

# CHRUPAVKA & KOST

## CHRUPAVKA

- typ pojivové tkáně
  - skládá se z **mezibuněčné hmoty** (vlákna + amorfnní základní hmota) a **buněk**
  - původ v **mezenchymu**
- odlišnosti od VAZIVA
  - chrupavka je **velmi bohatá na základní amorfnní hmotu** (proteoglykany a GAG), fibrilární složka je zde minoritní
  - **avaskulární** (živiny získávají *difúzí z kapilár z perichondria*), **bez inervace**
  - **podpůrná** funkce
- chondrocyty
  - **jednojaderné**
  - bazofilní
  - pod perichondriem jsou **vřetenovité** X v hlubších vrstvách jsou **kulovité**
  - **izogenetické skupiny** = všechny chondrocyty derivující z mezenchymové b. zůstávají pohromadě a jsou obklopeny pouzdrem
  - uloženy v **lakunách** (speciální dutinky na chondrocyty)
  - secernují **vláknitou** i **amorfní složku** mezib. hm.
  - **chondrocyty** (= hlavní bb. chrupavce; v hlubších vrstvách) vs. **chondroblasty** (= mesenchymální progenitor, ze kterého se vytvoří chondrocyt; spíše v povrchových vrstvách)
- mezibuněčná hmota
  - **fibrilární složka**: kolagenní (kol. II) & elastická vlákna
  - **základní hmota amorfnní**: **GAG** = hyaluronany → vazba H<sub>2</sub>O = tlumení nárazů, **proteoglykany**
  - **perichondrium**: husté kolagenní vazivo, obsahuje cévy a nervy
    - ! *kloubní chrupavka* nemá perichondrium – je vyživována ze synoviální tekutiny

## 1 HYALINNÍ CHRUPAVKA

- nejběžnější
- **žební chrupavky, larynx, trachea, klouby, epifýzy**
- prvotní **skelet plodu**
- *hyalos* = sklo – je lehce namodralá až průsvitná
- kryta **perichondriem** – husté kolagenní vazivo, výživa, růst, inervace, vaskulatura
- mezenchym → samostatné chondrocyty v matrix → matrix se zahustí v pouzdro kolem chondrocytu – tvorba lakuny → chondrocyty se množí = seskupeny do malých skupinek → tvoří si kolem sebe nová pouzdra → **IZOGENETICKÉ SKUPINY**
- izogenetické skupiny spolu s matrix, která je obklopuje tvoří tzv. **terioria** = **chondrony**
- mezibuněčná hmota = **kolagen II, chondronektin**

## 2 ELASTICKÁ CHRUPAVKA

- žlutavá
- **elastická & ohebná** – hustá síť elastických vláken
- opora měkkých tkání: **ušní boltec, Eustachova trubice, epiglottis**
- obvykle bez izogenetických skupin → chondrocyty rozptýleny, můžeme vidět malé skupinky

## 3 VAZIVOVÁ CHRUPAVKA

- převaha **vláknité složky** – silná kolagenní vlákna: odolnost vůči tlaku, pevnost v tahu, odpružení
- **málo chondrocytů**, jsou izolovaně nebo **lineárně** za sebou
- bez perichondria
- meziobratlové ploténky, spona stydká, kloubní plošky art. acromioclavicularis

## CHONDROGENEZE

- mezenchym = mezenchymocyty jako prekurzorové bb.
- mitózy bb. + začátek diferenciace → kondenzovaná tkáň s chondroblasty
- chondroblasty produkují matrix → vzdalují se od sebe → hydratace → tvorba objemné ECM
- množení chondroblastů v matrix → izogenetické skupiny
- produkce teritoriální matrix → chondrony

## KOST

- **tvrdost & pevnost** = opora těla + zásoba vápníku, fosforu v org.
- **buňky & mezibuněčná hmota** (kostní matrix)
  - KOSTNÍ BUŇKY
    - **osteoprogenitorové bb.**
      - mezenchymální kmenové bb.
      - schopnost se mitoticky dělit a diferencovat se ve zralé kostní bb.
    - **osteoblasty**
      - syntetizují organickou komponentu mezibuněčné hmoty kosti (kolagen I, proteoglykany, glykoproteiny)
      - ukládají anorganické II. do matrix
      - jsou v jedné vrstvě na povrchu kostní tkáně (tvoří jednovrstevný epitel)
      - začnou se obklopot mezibuněčnou hmotou, co sami produkují → osteocyty
      - nově syntetizovaná dosud nekalcifikovaná mezibuněčná hmota v blízkosti osteoblastů = **osteoid**
    - **osteocyty**
      - klidové formy osteoblastů
      - uloženy v komůrkách mezi lamelami = v **lakunách**
      - vysílají četné výběžky v kanálcích (*canaliculi ossium*)

- výběžky sousedních buněk se často setkávají s vyměňují si ionty/molekuly
- obměna základní amorfní hmoty
- **osteoklasty**
  - nepravidelné výběžky
  - větší počet jader
  - v jamkách na povrchu resorbované kosti (resorpční lakuny)
  - účast v resorpci kostní tkáně
- KOSTNÍ MATRIX
  - **anorganická složka**
    - 50% celkové hmotnosti kostní tkáně → pevnost
    - hydroxylapatitové krystaly (vápník, fosfor)
    - podmiňuje pevnost a tvrdost kostí
  - **organická složka**
    - 95% z kolagenu I → pružnost
    - amorfní substance – glykoproteiny (osteokalcin, osteopontin, osteonektin), GAGs
- kost **VLÁKNITÁ**
  - náhodné uspořádání kolagenních fibril (hrubé svazky)
  - **osteocyty v lakunách**
  - tvoří **zubní cement** a **tuberositas ossium**
  - je to 1. kost u **plodu**, také při **reparaci** kosti → poté nahrazování lamelární kostí
- kost **LAMELÓZNÍ**
  - pravidelně uspořádané kolagenní fibrily → **kostní lamely**
  - lamely vytváří buď trámečky spongiózy nebo systémy lamel v kompaktě
  - kompakta
    - **diafýzy, povrchy epifýz, povrchy krátkých kostí, ploché kosti**
    - *periost* (husté kolagenní vazivo – kol. I): cévy, nervy
    - *Sharpeyova vlákna* (silná kolagenní vlákna probíhající do hloubky)
    - pod periostem = *zevní plášťové lamely*
    - dutinová strana kosti = *vnitřní plášťové lamely*
    - mezi vnějšími a vnitřními plášťovými lamelami se rozkládají *Haversovy systémy* (OSTEONY) = 5-20 kostních lamel
      - uprostřed *Haversův kanálek* (krevní, mízní cévy, nervy)
    - *Volkmannovy kanálky* = příčné spojky
    - *interstitiální lamely* = nefunkční Haversovy systémy ve fázi odbourávání → doklad toho, že kostní tkáň se odbourává
  - spongióza
    - z kostních trámců
    - prostorové uspořádání trámců je závislé na **působení sil** na kost
    - tvoří **epifýzy** (na povrchu kryty *corticalis* = kompakta), **diploe plochých kostí lebky** a **kosti krátké**

– OSIFIKACE

1. *desmogenní osifikace*

- přímo z **mezenchymu**
- vývoj **plochých kostí lebky, obličejové kosti, klíčku**
  - a. primární osifikace
    - v mezenchymu se diferencují osteoblasty, které produkují a ukládají kostní matrix na kolagenní fibrily
    - vytvoří se proužky nezávápenatělé amorfní hmoty kosti podél krevních cév
    - vznikne síť trámečků kostní matrix, na kterou nasedají osteoblasty → sekrece → mohutnění trámců + mineralizace (na fibrily se ukládá hydroxyapatit)
    - vytvoří se kostěná plotna (anorganické jehlice a krystaly) – vláknitá kost
  - b. sekundární osifikace
    - povrchy se nemění, střední část kosti je resorbována a nahrazena spongiózou
    - tzn. máme kost, která má dvě okrajové vrstvy z kompakty a mezi nimi je spongióza (=diploe)

2. *chondrogenní osifikace*

- jako model jí slouží **hyalinní chrupavka**, která vytváří prostředí pro ukládání kostní matrix
- kosti **dlouhého typu**
  - a. primární osifikace
    - základem je hyalinní chrupavka obalená perichondriem
    - uprostřed tohoto základu se vytvoří perichondrální vaskularizovaný prstenec – vnitřní bb. se změni v osteoblasty a začnou produkovat kostní matrix → ukládá se mezi perichondrium a chrupavku
    - postupně se zde vytvoří kompakta – periostální kostní manžeta
    - současně chondrocyty hypertrofují a matrix mezi nimi je mineralizována → osifikační centrum
    - do centra vzrůstají cévy a osteoprogenitory, které se měni na chondroklasty, které centrum resorbují a vznikne primární dřeňová dutina (s cévami)
    - krevní cévy postupují k epifýzám, cestu jim vytváří chondroklasty
    - postupně se osifikační centrum přibližuje k epifýzám
    - **osifikační zóna** má několik vrstev
      - A. zóna normální chrupavky
      - B. zóna rostoucí chrupavky
      - C. zóna hypertrofické chrupavky
      - D. zóna kalcifikace
      - E. linie eroze
      - F. zóna osifikace
      - G. zóna reabsorpce
  - b. sekundární osifikace
    - začíná uprostřed primární kompakty diafýzy
    - postupuje jak transverzálně, tak longitudinálně > celá šířka kosti

- probíhá zde jednak resorpce pomocí osteoklastů, které jsou usazené v Howshipových lakunách
- a jednak se zde diferencují osteoblasty, které vytváří kostní lamely → postupně vznik osteonů s Haversovými kanálky
- !!! tato přestavba probíhá po celý život jedince (vznikají systémy druhé a třetí generace – neustálá obnova a přestavba kosti)