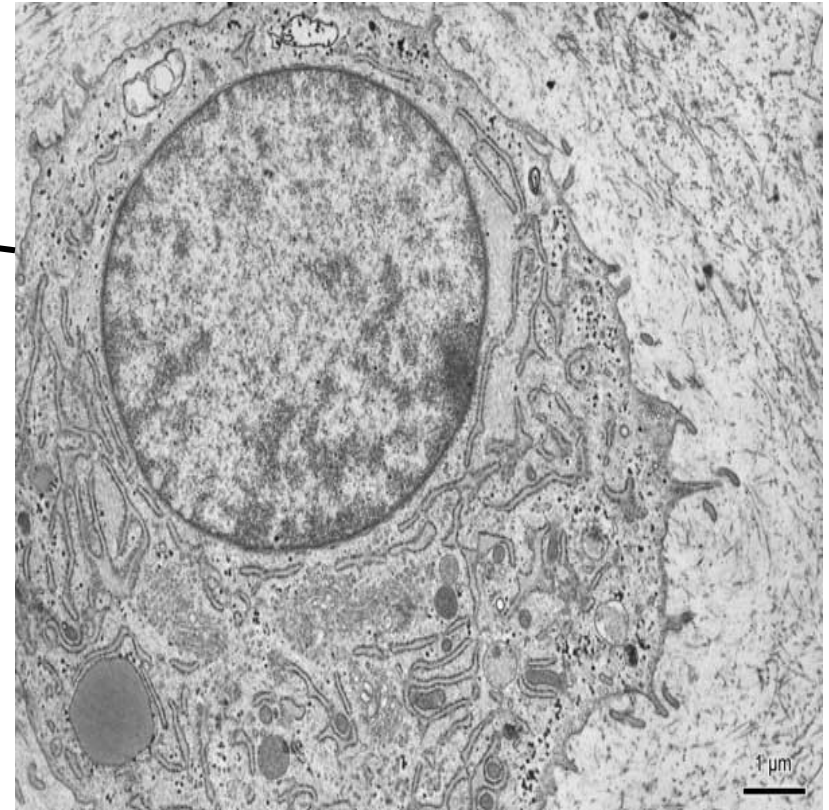
- chondroblasty

a

- chondrocyty

bazofilní buňky → produkují proteiny mezibuněčných komponent, tj. základní hmoty a vláken, GER a Golgiho aparát jsou hojně zastoupeny v cytoplazmě buněk;

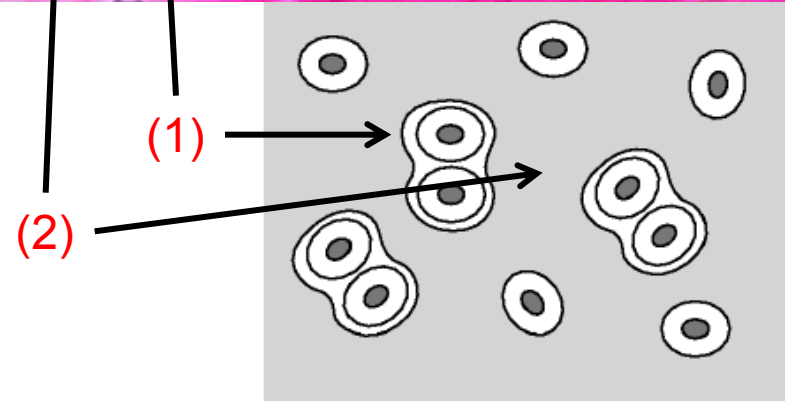
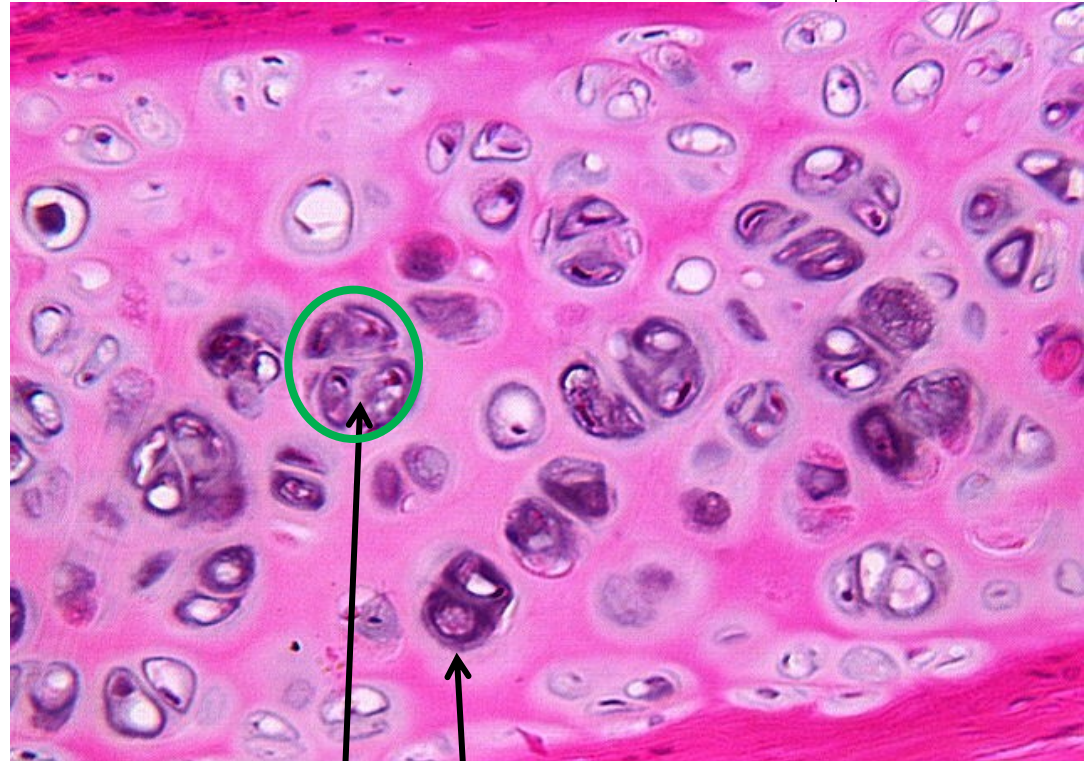
GER a GO jsou proteosyntetické organely (viz cytologie)

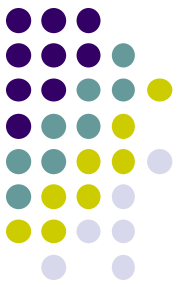


Chondrocyty:



- tvoří **(1)** izogenetické skupiny buněk z jedné mateřské buňky
- každý chondrocyt je uložen v lakuně (komůrce) v mezi-buněčné hmotě
- ta tvoří **(2)** bazofilní pouzdro kolem izogenetické skupiny
- (1) + (2) = **teritorium nebo chondron**





Mezibuněčná hmota

Vlákná

- **Kolagenní** typu I, II
- **Elastická** – hustá síť kolem lakun a mezi nimi

Základní hmota

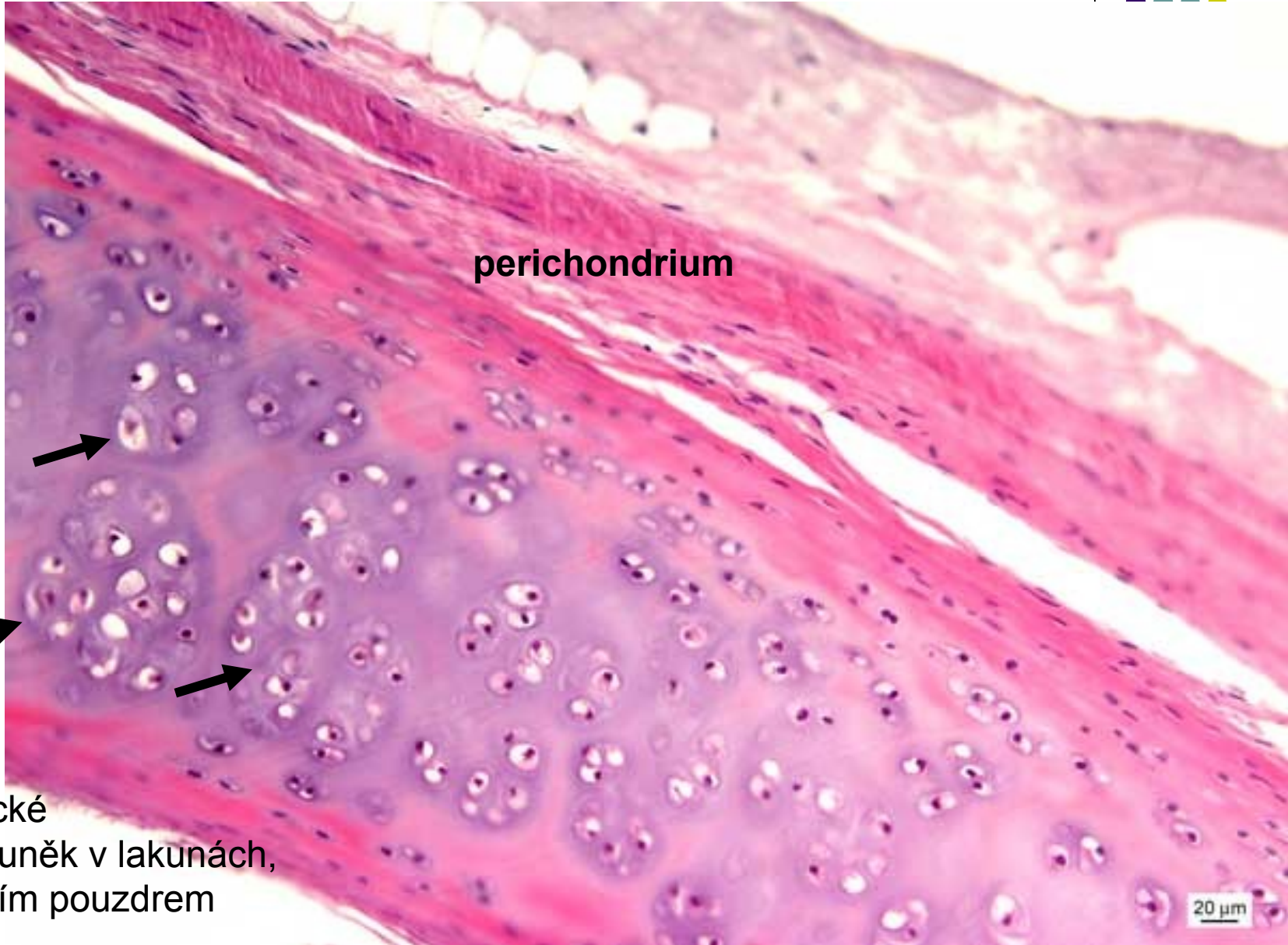
- **Glykosaminoglycany**
 - kys. hyaluronová,
 - chondroitin-sulfátypříčina bazofilie a bazofilních pouzder v hyalinní chrupavce
- Proteoglykany
- Glykoproteiny



Typy chrupavek

- **Hyalinní** (*hyalos=sklo*) – nejčastější typ, základ většiny kostí ve skeletu plodu, kloubní plošky, části žeber, nos, trachea, velké chrupavky vlaryngu
- **Elastická** – ušní boltec, zevní zvukovod, epiglottis, malé chrupavky v laryngu
- **Vazivová** - intervertebrální disky, symphysis pubis, kloubní disky a menisky

Hyalinní chrupavka, trachea, HE

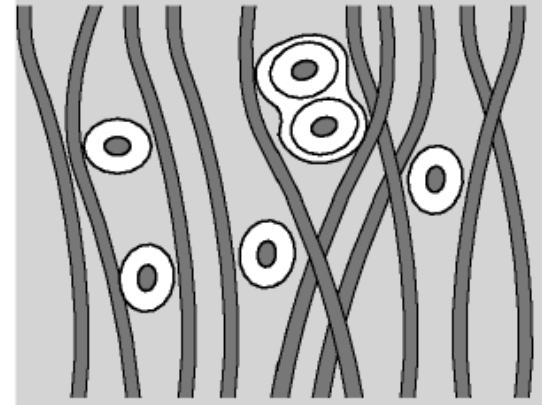


perichondrium

izogenetické
skupiny buněk v lakunách,
s bazofilním pouzdem

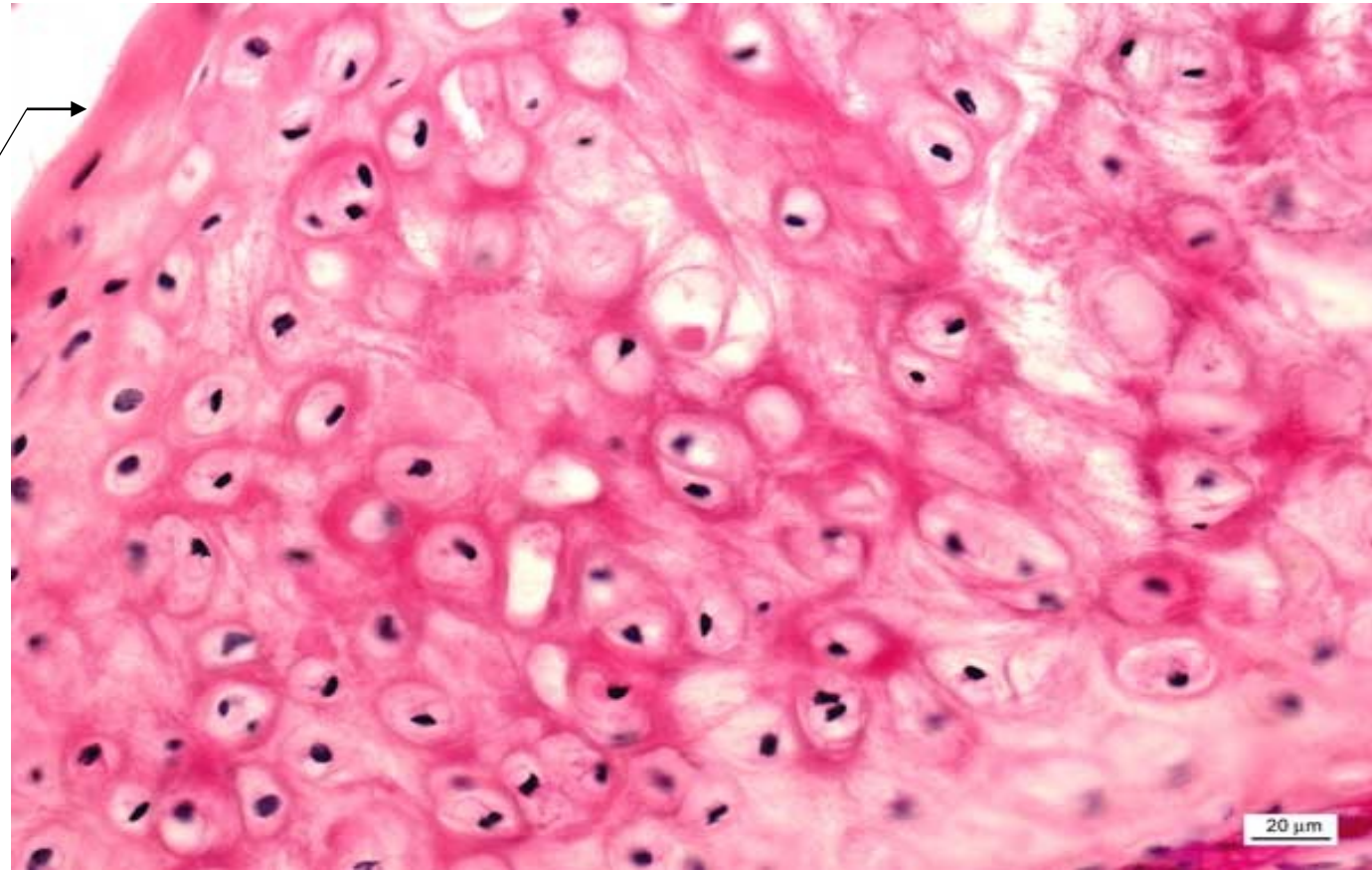
20 μm

Elastická chrupavka



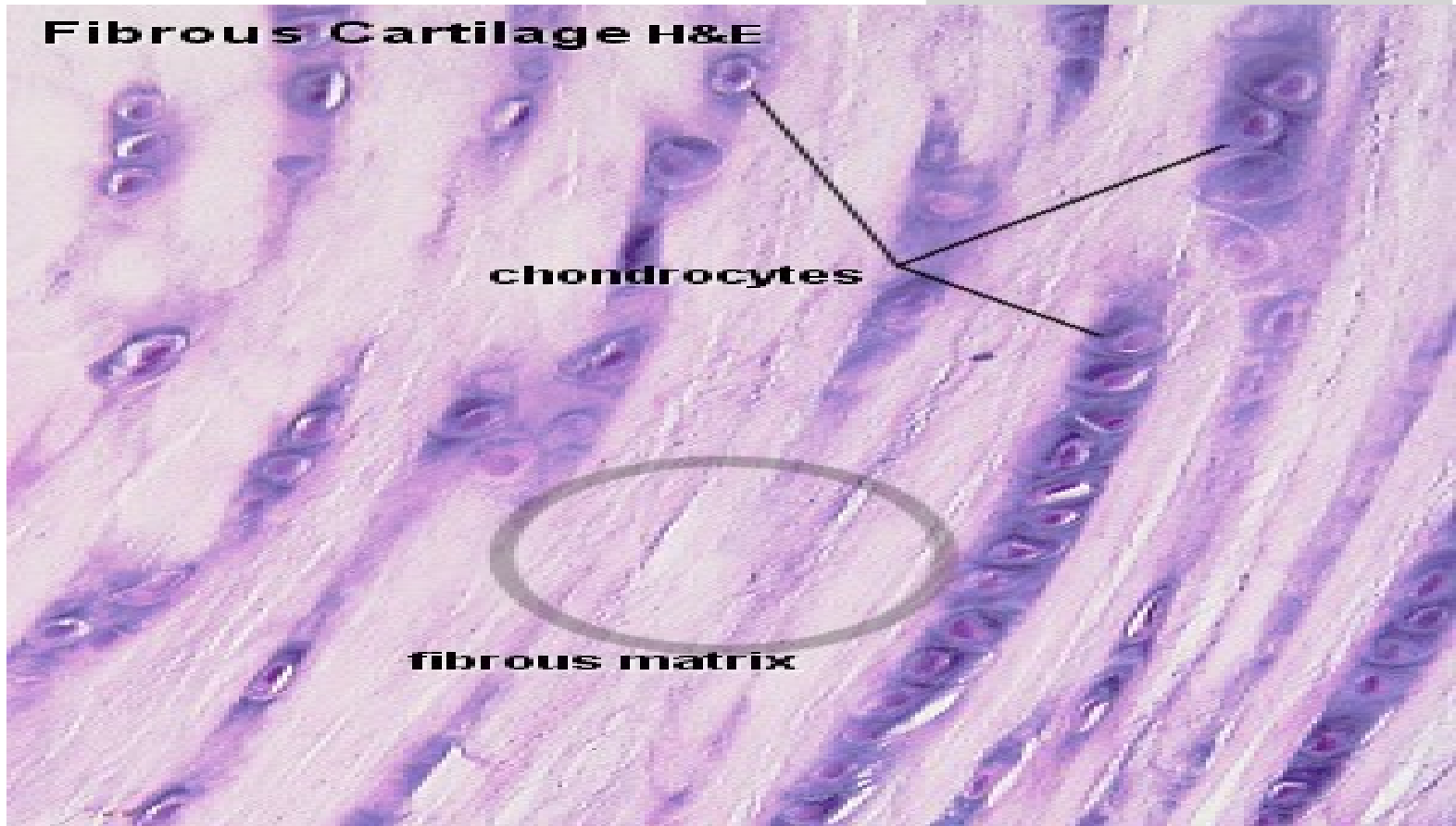
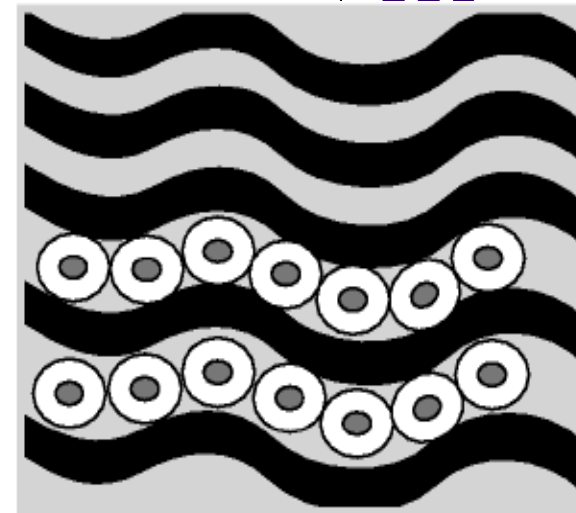
- *speciální barvení na elastická vlákna: resorcin, fuchsin a orcein.*
- chondrocyty v lakunách obtočených vláknny

perichondrium



Vazivová

- **chondrocyty** (tvoří sloupce)
- **matrix** – silná kolagenní vlákna
- nemá perichondrium



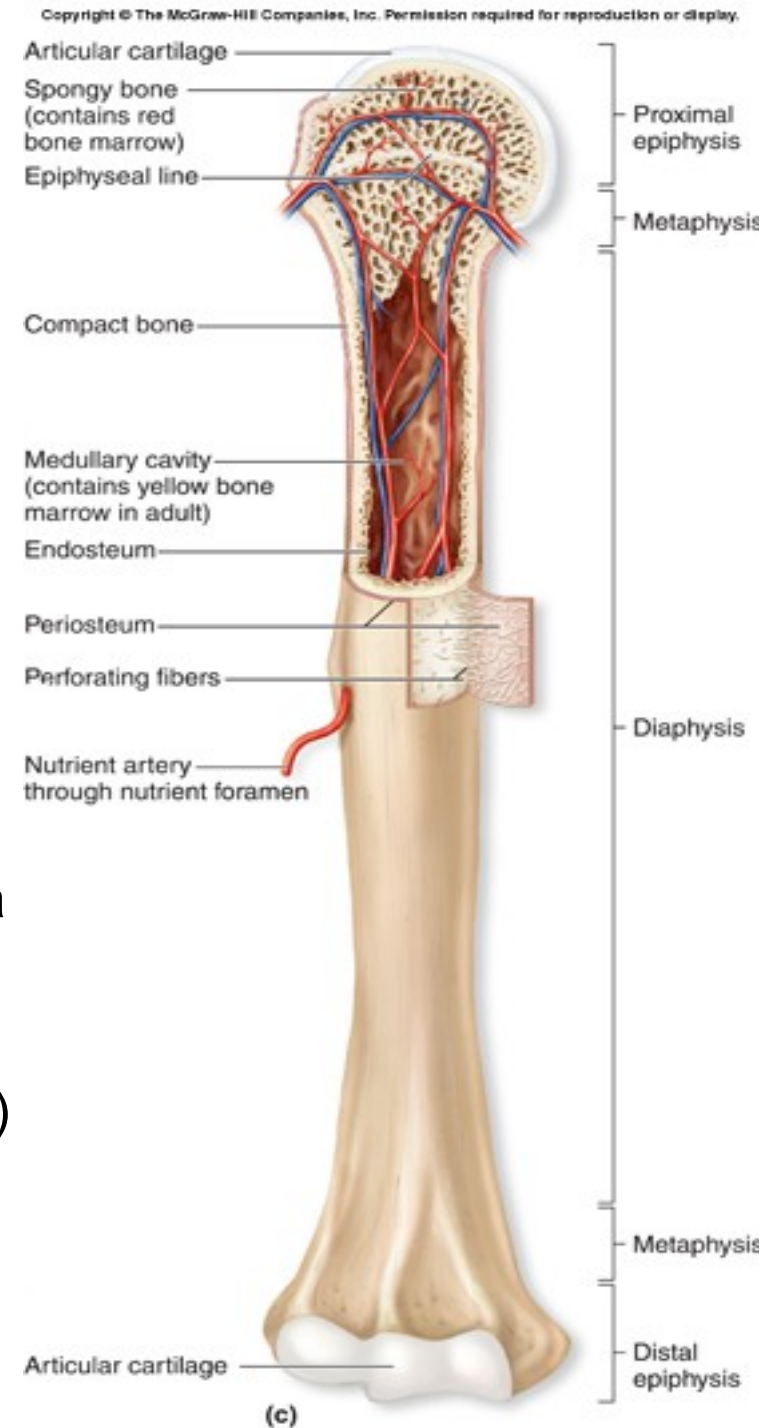


Kost

- Kost je specializovaná forma pojivové tkáně.

Kostní tkáň se skládá z:

- Kostní buňky
- Mezibuněčná matrix
 - organická složka: kolagenní vlákna
amorfni matrix
 - anorganická složka: Ca, P
(hydroxylapatit)
- Periost (obdoba perichondria) a Endost





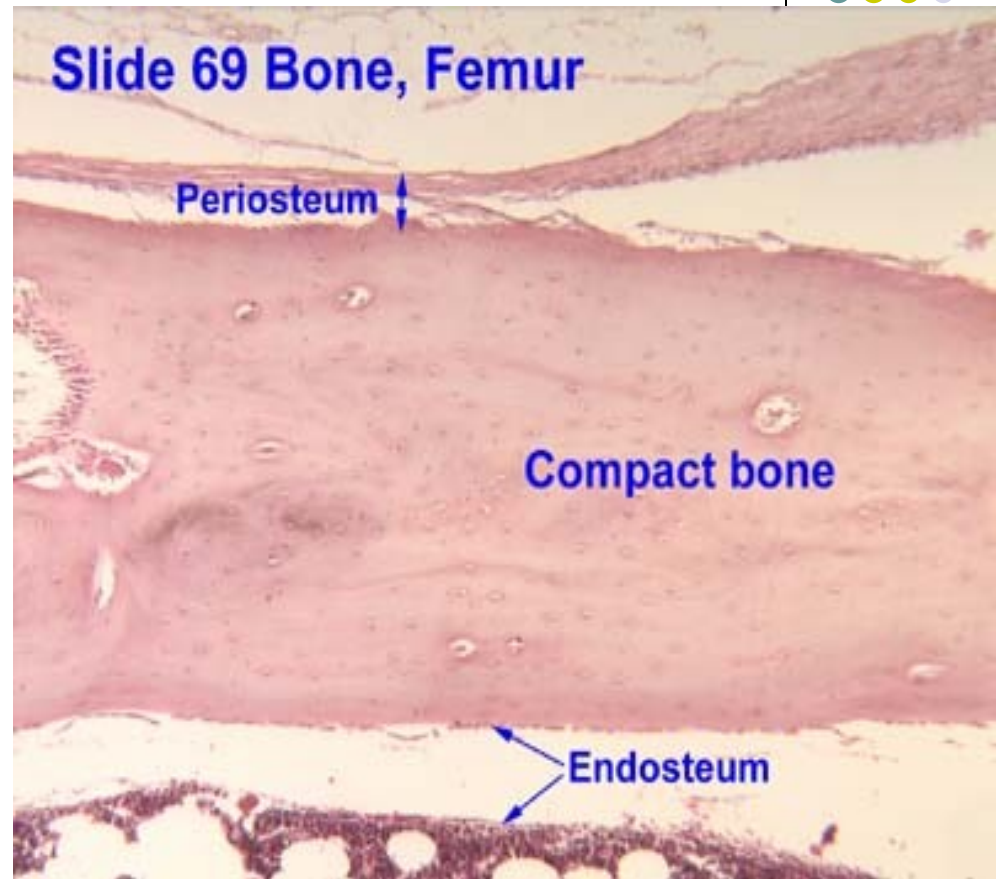
Periost, endost

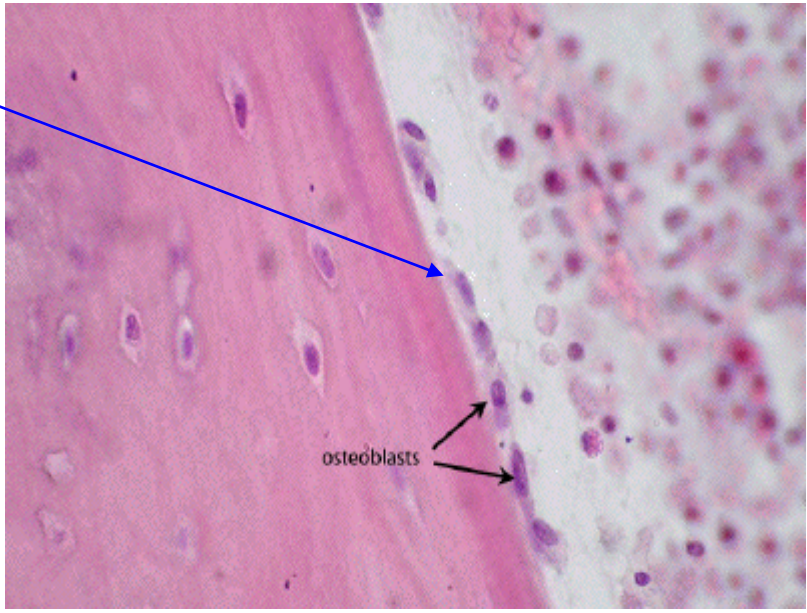
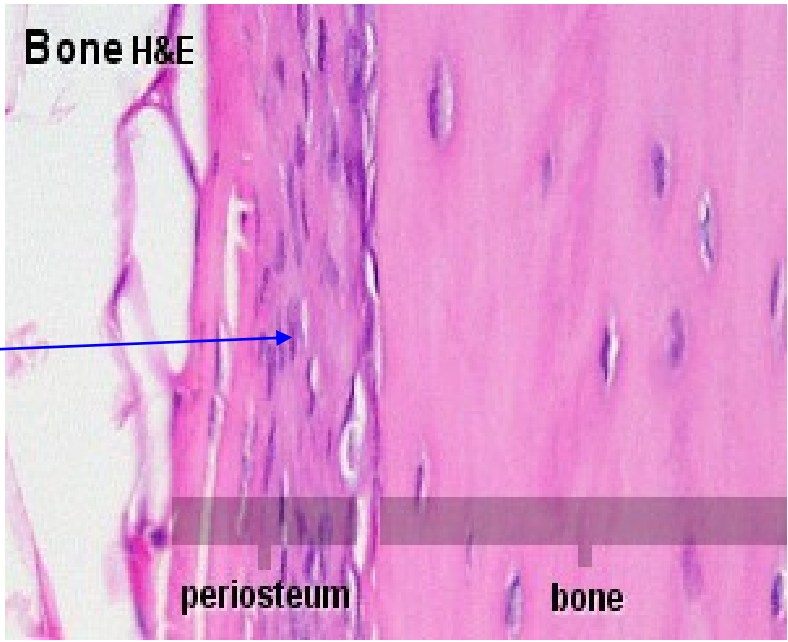
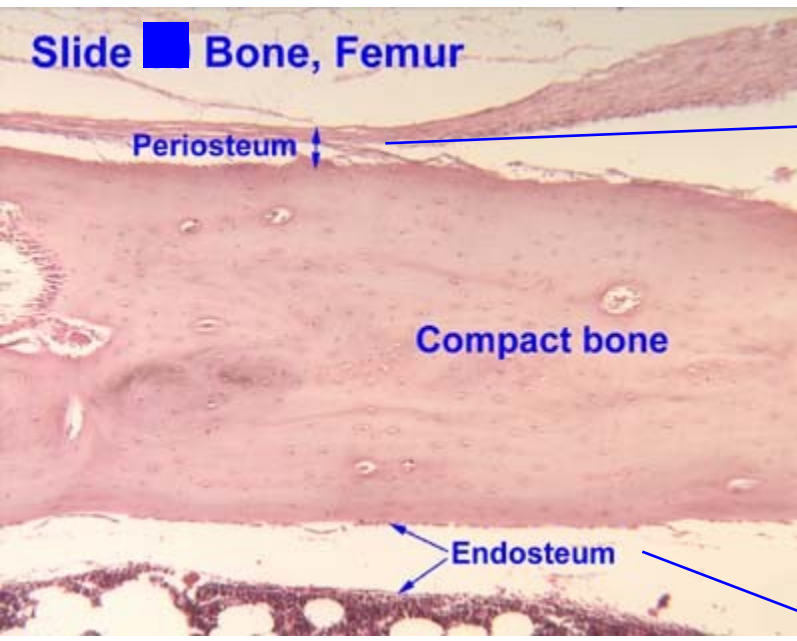
- **Periost** – kryje zevní povrch kostní tkáně :

- Vnitřní vrstva (osteoblasty, fibroblasty)
- Zevní fibrózní vrstva (fibroblasty)

Periost je pevně připojen pomocí Sharpeyových vláken.

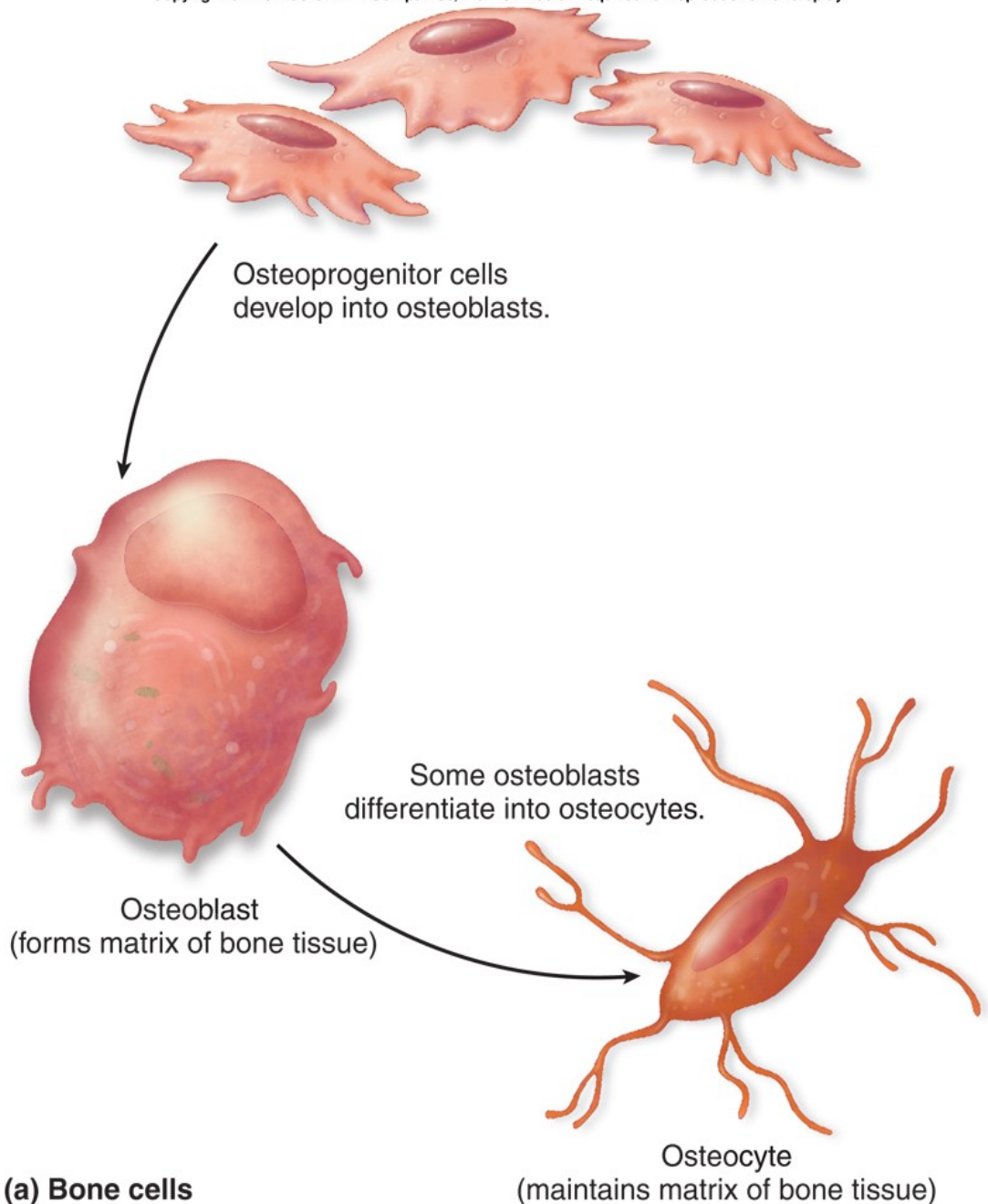
- **Endost** – membrána tvořená jednou vrstvou buněk - obsahuje osteoblasty, osteoklasty

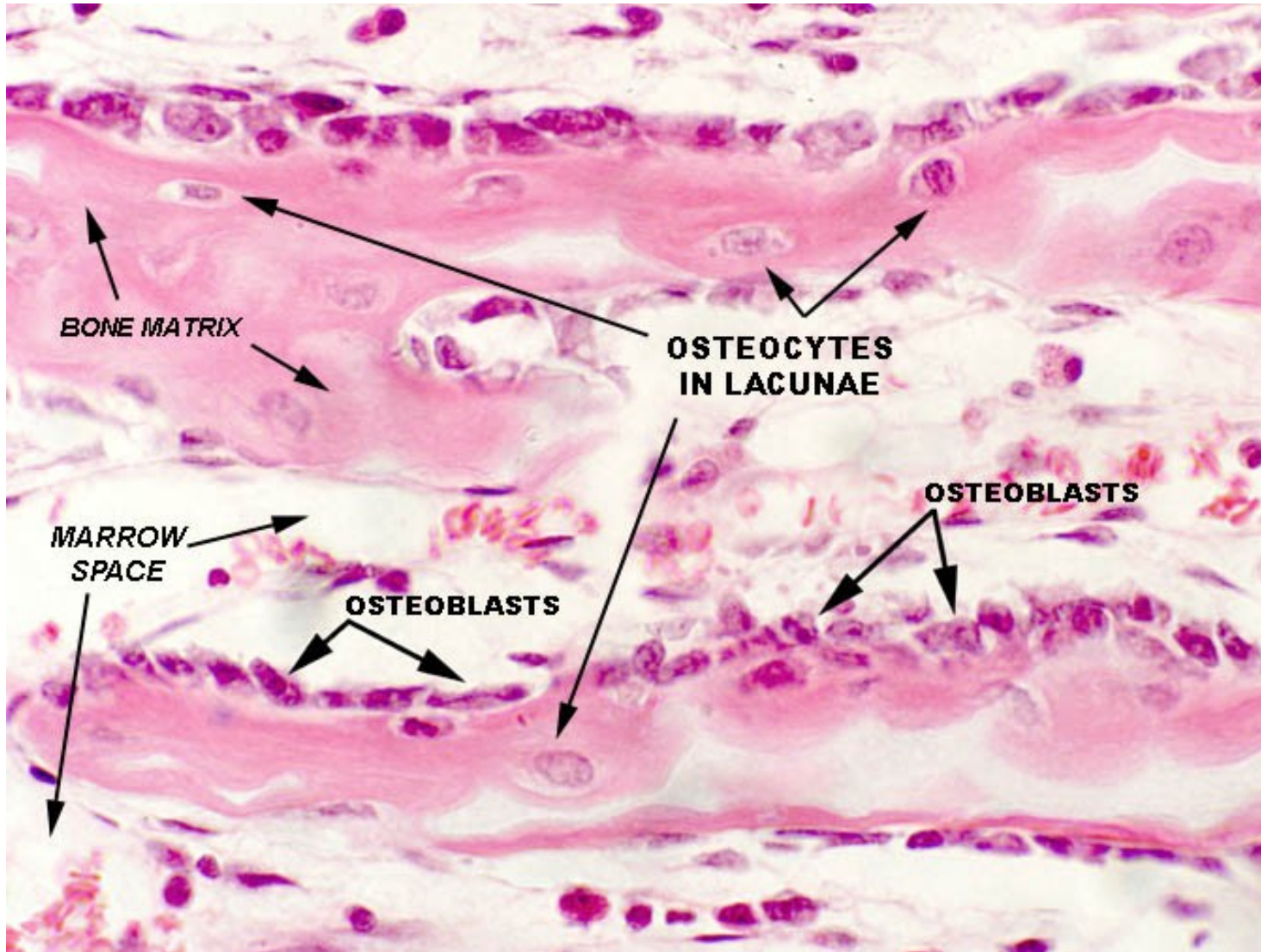




Kostní buňky

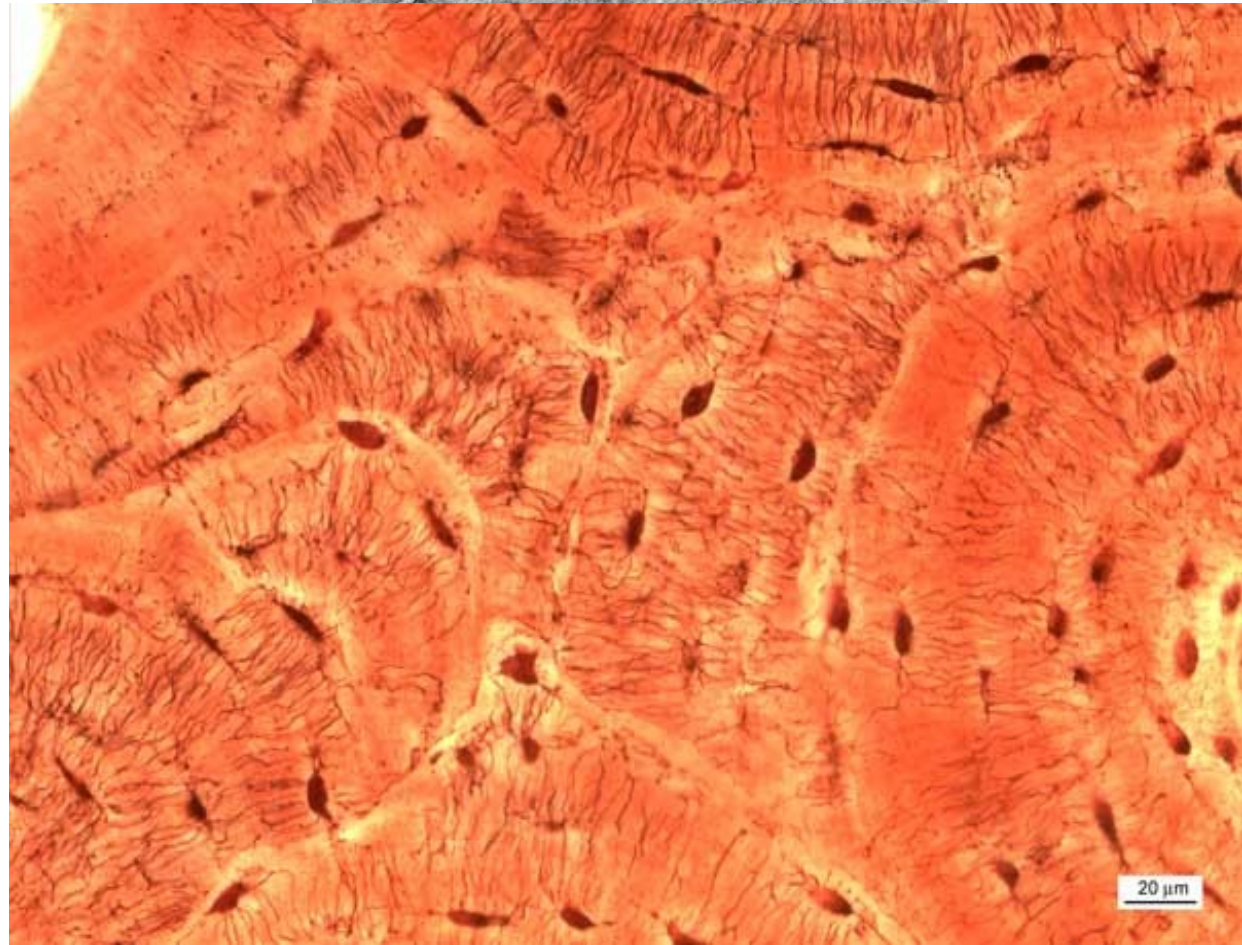
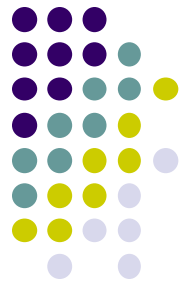
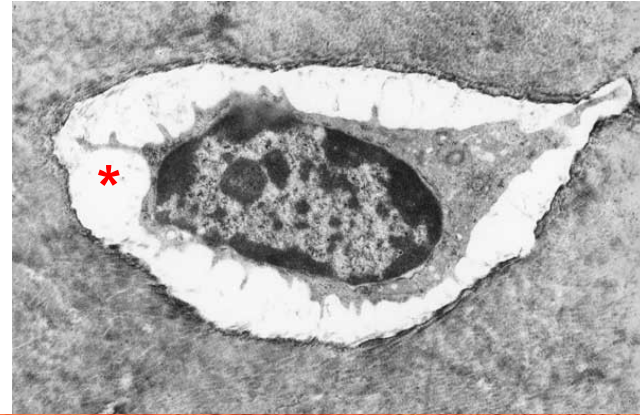
- **Osteoprogenitorní buňky** – kmenové buňky kosti, umístěné v periostu a endostu
- **Osteoblasty** produkují kostní matrix, jsou bohaté na GER, GA, basofilní, stávají se z nich **osteocyty**, které udržují vitalitu kosti.



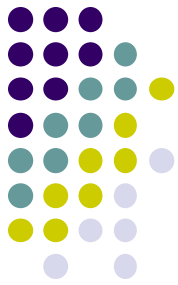
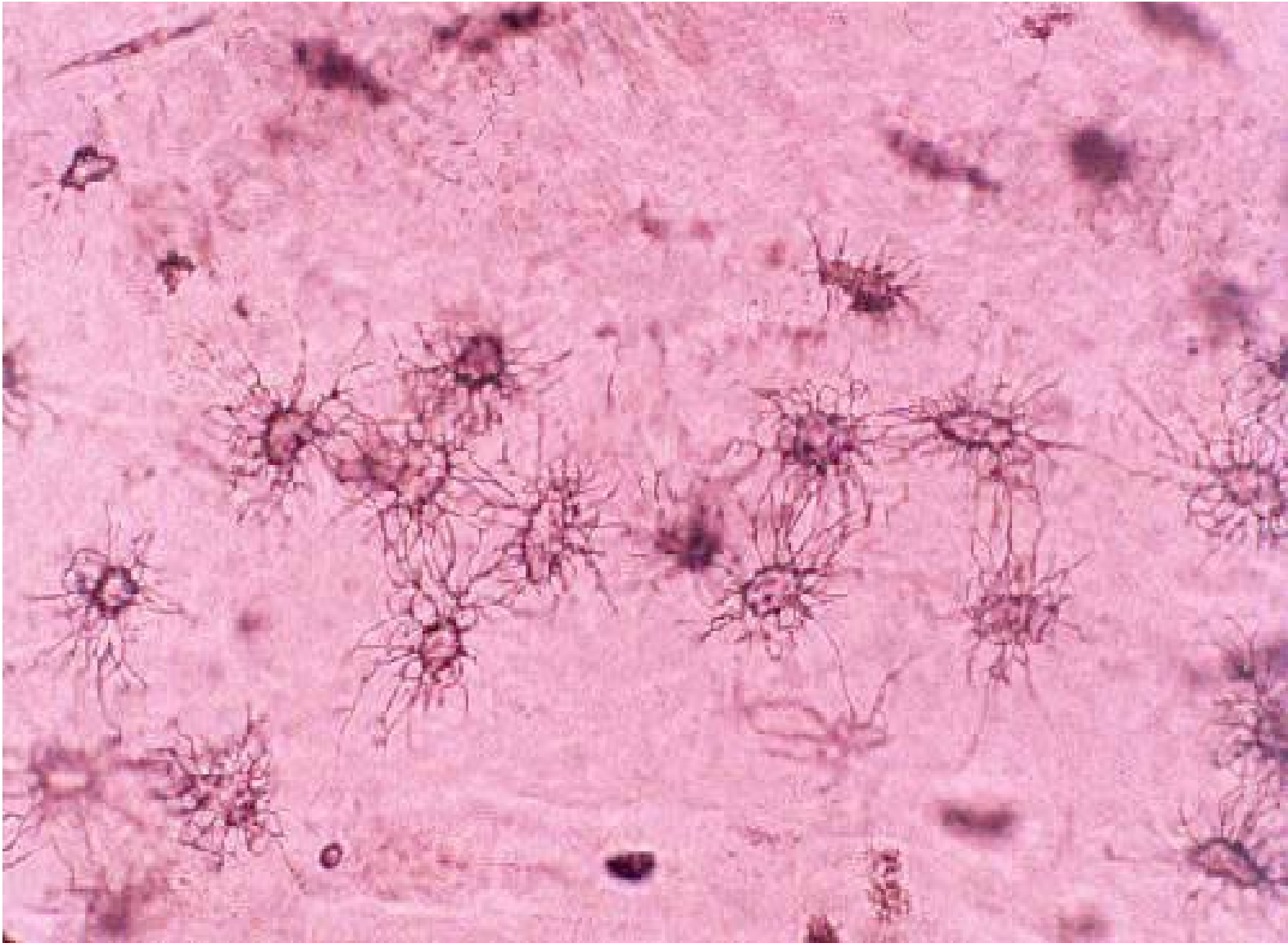


Kostní buňky

- osteocyty – zralé, udržují kostní matrix, umístěné v ***lakunách****, s dalšími osteocyty komunikují svými výběžky v kostních kanálcích (*canaliculi ossium*)



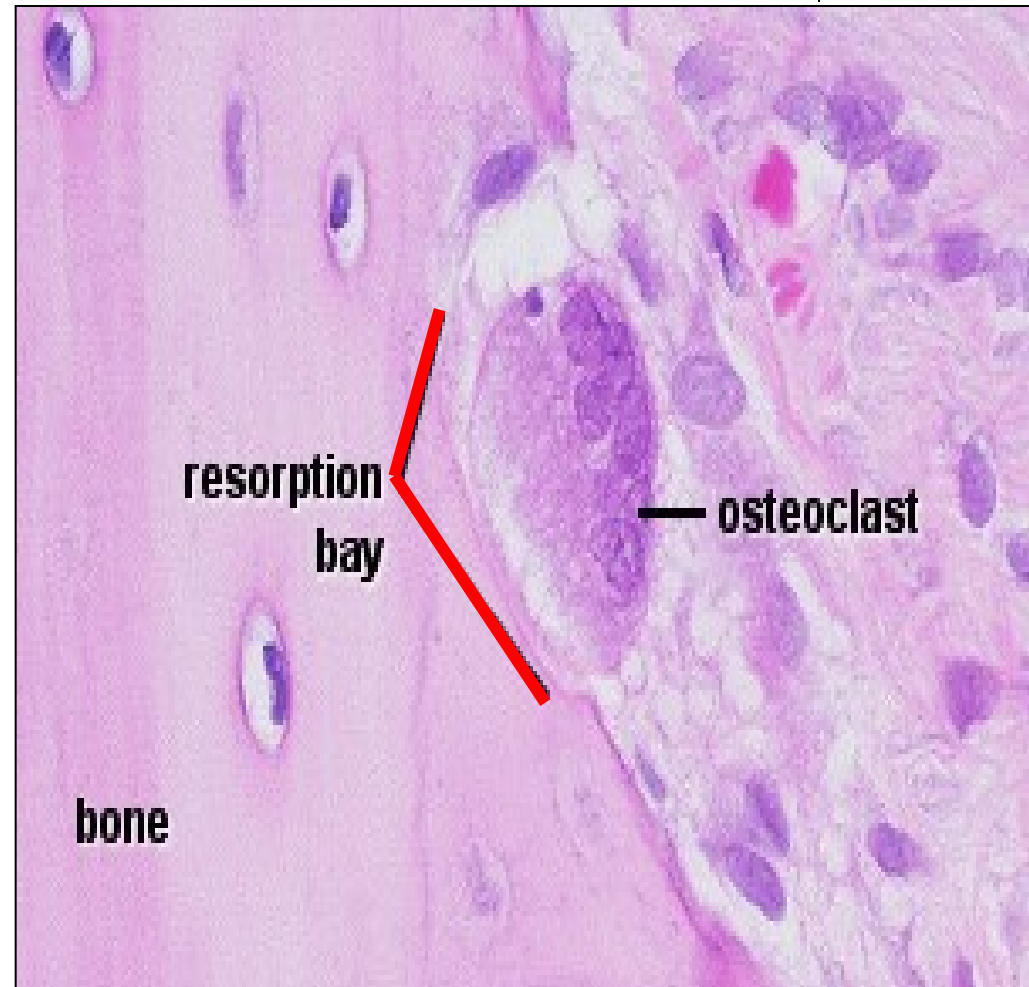
Osteocytyv lakunách s výběžky v kanálcích



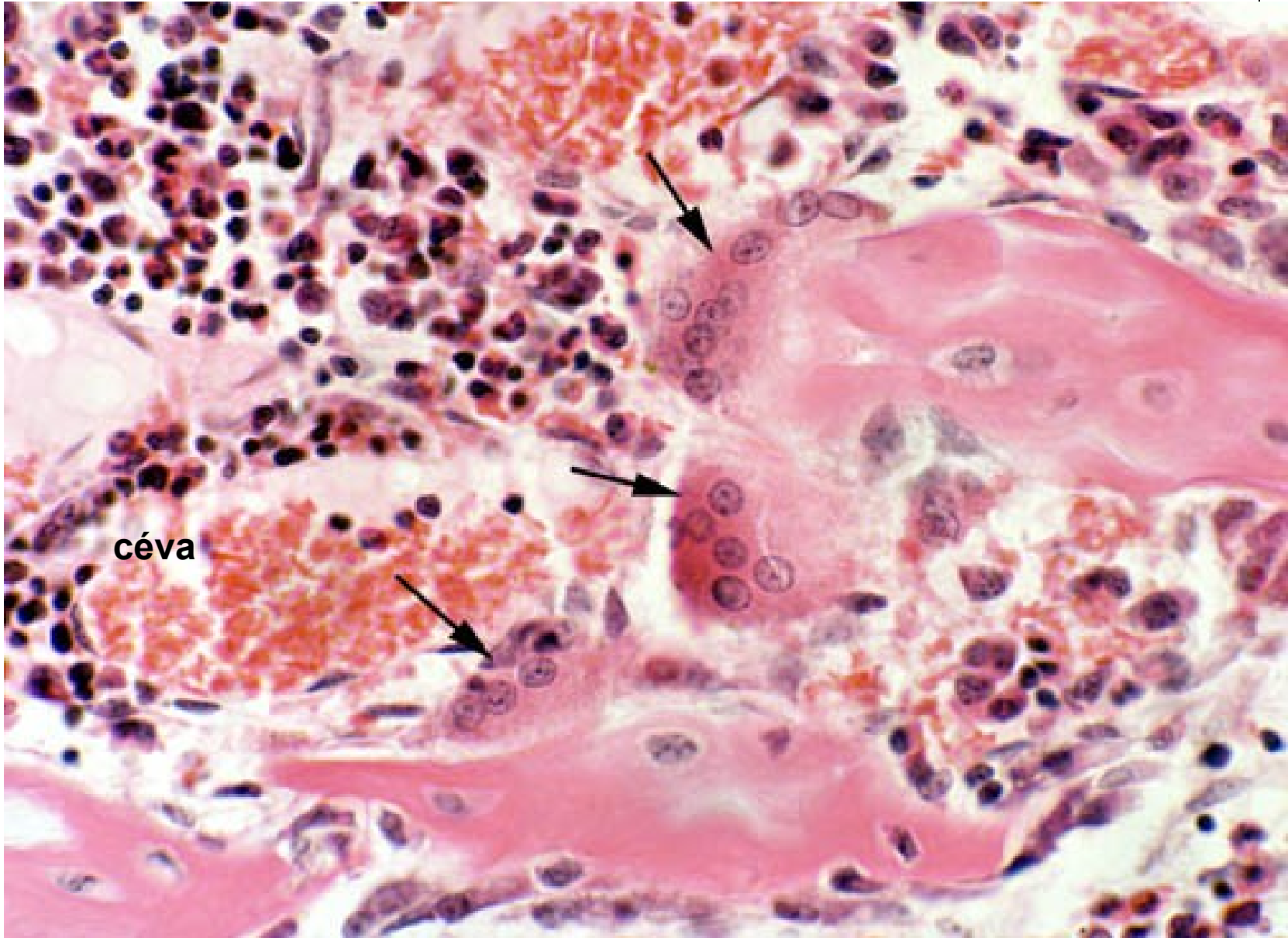
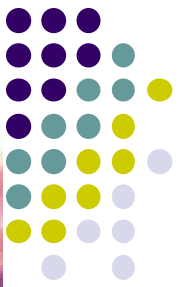
Kostní buňky



- **osteoklasty** – jsou velké (do 100 μm), mnohojaderné buňky, vznikají fúzí monocytů
- enzymy uvolněné z lysosomů ničí kolagenní vlákna a odbourávají kost při růstu, přestavbě nebo hojení
- výsledek aktivity enzymů - *Howshipova lakuna* (*jamka*) pod buňkou
-

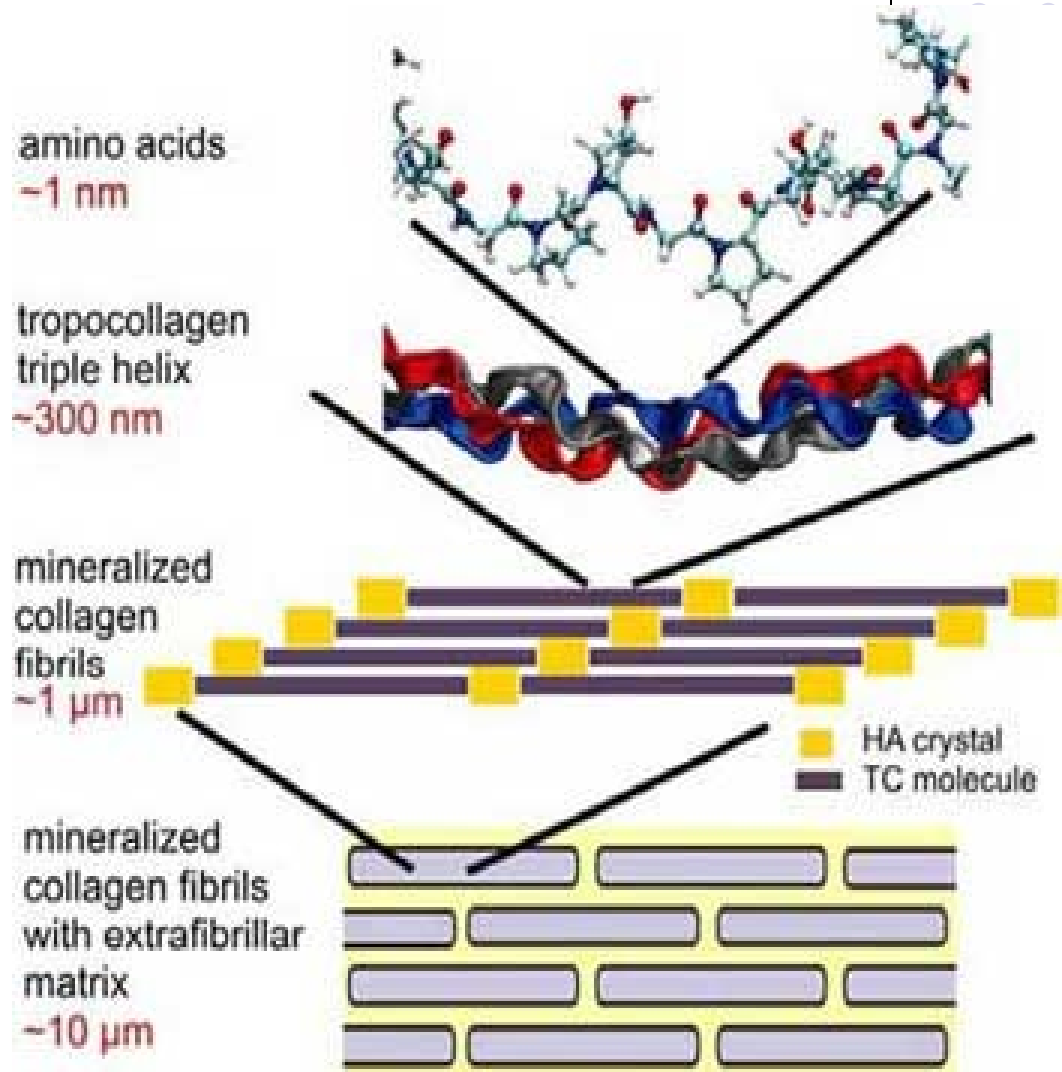


Mnohojaderné osteoklasty (šipka)



Kostní matrix

- Kostní matrix obsahuje **kolagenní vlákna – kolagen typu I** (asi 90% organické substance) a **amorfní matrix** tzv. **osteoid**
- Pevnost matrix je způsobena obsahem *anorganických solí* (hydroxyapatit), které jsou deponovány do kolagenních vláken tzv. **ossein**

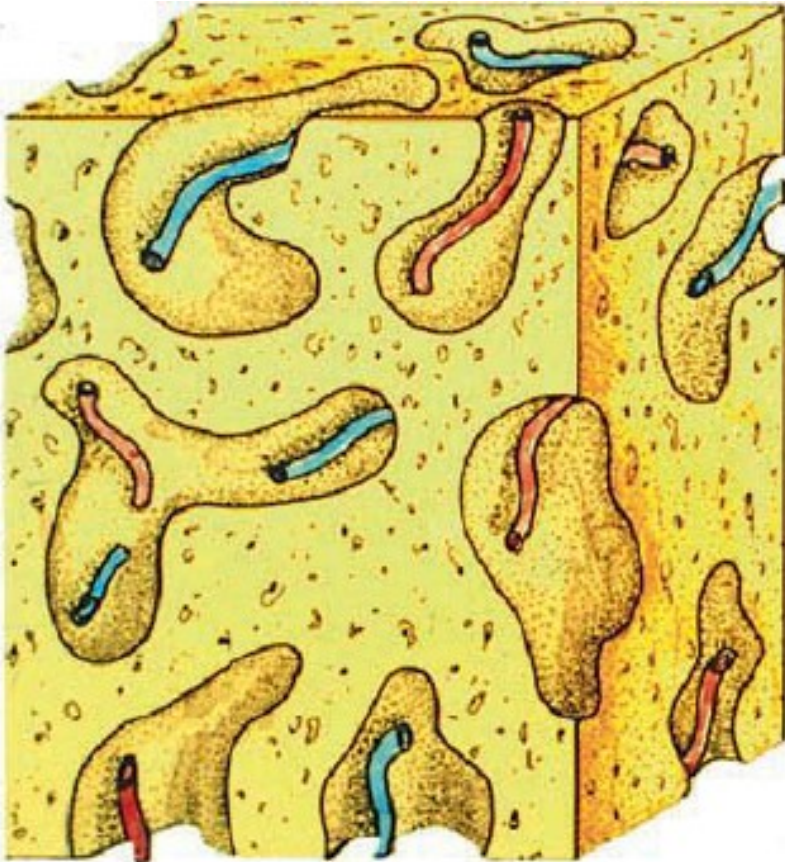




Klasifikace kostní tkáně

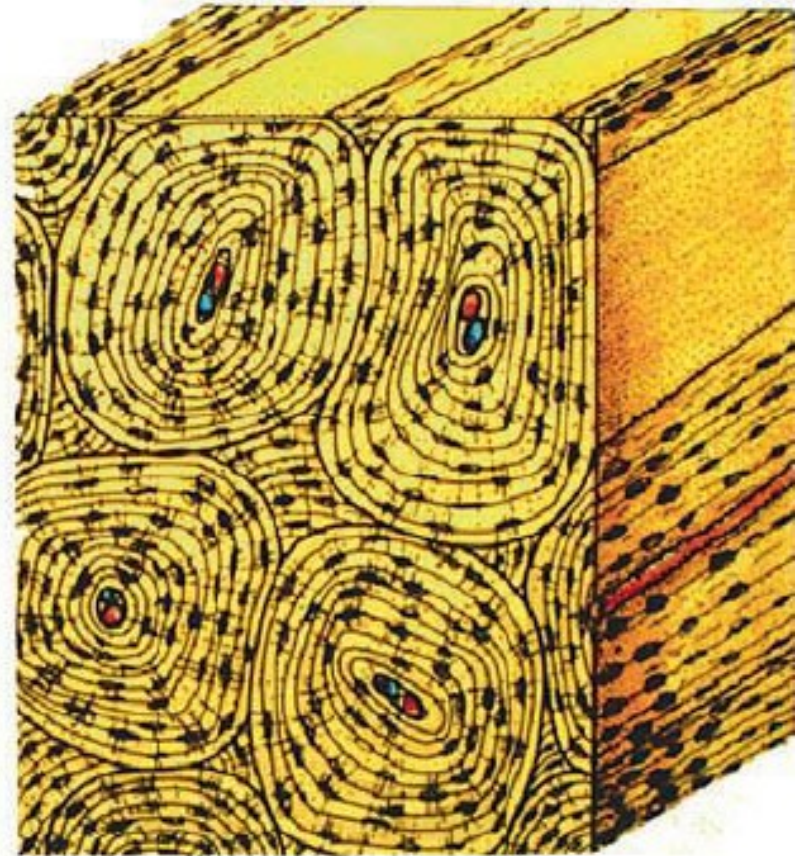
- **2 typy kostní tkáně:** /podle uspořádání kolagenních vláken/
 - **Fibrilární kost** - primární kost
 - **Lamelózní kost** - sekundární kost
 - **Kompaktní** – stěna diafýzy dlouhých kostí, povrch epifýzy dlouhých kostí, kompakta plochých kostí
 - **Spongiózní** /trabekulární/ - epifýzy dlouhých kostí, spongióza (diploe) plochých kostí

KOST



VLÁKNITÁ

- neuspořádaná struktura

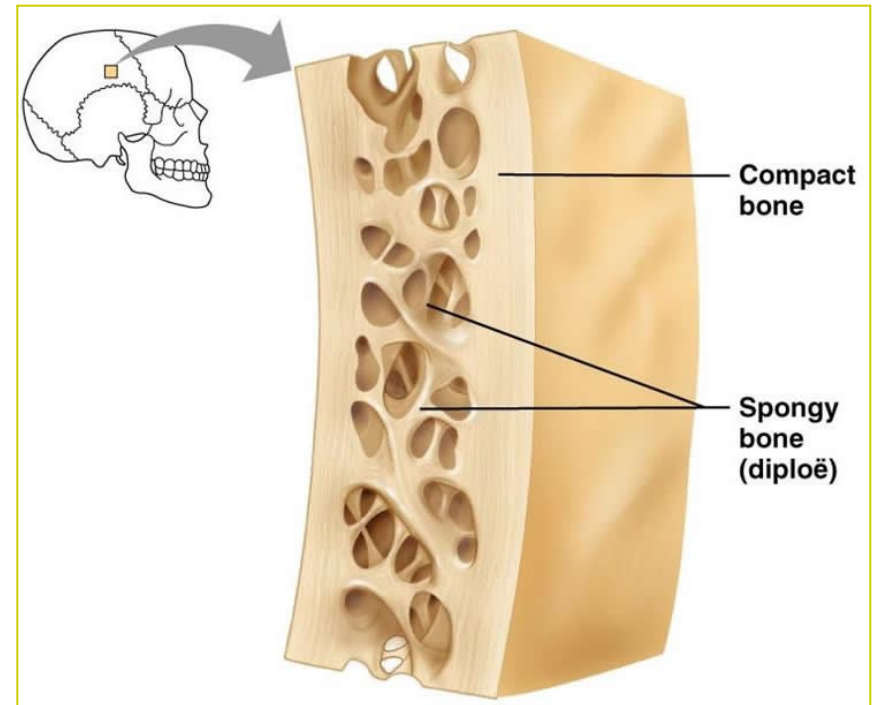
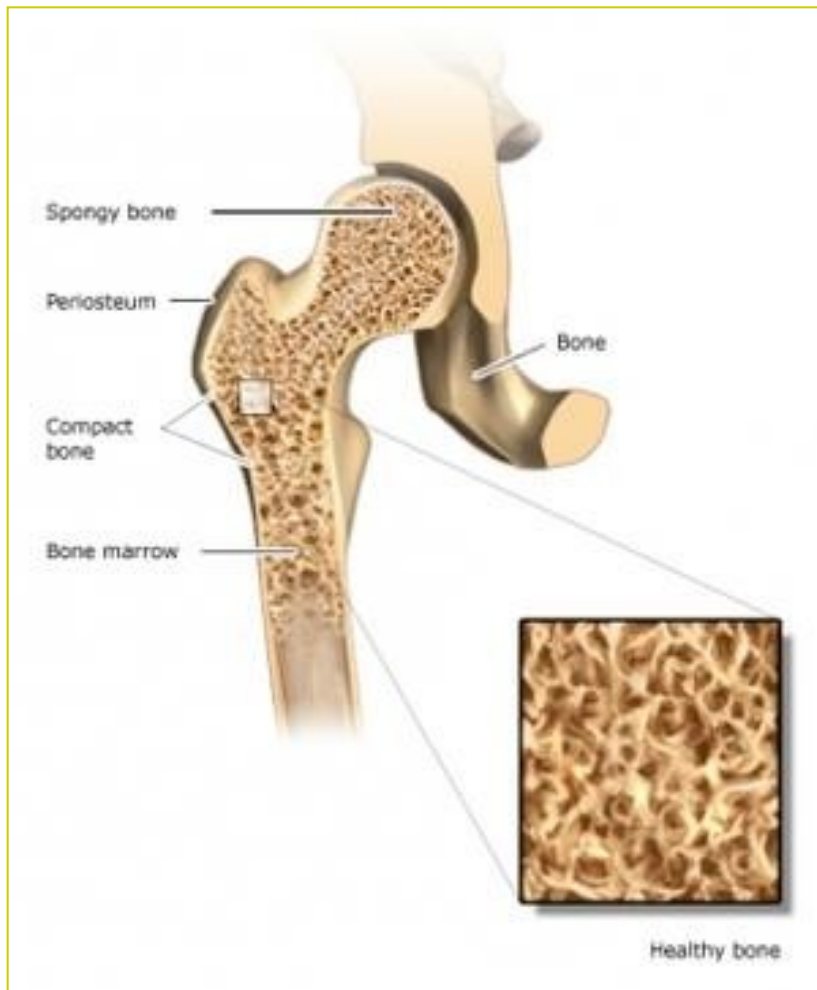
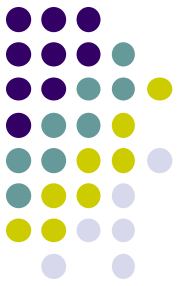


LAMELÓZNÍ

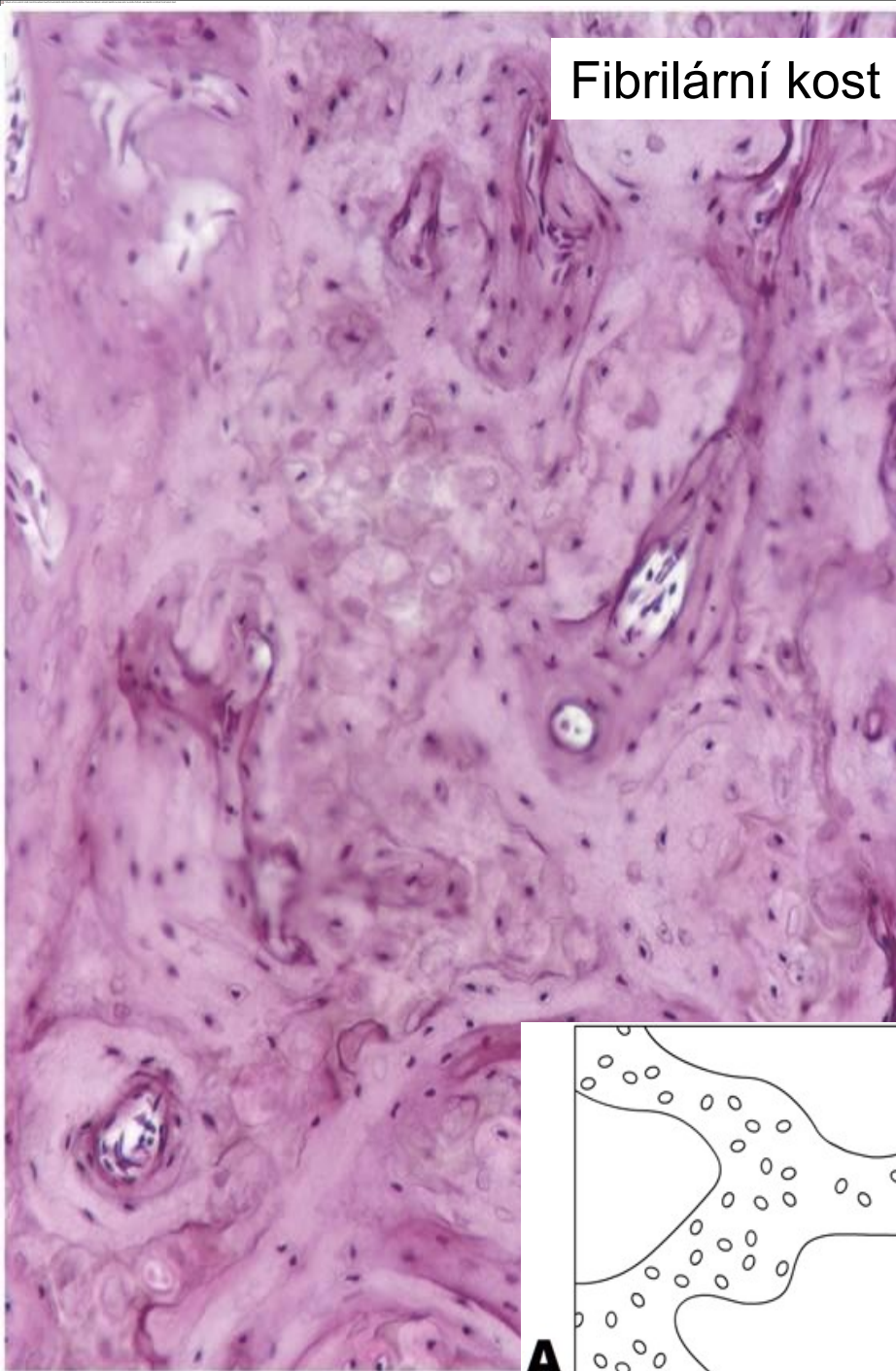
- uspořádaná, tvoří systémy lamel

KOST LAMELÓZNÍ

- KOMPAKTNÍ
- SPONGIÓZNÍ (TRABEKULÁRNÍ)



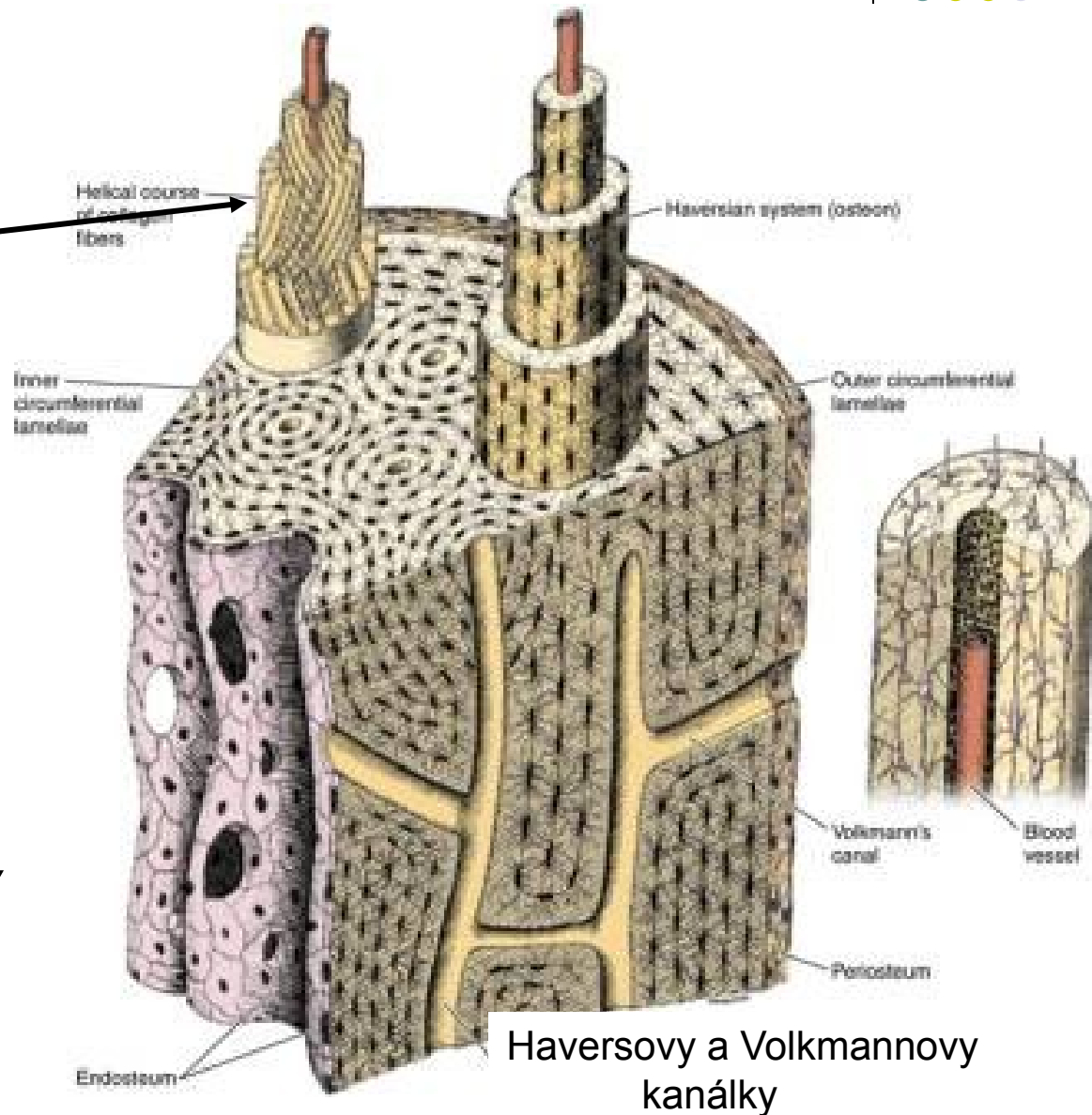
Fibrilární kost vs lamelární kost



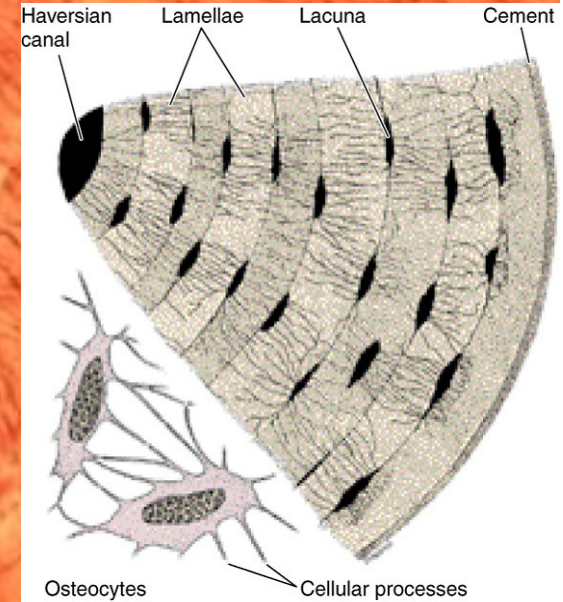
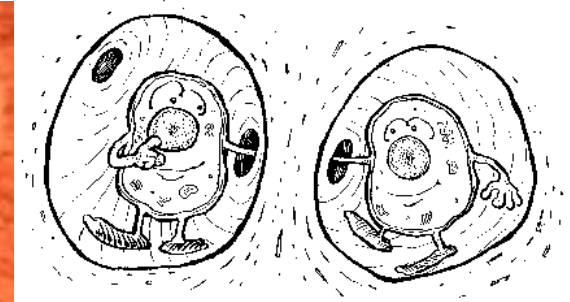
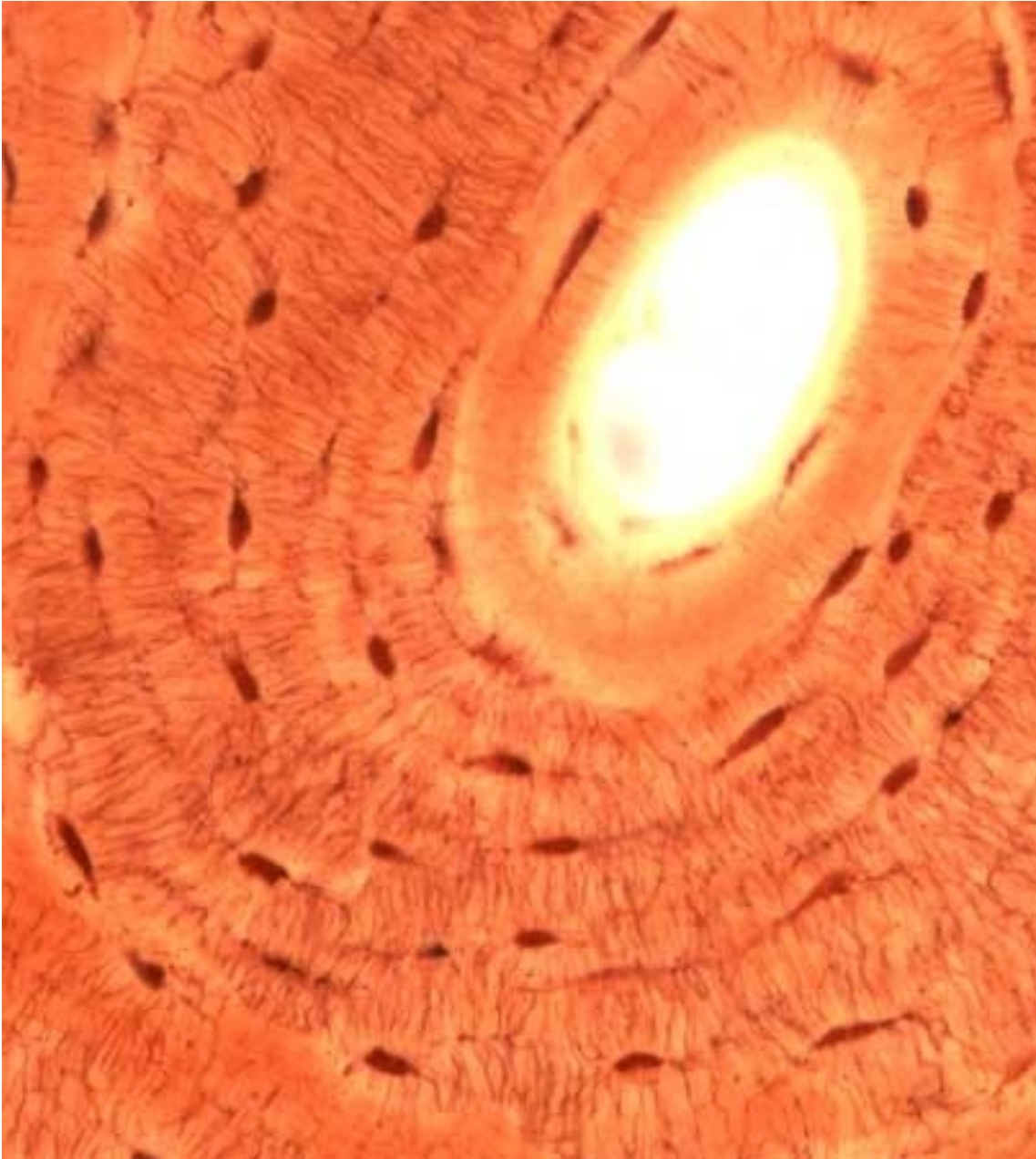
Lamelózní kost



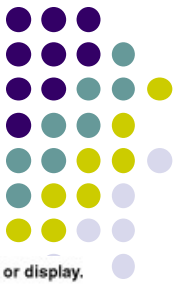
- **Lamely** – tenké ploténky, ve kterých jsou **kolagenní vlákna** pravidelně uspořádána, stmelena jsou amorfni hmotou
- **Haversovy systémy - osteony**
- **Plášťové lamely**
 - zevní
 - vnitřní
- **Intersticiální lamely**



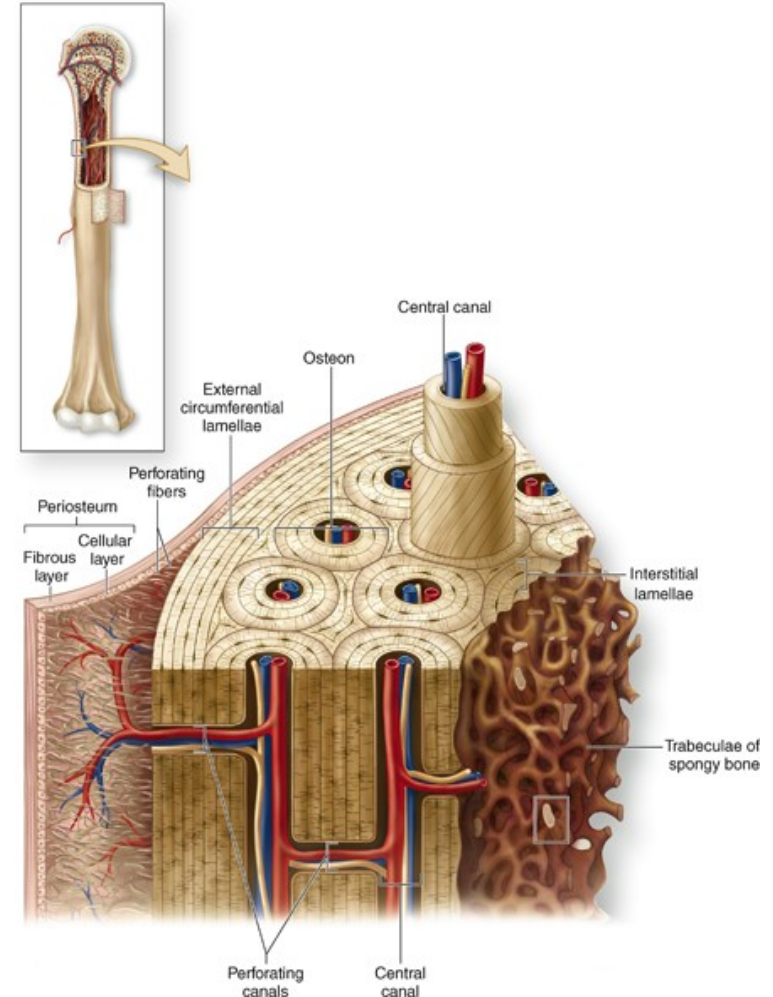
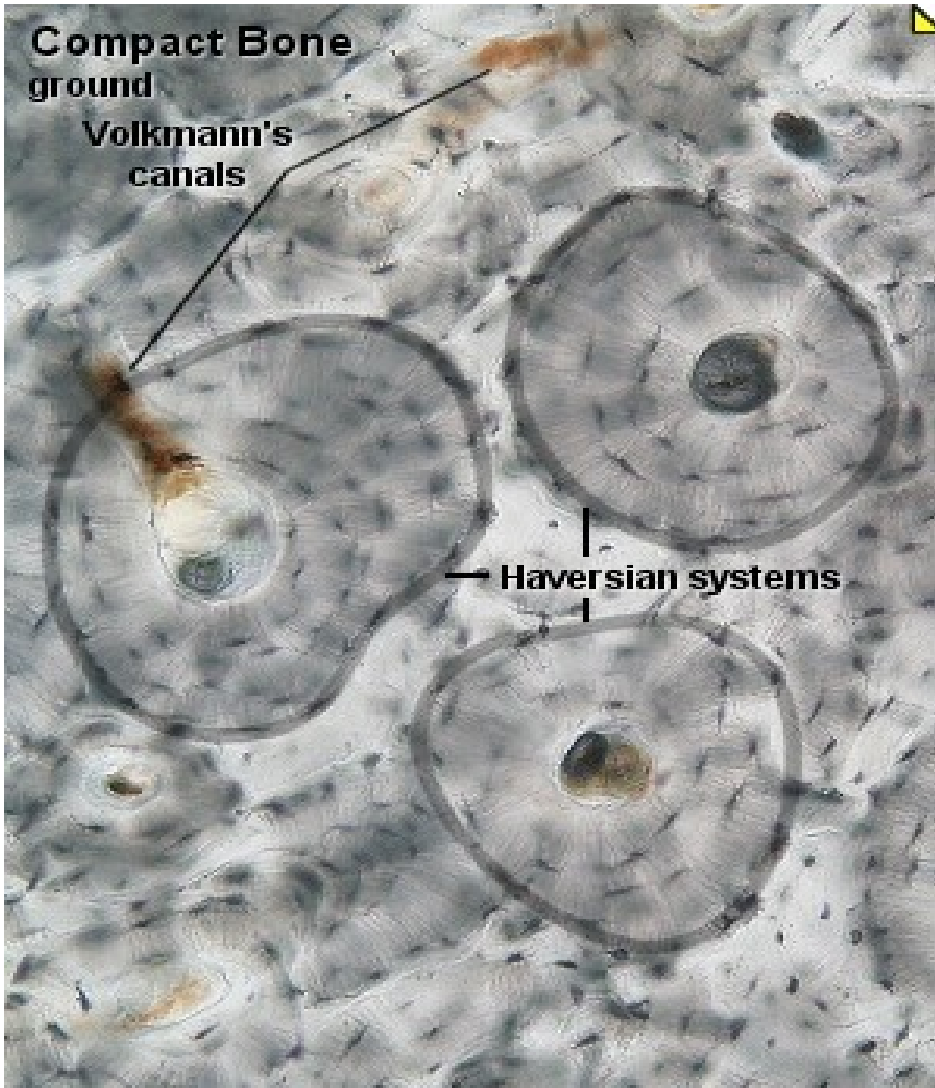
Haversův systém - osteon



Lamelózní kost – kompaktní

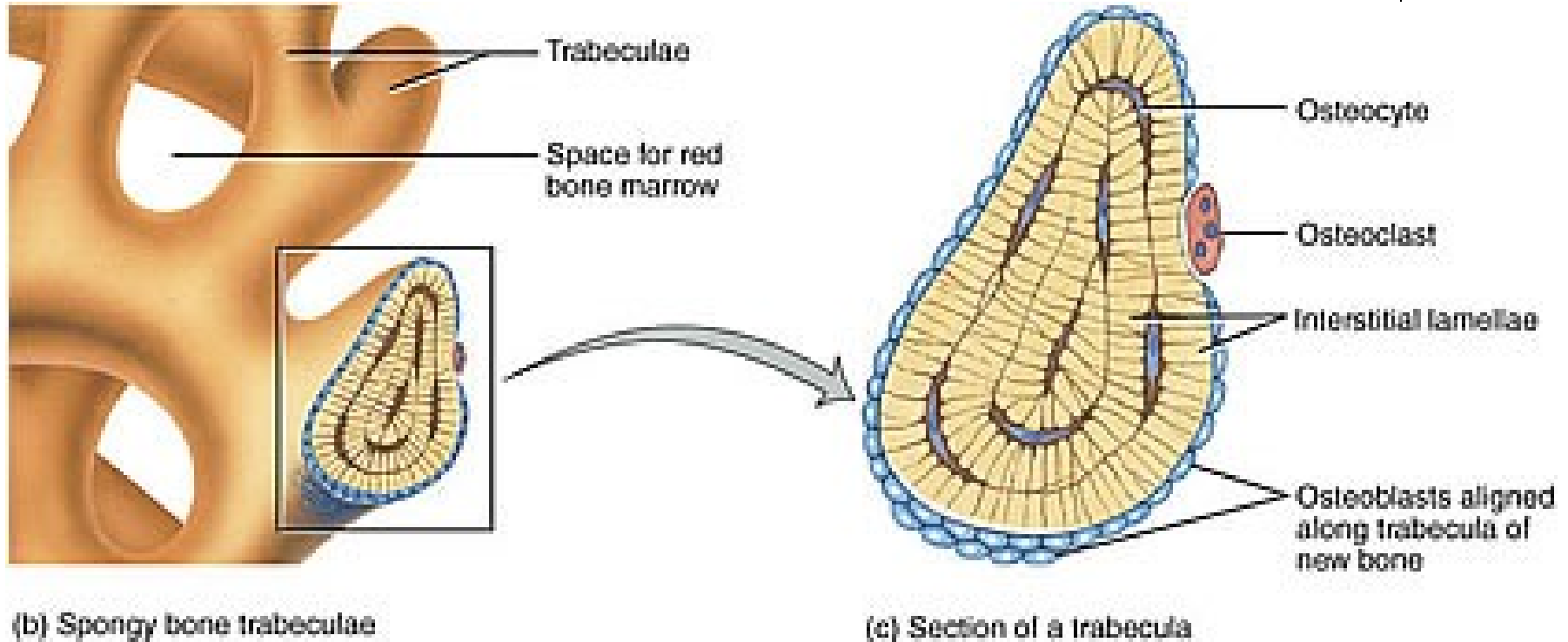
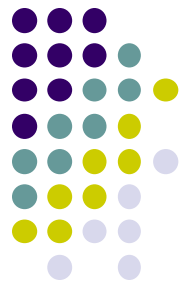


Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

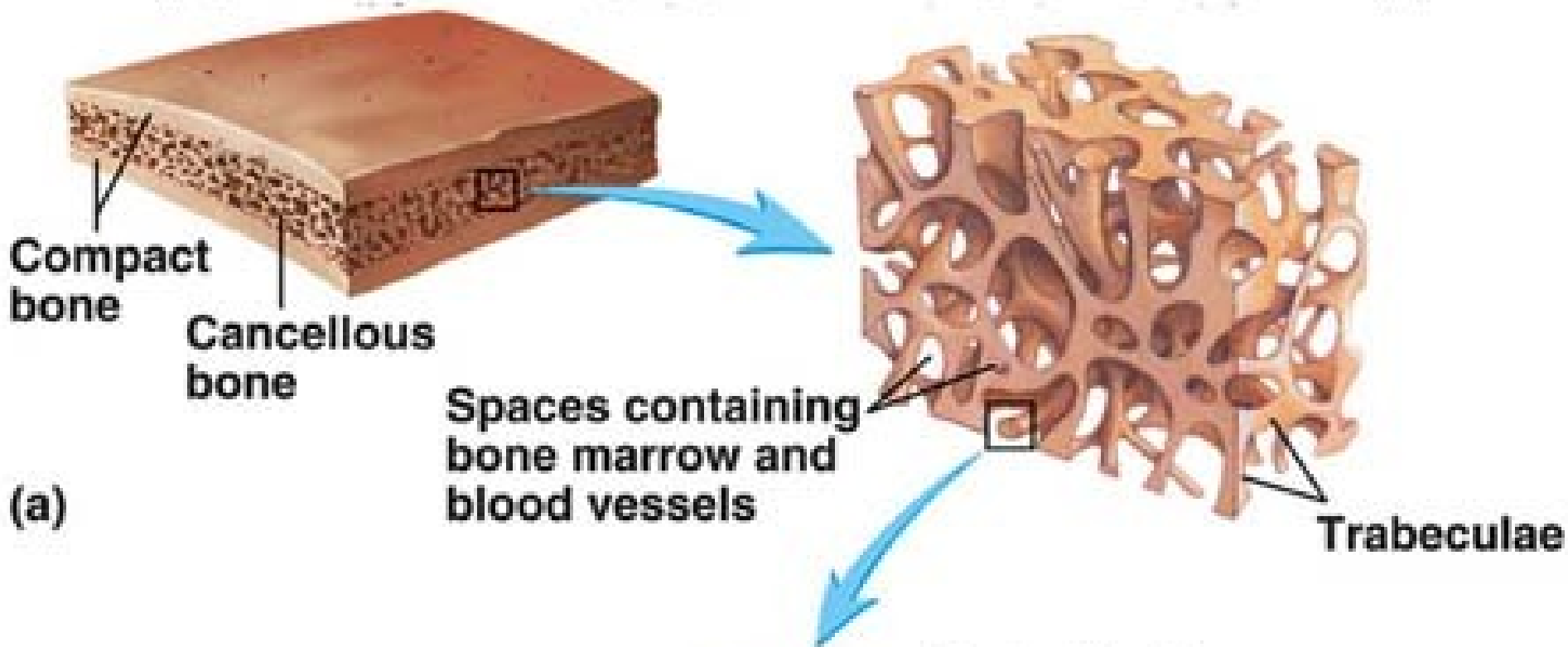


Haversovy a Volkmannovy kanálky

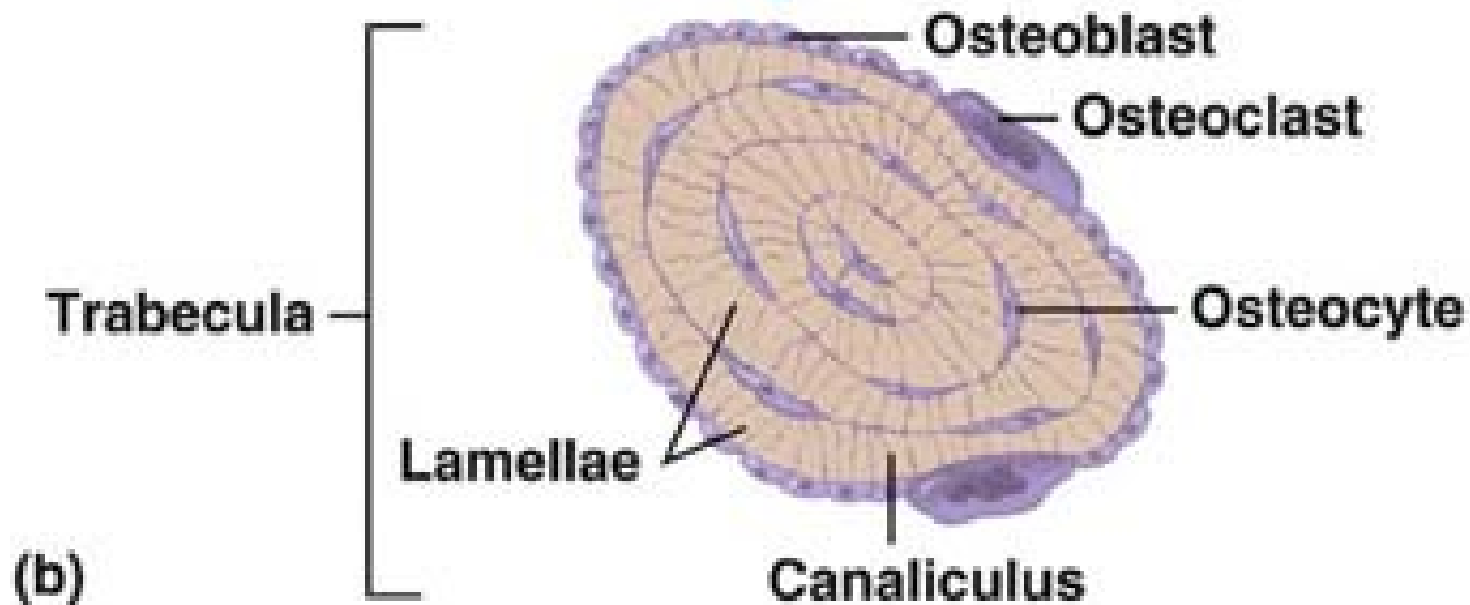
Lamelózní kost - spongiózní, HE



- Matrix je také deponována ve formě **lamel**, ale u spongiózy se **netvoří** Haversovy systémy.

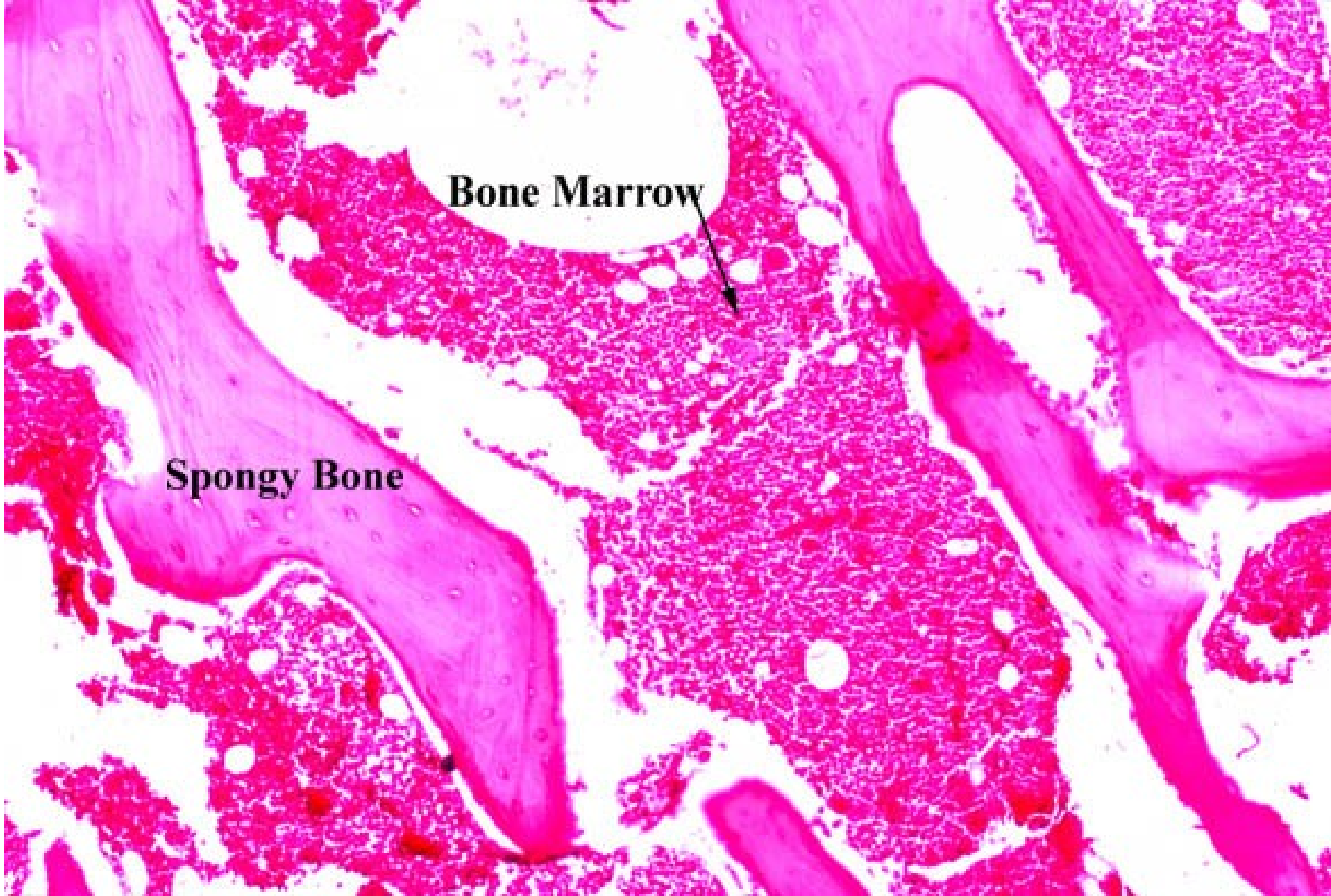


(a)



(b)

Lamelózní kost - spongiózní



Bone Marrow

Spongy Bone

Histogenese kostní tkáně



- **Endochondrální osifikace** – chrupavka slouží jako model pro tvorbu kostní tkáně
- **Perichondrální osifikace**
 - všechny dlouhé kosti, kosti nepravidelného tvaru /většina kostí/
- **Intramembranózní osifikace** – kost je tvořena přeměnou skupin mesenchymových buněk v osteoblasty
 - kosti lebky, části mandibuly a clavicula

Osifikace primární ⇒ primární kost (primitivní) = vláknitá

Osifikace sekundární ⇒ sekundární kost (definitivní) = lamelózní

Dezmogenní osifikace (intramembranózní)



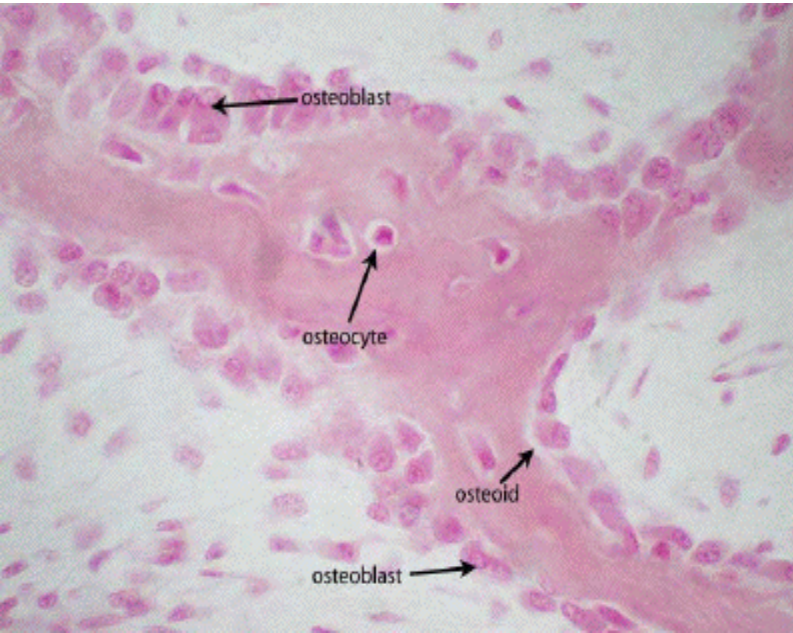
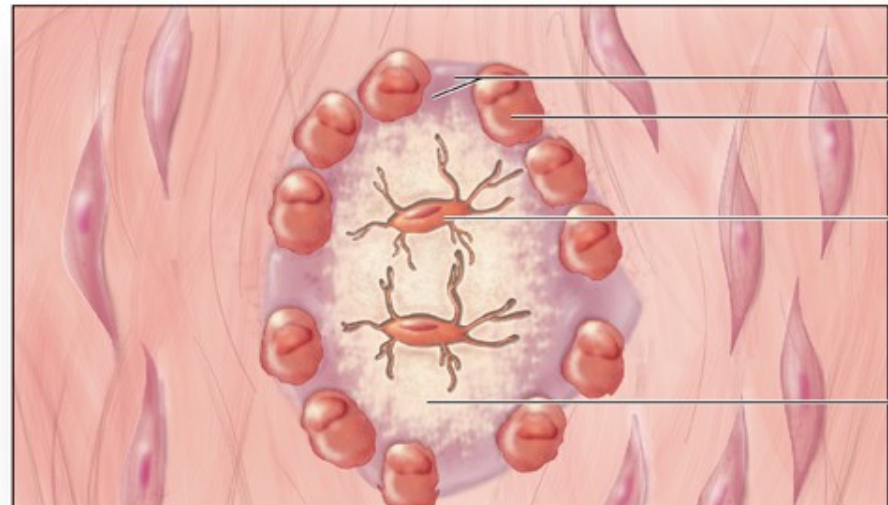
Kondenzace mezenchymu - primární osifikační centrum.

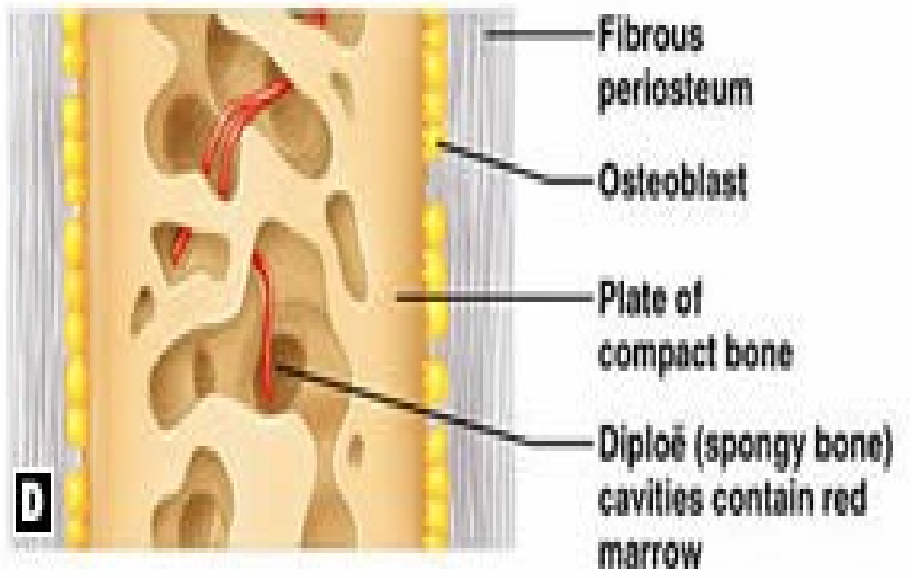
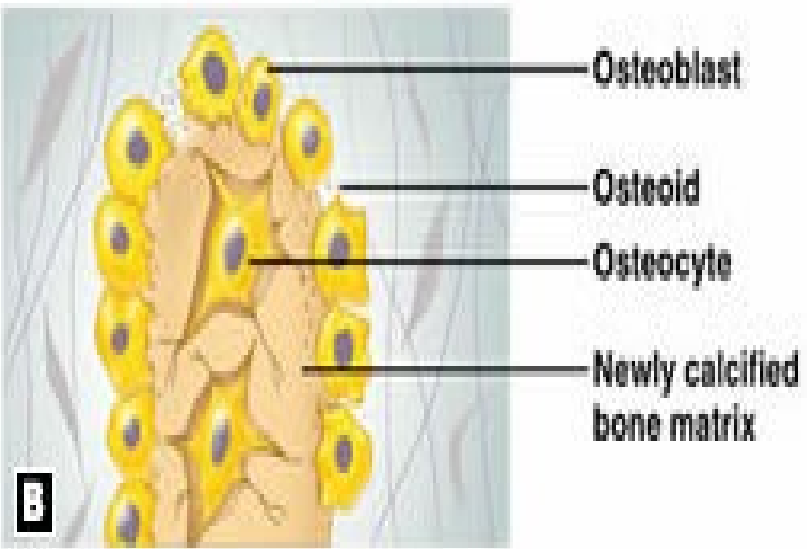
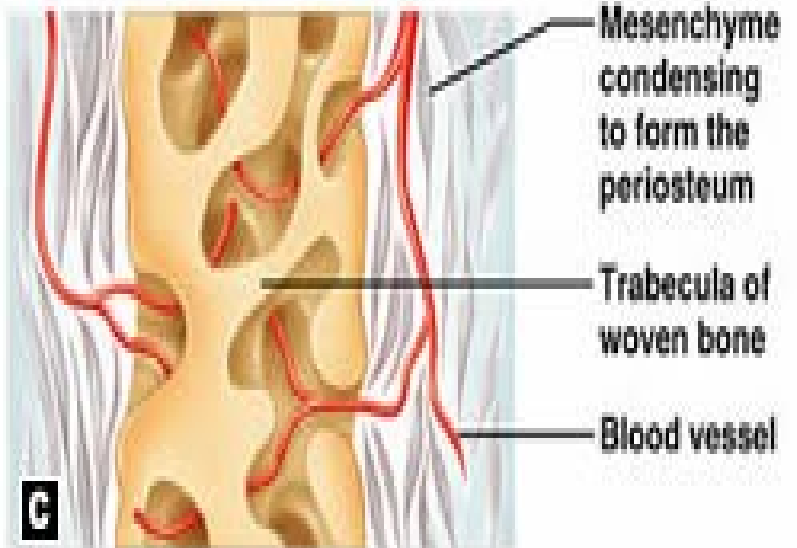
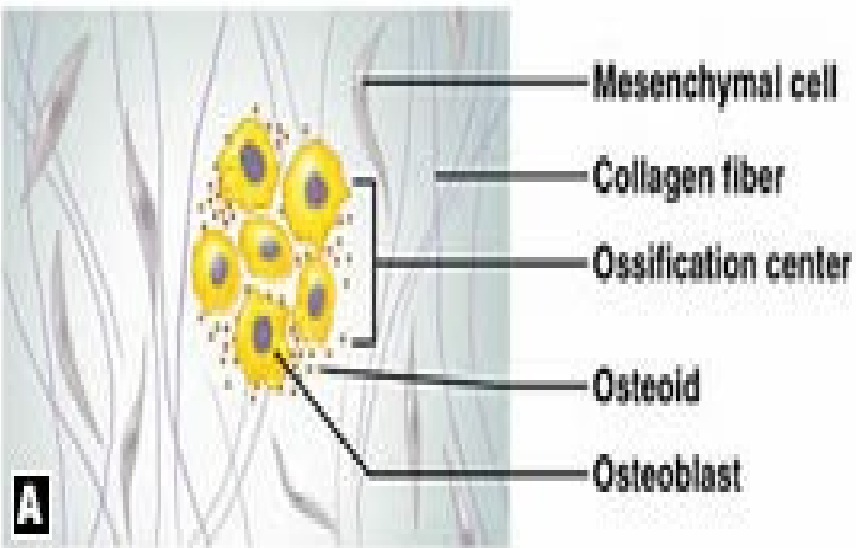
Diferenciace osteoblastů

Tvorba osteoidu

Kalcifikace

Spikula (kostní trámce) ←



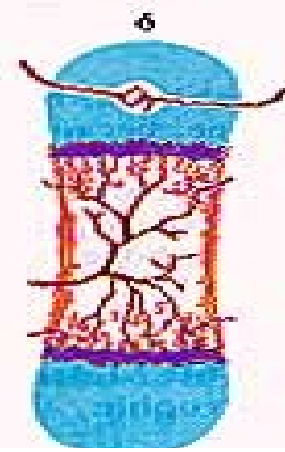
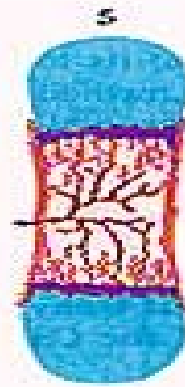




Osifikace en(do)chondrální

- **PERIOST** - cévy + osteoprogenitorní bb.
- Osteoprogenitorní bb. \Rightarrow osteoblasty (produkce intercel. matrix **OSTEOID**)
- Osteoid + minerály (= ossein)
- Osteoblasty v kostní matrix \Rightarrow osteocyty,
- Primární osifikace
- Sekundární osifikace

chrupavčitý model kosti

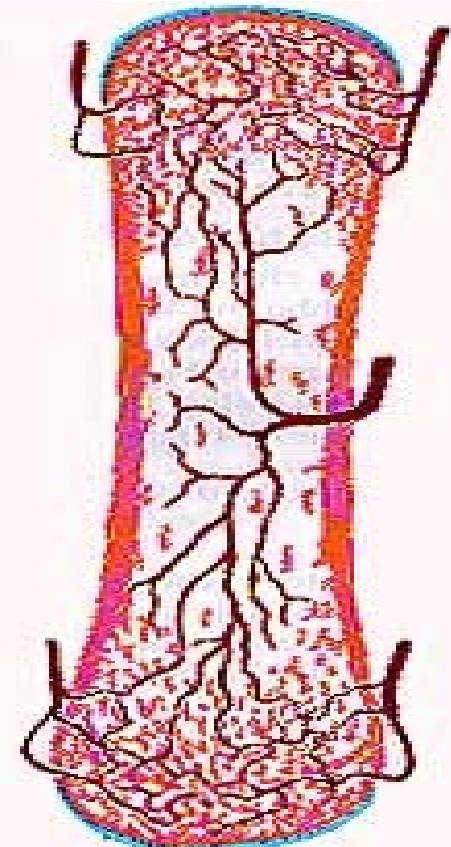
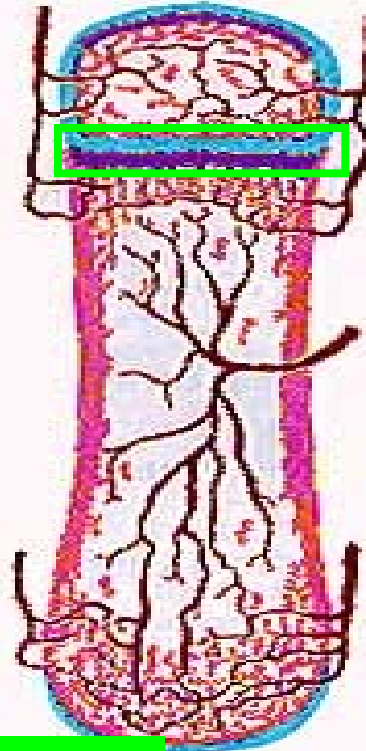
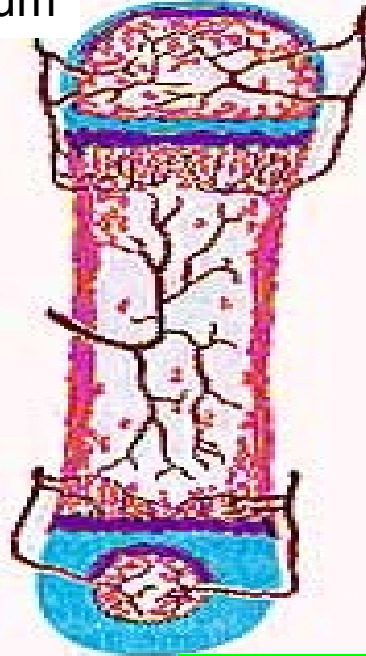
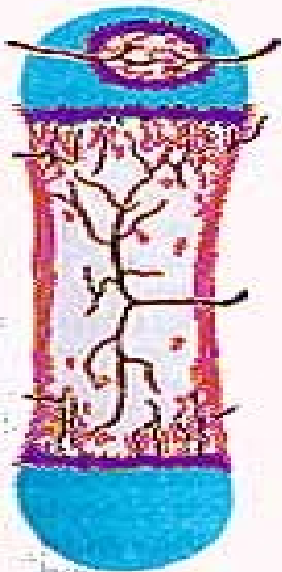


periostální
manžeta

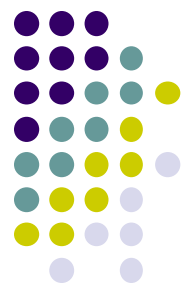
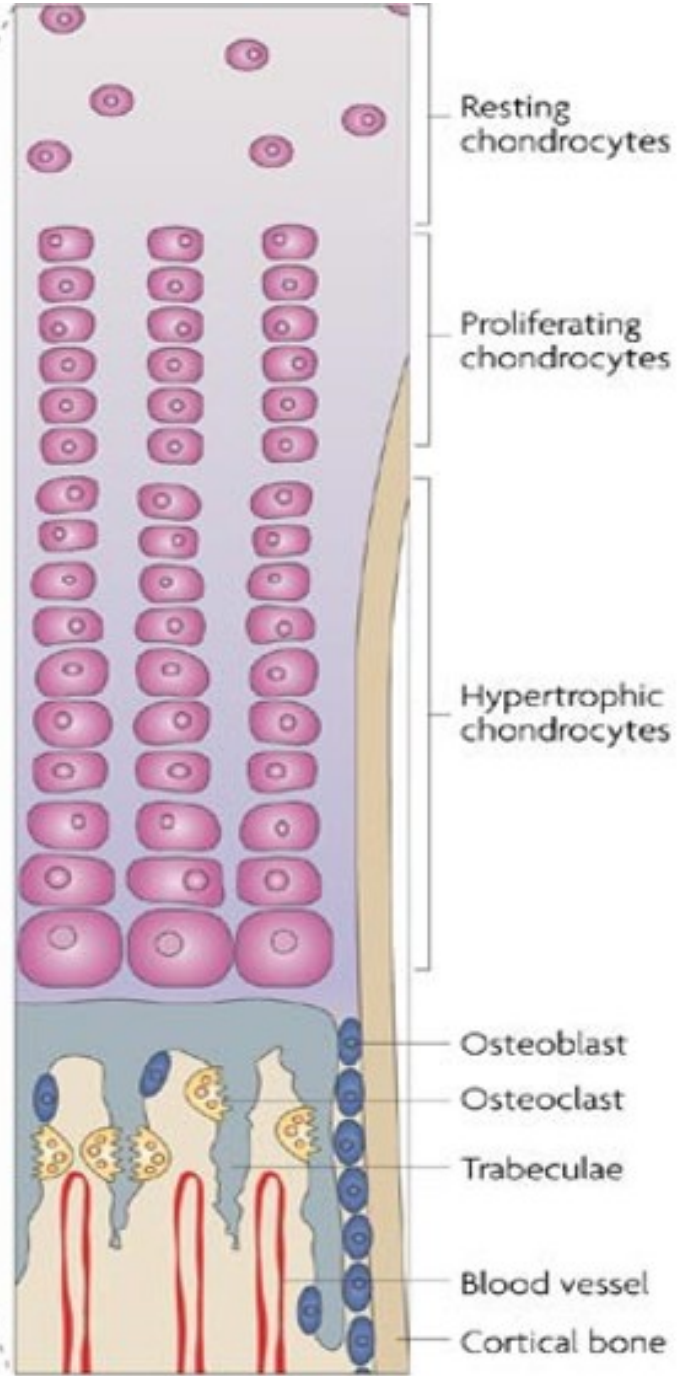
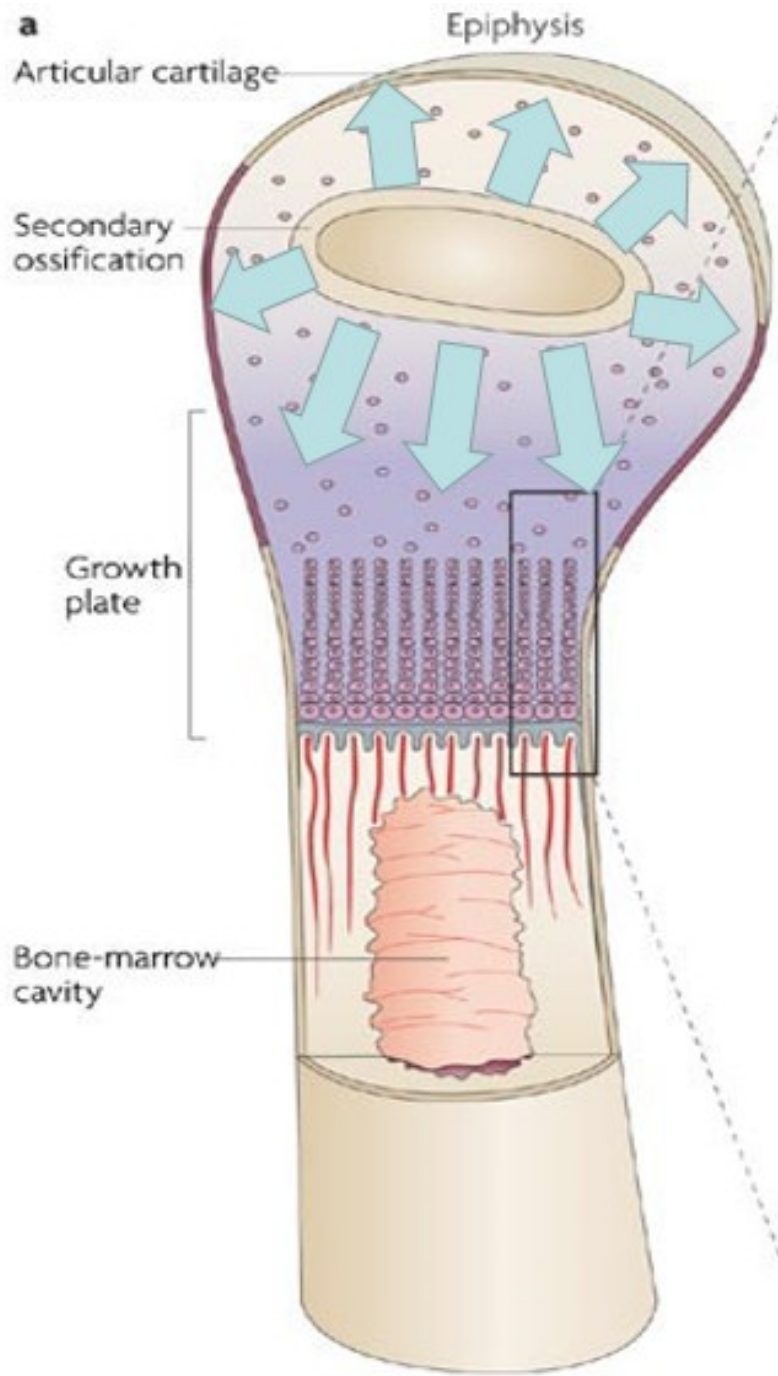
vaskularizace

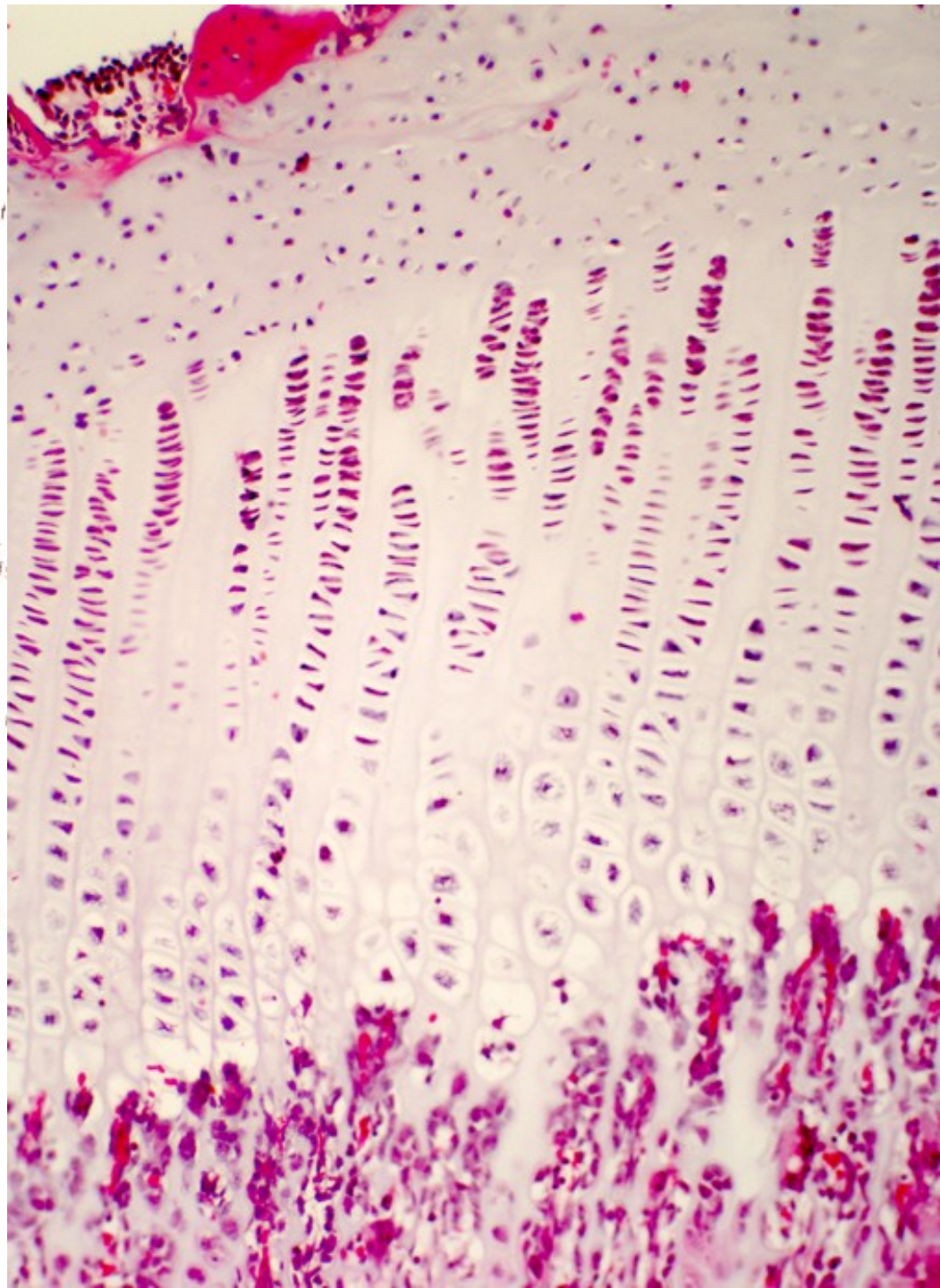
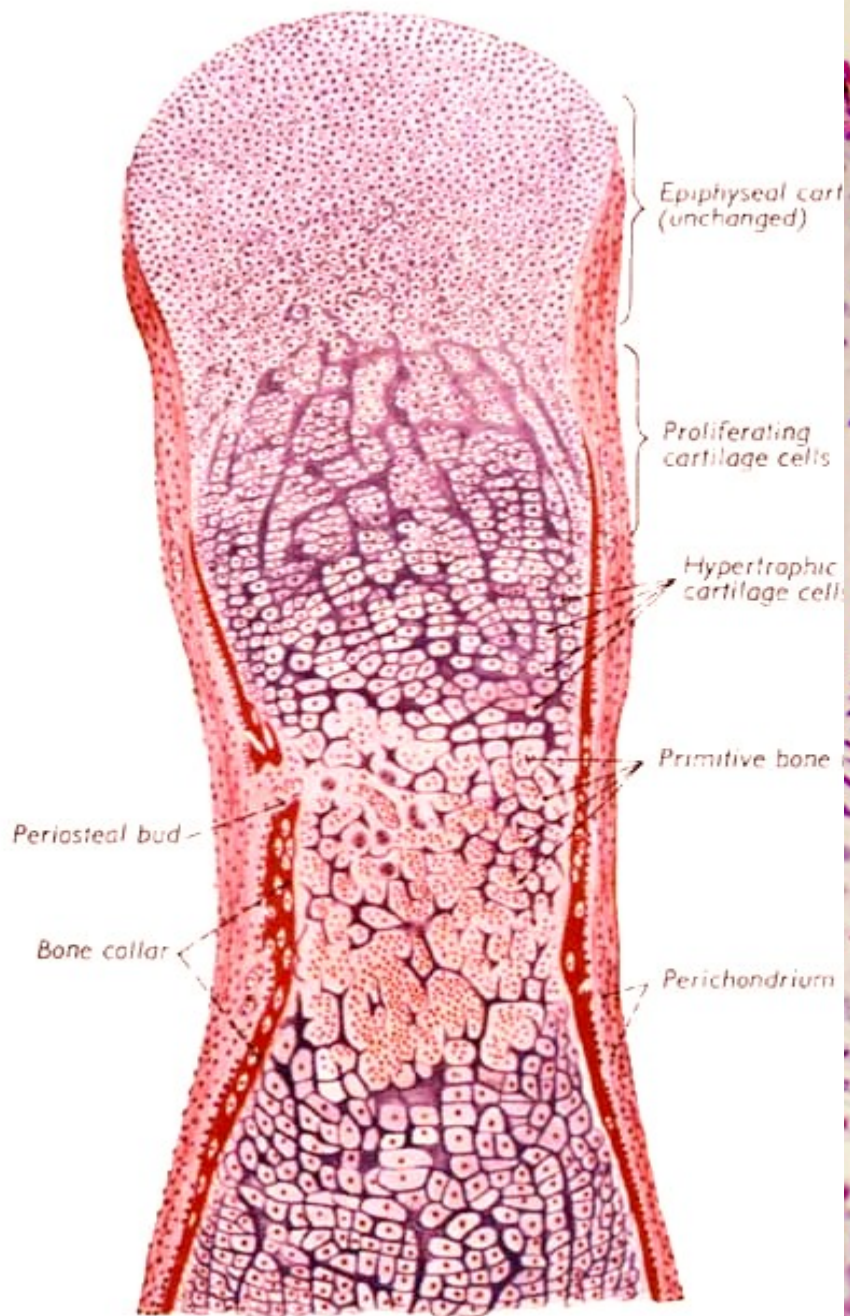
primární osifikační centrum

sekundární
osifikační centrum



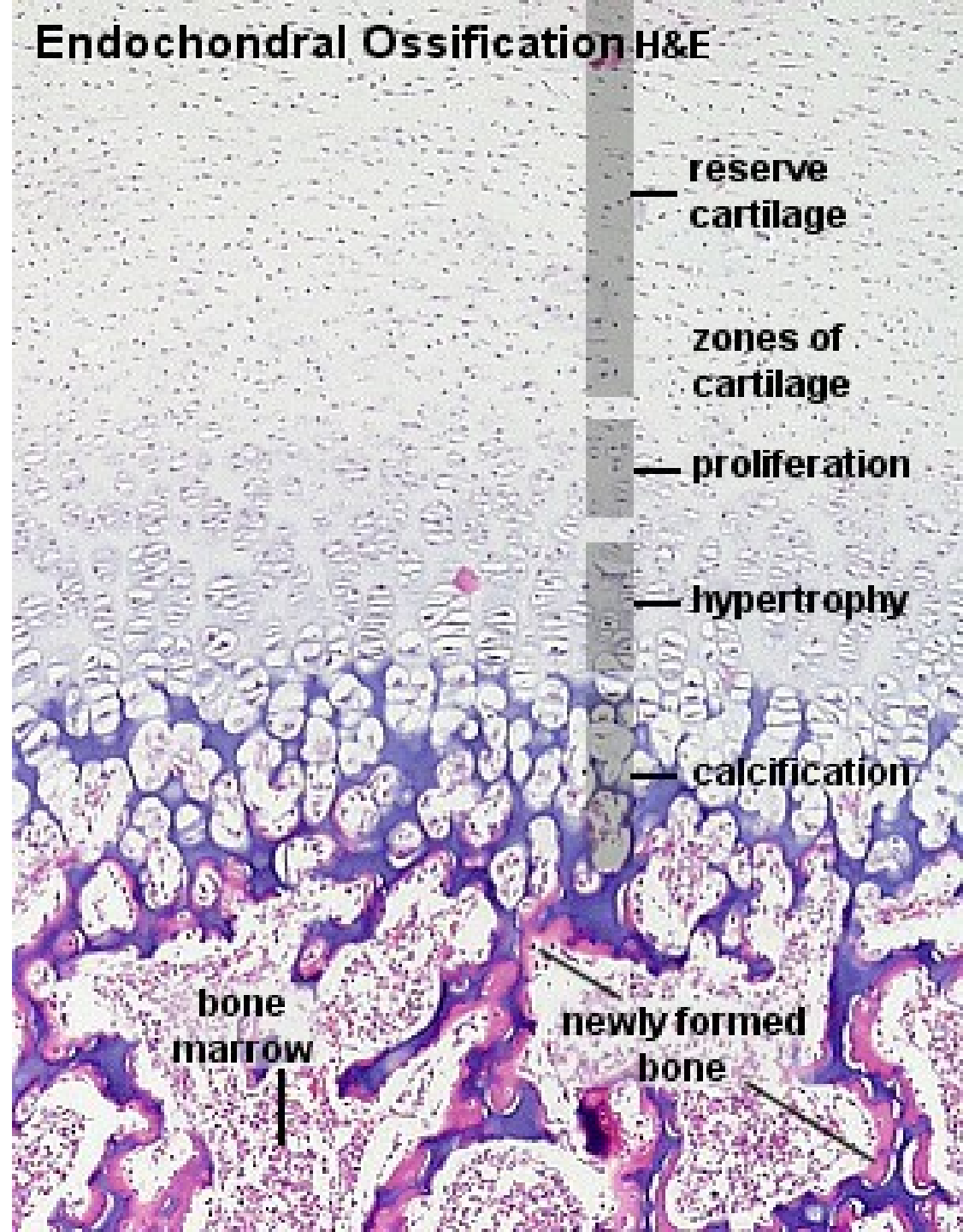
růstová ploténka

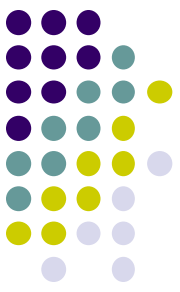




Endochondrální osifikace

- Zóna normální chrupavky
- Zóna rostoucí chrupavky
- Zóna hypertrofické chrupavky
- Zóna kalcifikace
- Linie eroze
- Zóna osifikace
- Zóna reabsorpce





Regulace růstu kostní tkáně

- Remodelace kostní tkáně – 10 %/ rok
- Osteoblasty a osteoklasty se navzájem ovlivňují a spolu tvoří stavební jednotku
- Růstový hormon z hypofýzy stimuluje proliferaci chondrocytů a osteoprogenitorních buněk
- Estrogeny zpomalují odbourávání kostní tkáně (↓E – osteoporosa)
- Parathormon příštítných tělísek – ↓Ca v kosti, ↑Ca v krvi, (aktivuje osteoblasty ⇒ osteoklasty)
- Kalcitonin ze štítné žlázy – ↑Ca v kosti, ↓Ca v krvi, (inhibuje osteoklasty)



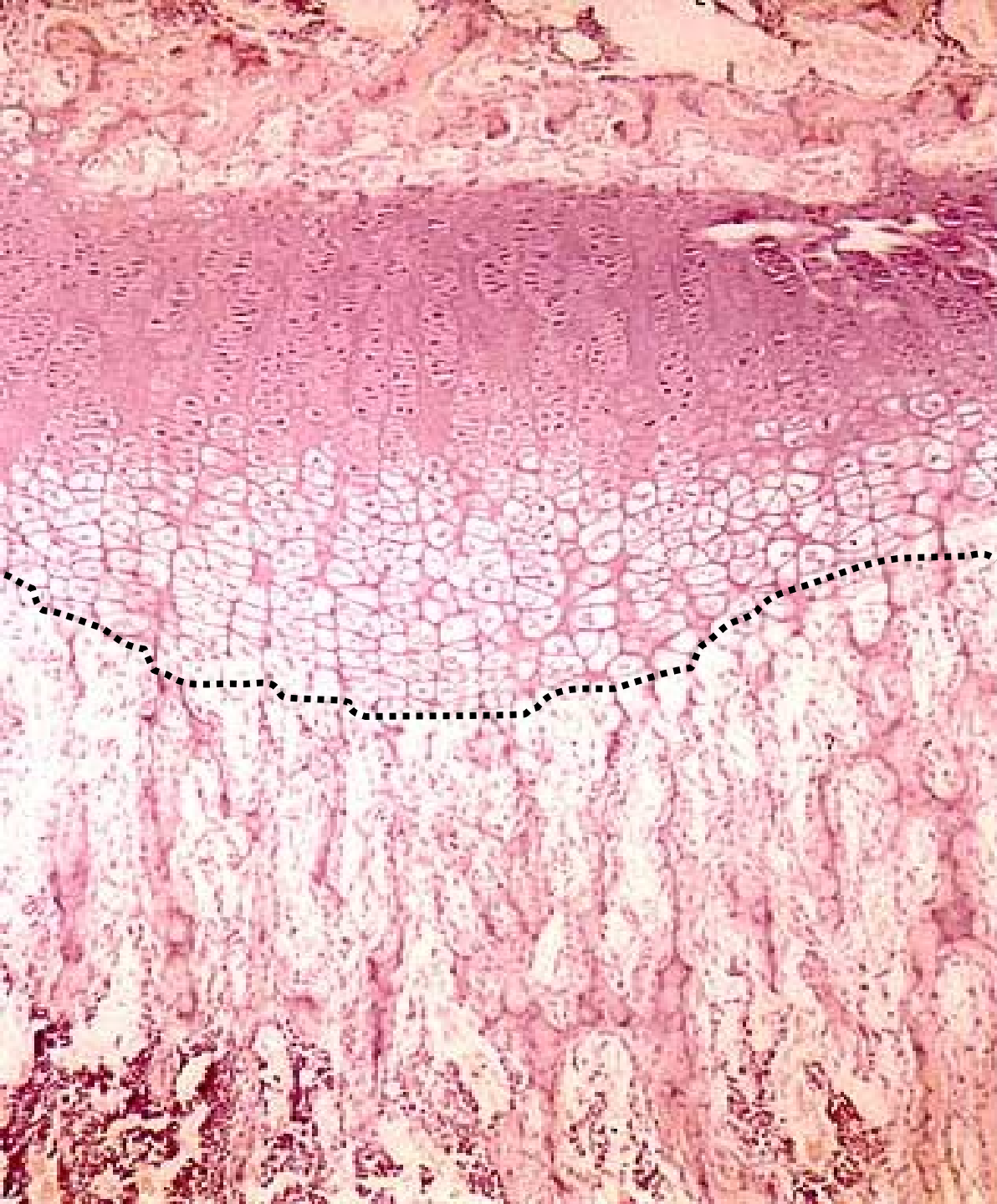
Děkuji za pozornost

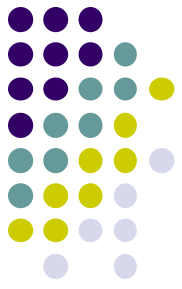
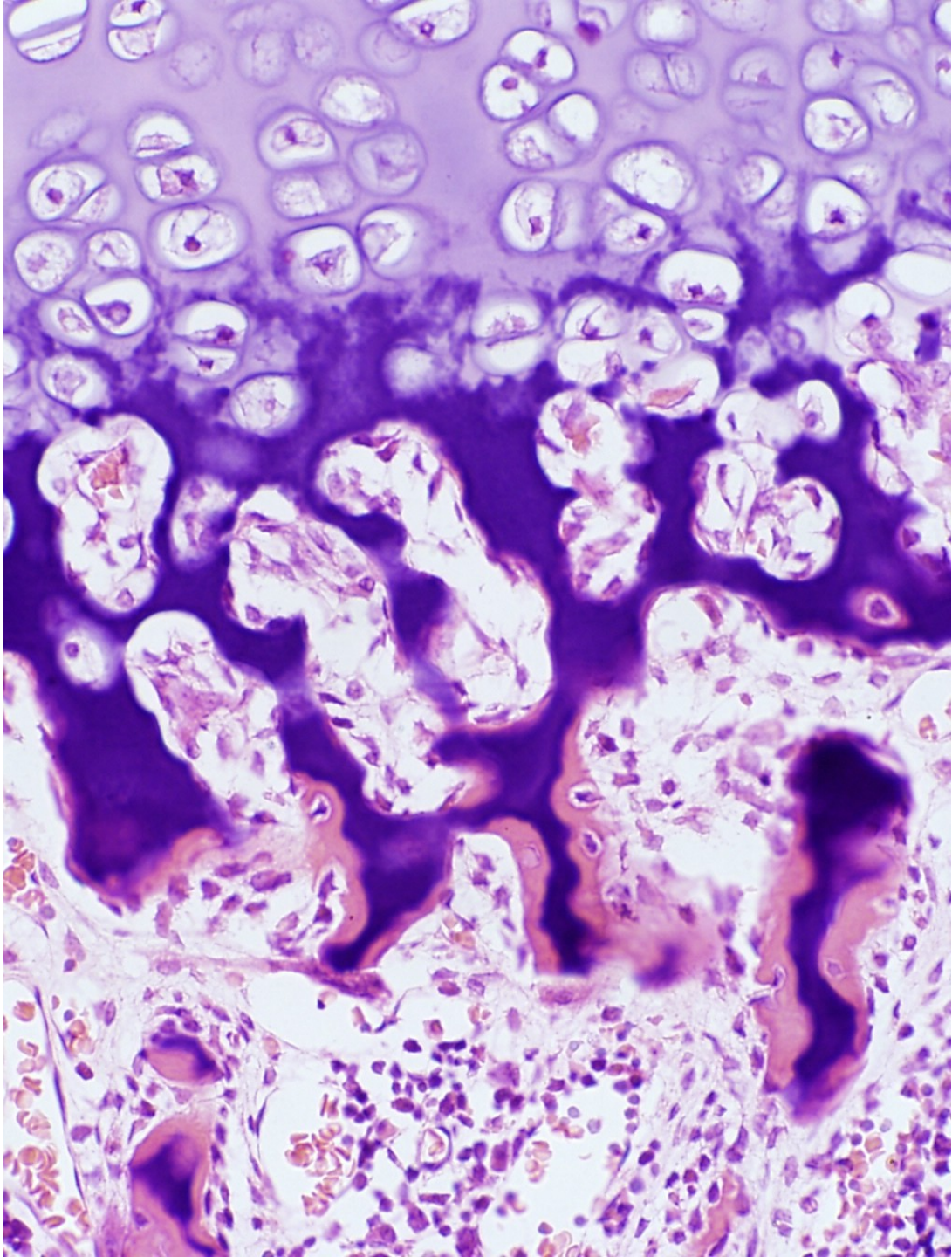
Následující obrázky
nejsou součástí přednášky

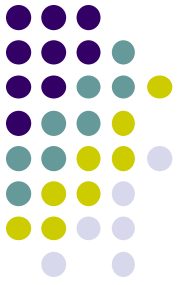
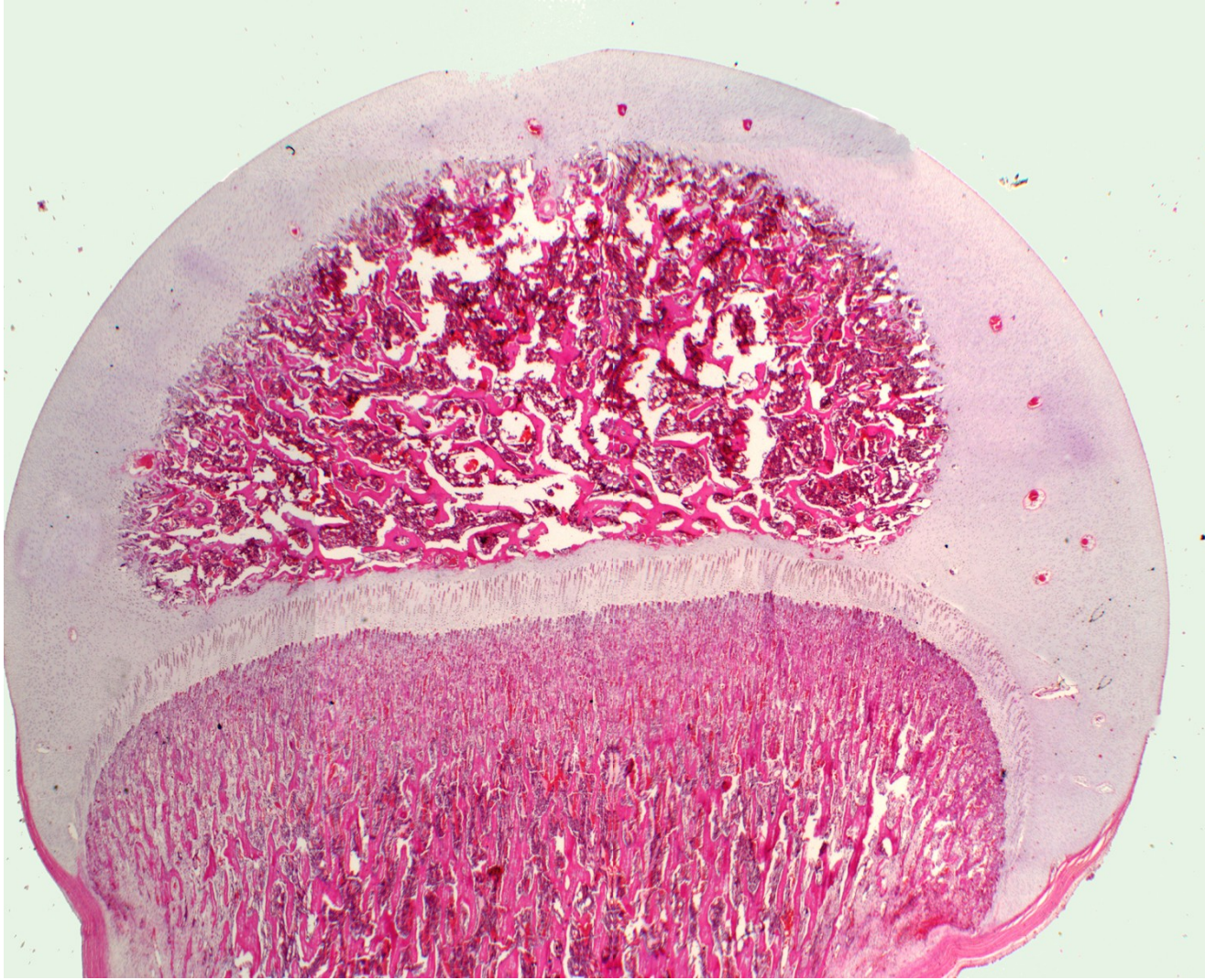


ZÓNY:

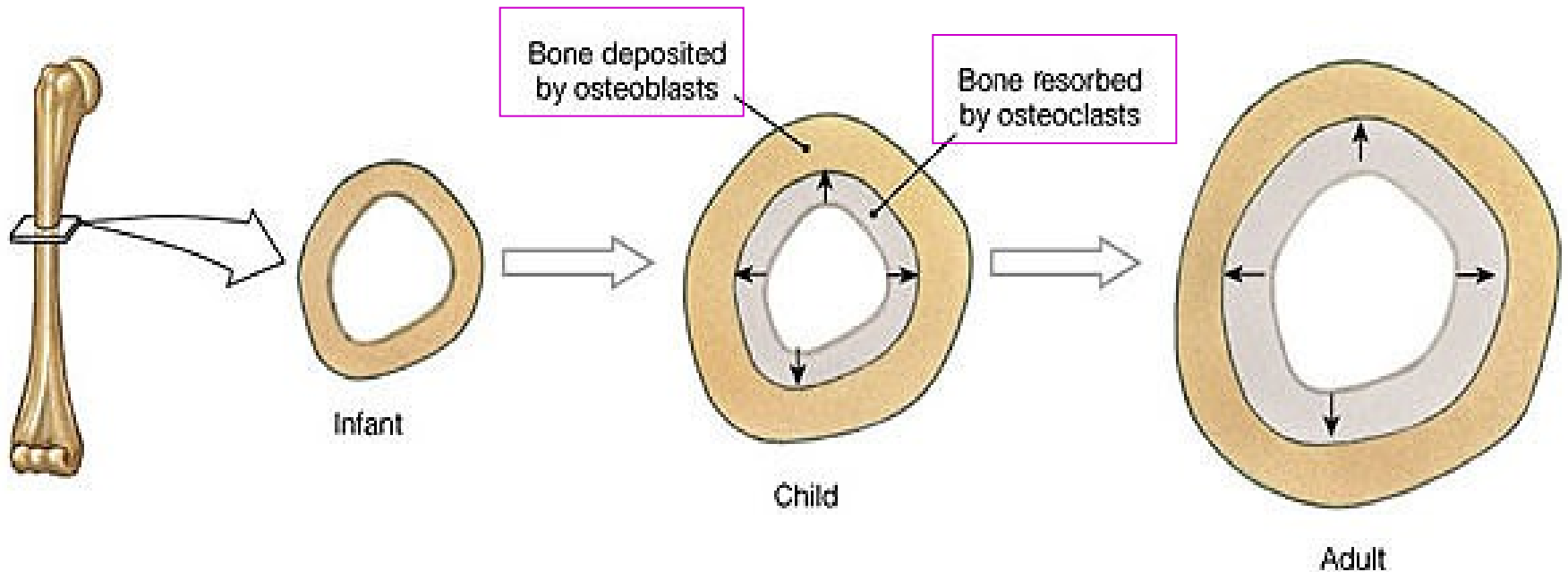
- normální chrupavka
- proliferující chrupavka
- hypertrofická chrupavka
- zvápenatělá chrupavka
- osteoidní zóna
- ossiformní zóna
- vláknitá kost
- zóna resorpce



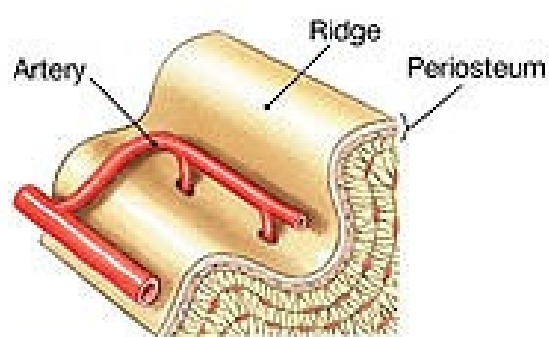
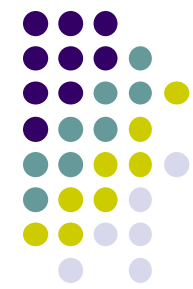




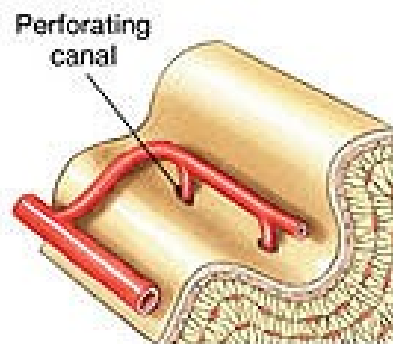
Růst kosti apozicí



(b) Appositional growth and remodeling



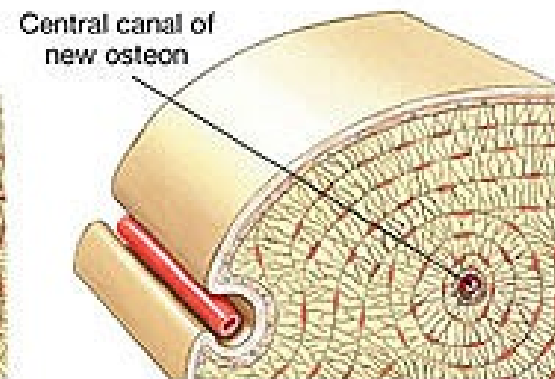
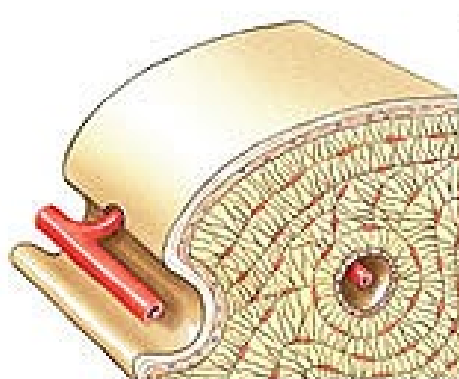
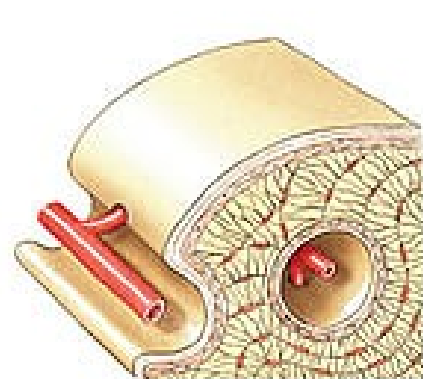
STEP 1:
Bone formation at the surface of the bone produces ridges that parallel a blood vessel.



STEP 2:
The ridges enlarge and create a deep pocket.



STEP 3:
The ridges meet and fuse, trapping the vessel inside the bone.



STEPS 4-6:
Bone deposition then proceeds inward toward the vessel, creating a typical osteon. Meanwhile, additional circumferential lamellae are deposited and the bone continues to increase in diameter. As it does, additional blood vessels will be encased.

(a) Steps in appositional bone growth

A



B



C



D



E

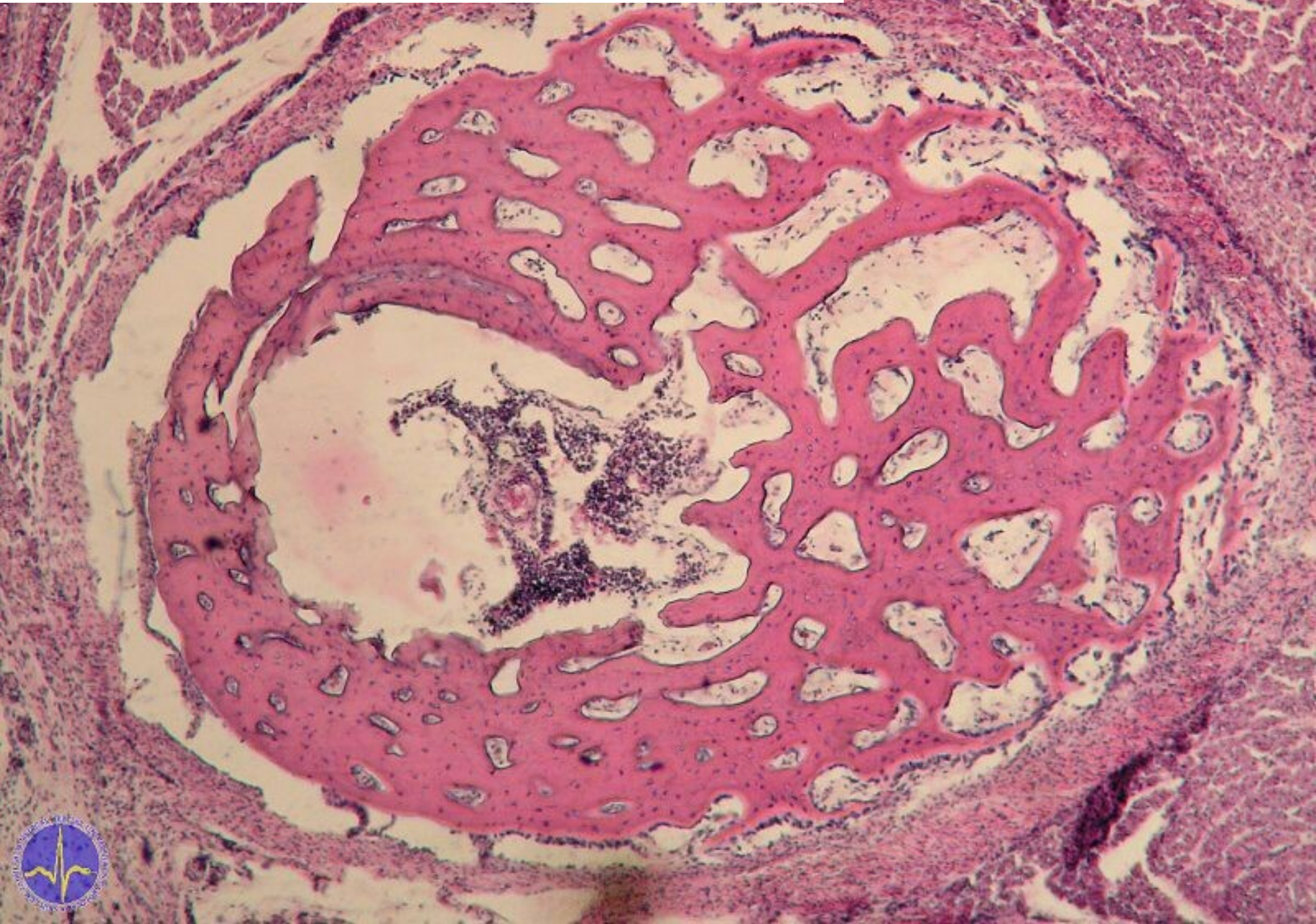


Carpal bones

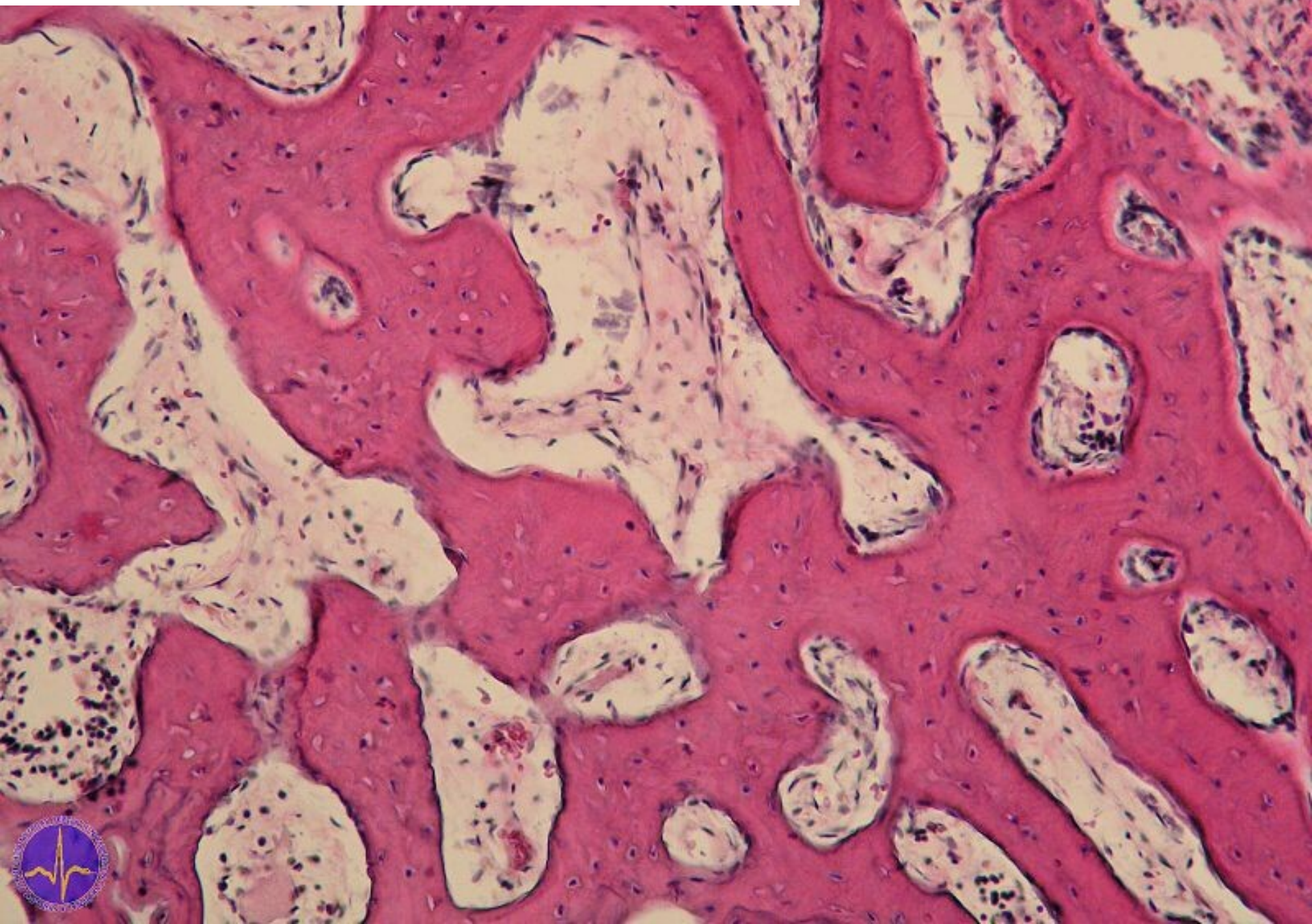
Určení kostního věku dítěte



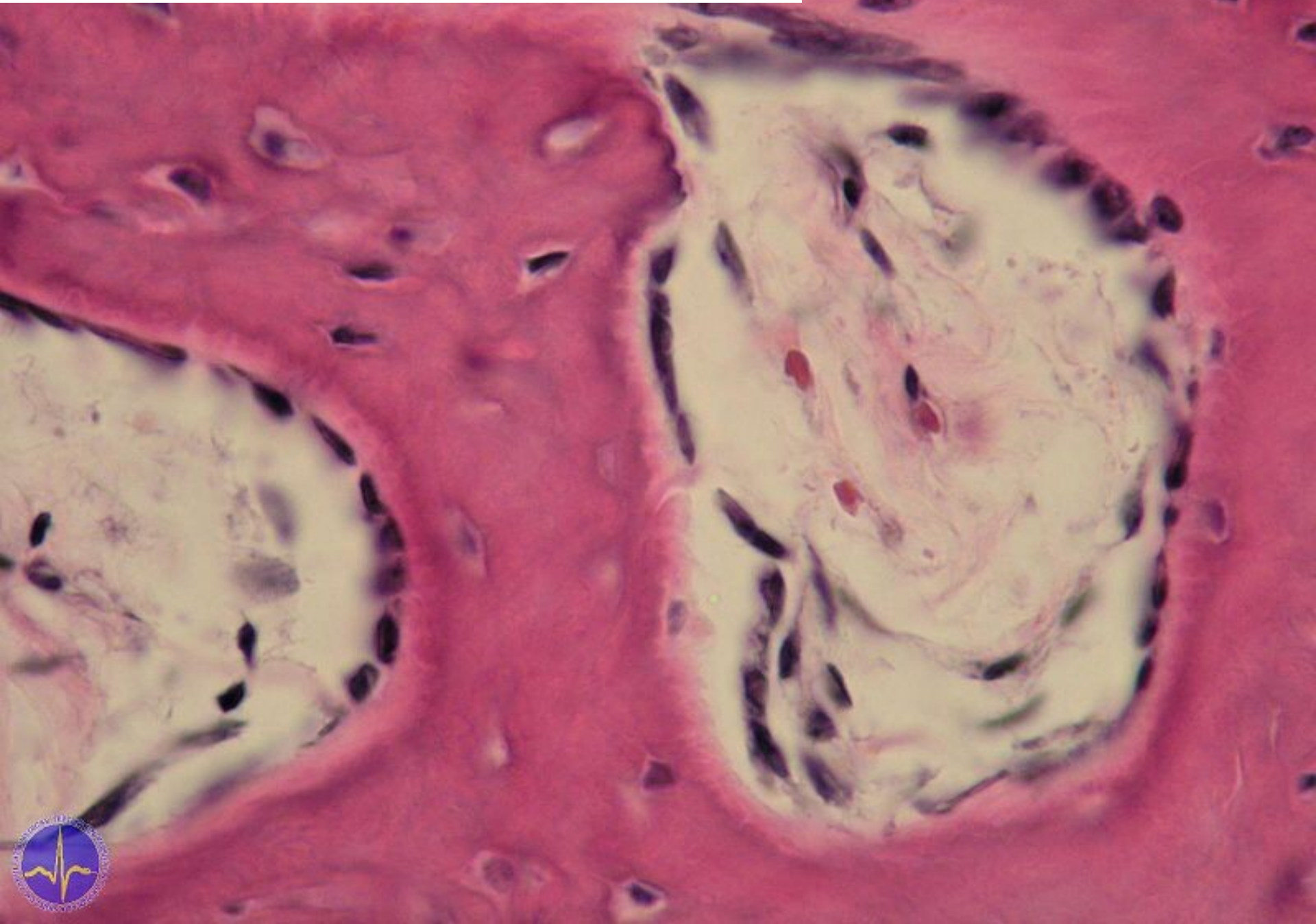
Primární kost - vláknitá (příčně, přehled)



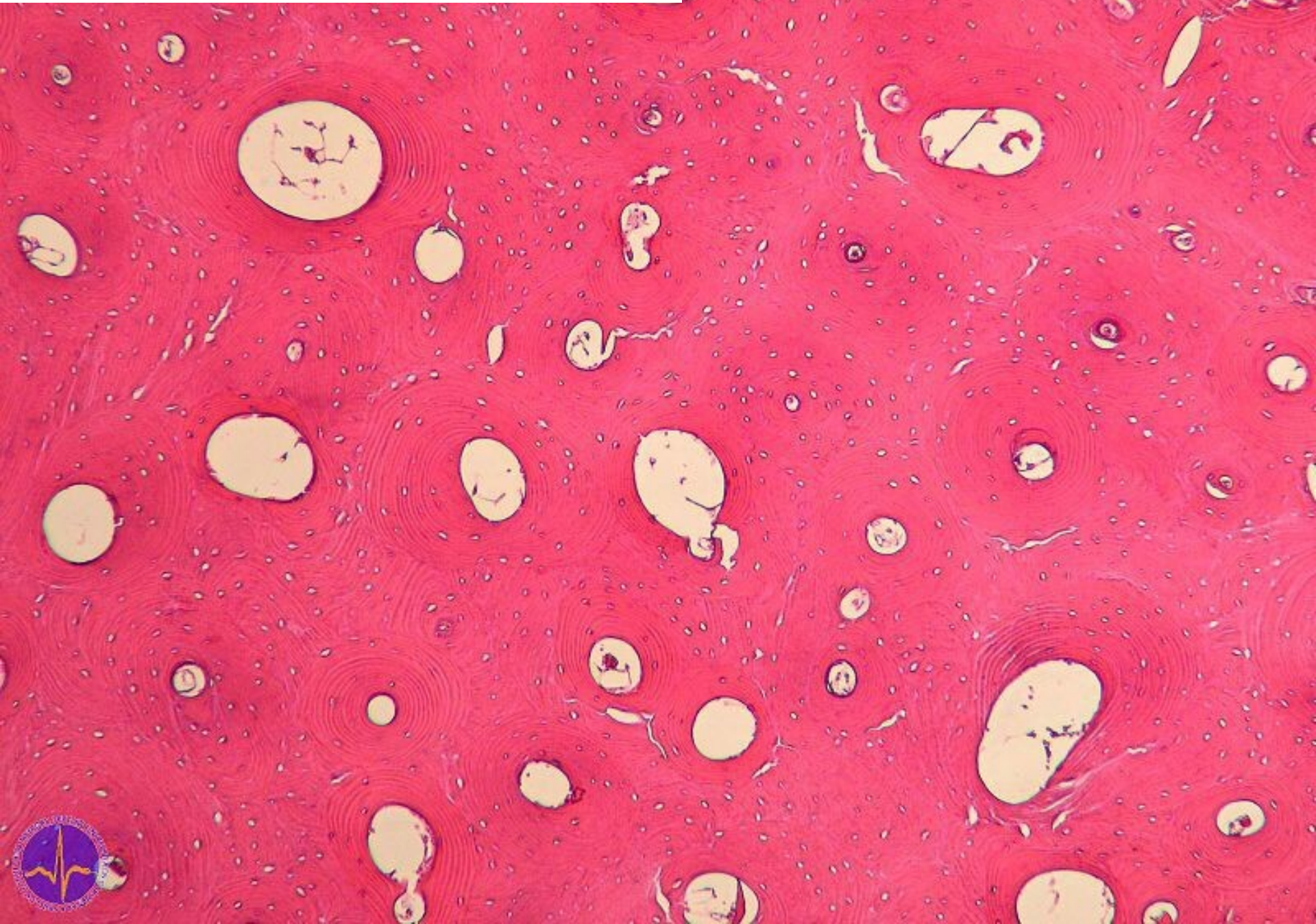
Primární kost - vláknitá (příčně, detail)



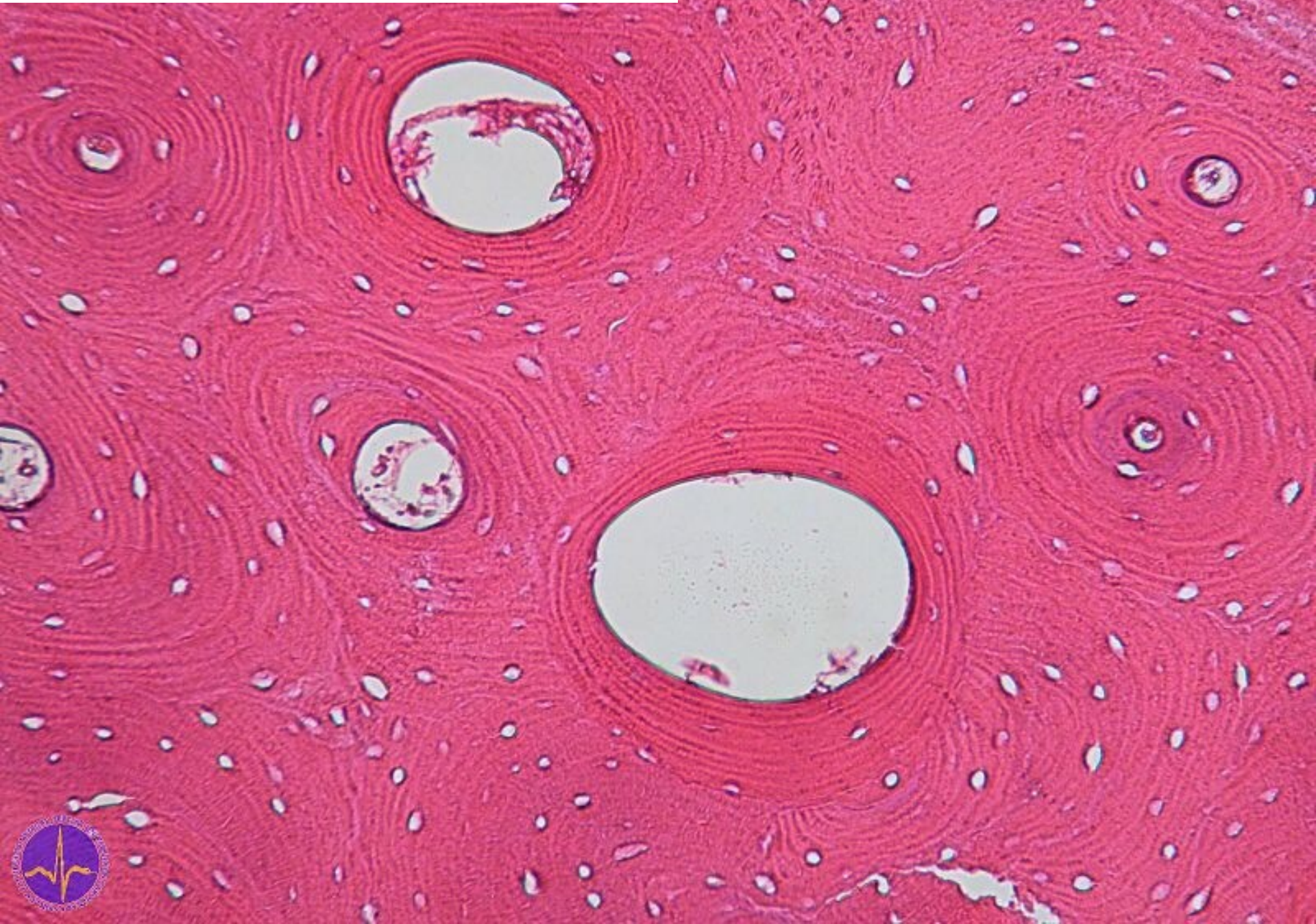
Primární kost - vláknitá (příčně, detail)



Lamelózní kost (příčně, přehled)

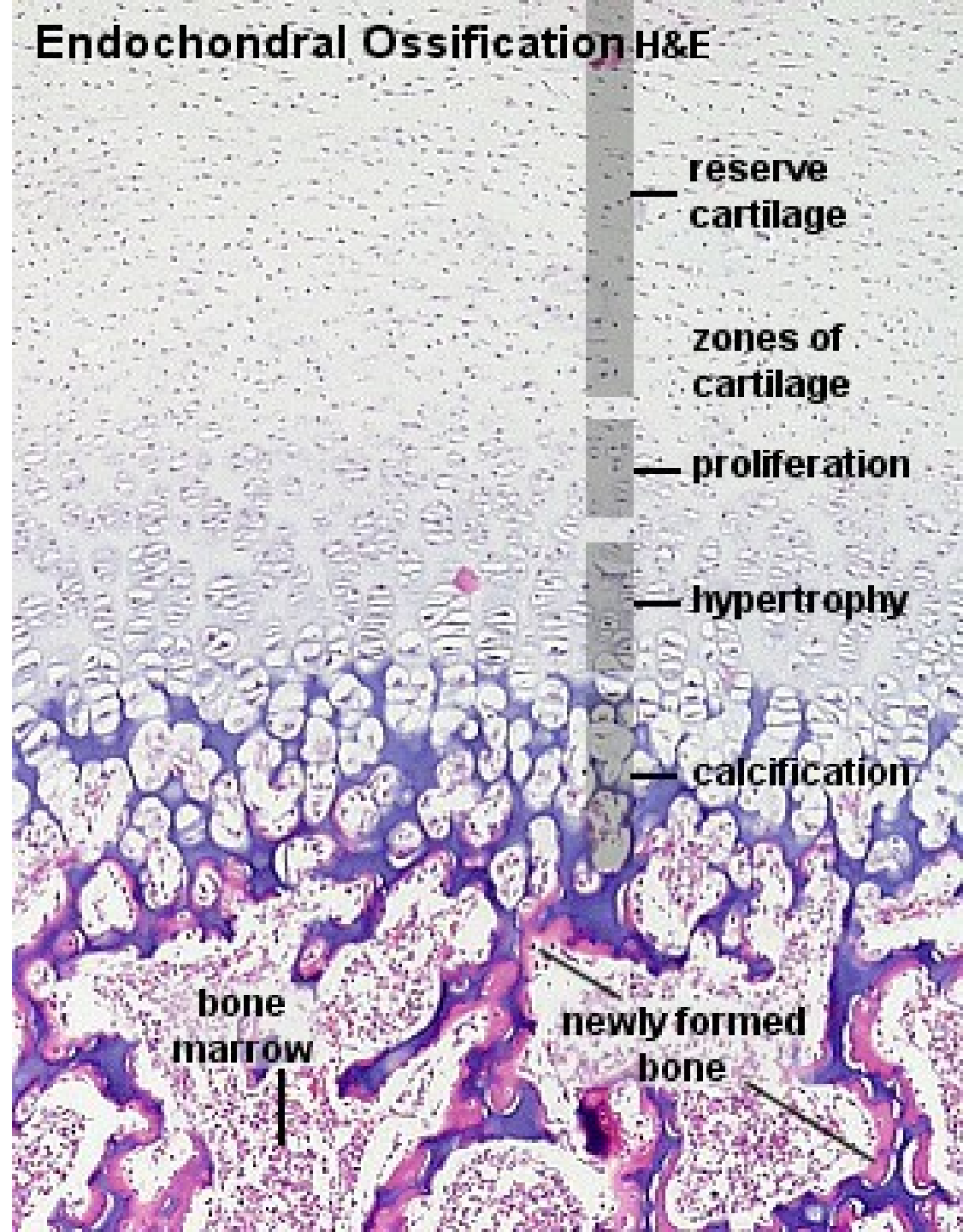


Lamelózní kost (příčně, přehled)



Endochondrální osifikace

- Zóna normální chrupavky
- Zóna rostoucí chrupavky
- Zóna hypertrofické chrupavky
- Zóna kalcifikace
- Linie eroze
- Zóna osifikace
- Zóna reabsorpce



Endochondrální osifikace

