

NÁUKA O KOSTIACH (OSTEOLÓGIA)

Kosť má mnoho funkcií, jednak ako tkanivo a tiež ako orgán:

1. základná súčasť muskuloskeletálnej sústavy,
2. ochrana a podpora mäkkých tkanív a podklad pre pripojenie svalov, šliach a väzov,
3. fyziologické centrum pre produkciu krviniek, úschovňa tuku a rezervoár dôležitých prvkov – kalcium.

Kosť predstavuje dynamické tkanivo, ktoré sa mení počas ontogenézy jedinca. Je tvarované a prestavované. Tvar a veľkosť kostí a zubov varíruje medzi jednotlivými jedincami – variabilita kosti.

Variabilita je podmienená 5 hlavnými faktormi:

1. Ontogenéza alebo rast je jedným zo zdrojov variability kostí. Jedná sa o zmeny vo veľkosti a tvaru v kontínuu vývinu od plodu po dospelosť.
2. Sexuálny dimorfizmus.
3. Geografická alebo populačná variabilita medzi ľudskými skupinami.
4. Interindividuálna variabilita. Aj jedinci rovnakého veku, pohlavia a etnickej skupiny sa navzájom líšia.
5. Intraindividuálna variabilita. Proporčná variabilita v rámci toho istého jedinca (napr. bilaterálna asymetria).

Kostné bunky

- **Osteocyty** sú uložené v dutinkách (lakúnach, *lacunae*), ktoré sú navzájom pospájané jemnými kanálkami (*canaliculi ossium*). Tieto bunky sa zúčastňujú na uvoľňovaní minerálnej zložky z kostného tkaniva a tým sa podieľajú na regulácii hladiny vápnika v krvi.
- **Osteoblasty** sa zúčastňujú na tvorbe základnej kostnej hmoty, ktorú produkujú v podobe prekursorov; po vytvorení medzibunkovej hmoty, ktorou sa obklopia, sa menia na osteocyt.
- **Osteoklasty** sú obrovské bunky, ktoré sú schopné rozpúšťať a resorbovať kostné tkanivo. Uplatňujú sa spolu s osteoblastami pri prestavbe kosti.

Medzibunková hmota

Tvorí ju organická zložka – tzv. osteoid (osseín) – zo zväzkov kolagénových fibríl spojených amorfnou hmotou (ostealbumoid, osteomukoid). Do tejto zložky sa ukladajú anorganické, minerálne látky. Pomer medzi zložkami sa počas života človeka mení, stúpa podiel anorganickej zložky a preto sa kosti v starobe stávajú krehkejšími a v mladosti sú pružnejšie.

Základná kostná hmota (kostná matrix) je silne mineralizovaná, čím toto tkanivo získava značnú tvrdosť. Hlavnými minerálnymi zložkami kosti sú:

- hydroxylapatit ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$)
- hydrogénfosforečnan vápenatý (CaHPO_4)
- hydrogénfosforečnan horečnatý (MgHPO_4)
- uhličitan vápenatý (CaCO_3)

Minerálna zložka predstavuje až 65 % hmotnosti kosti.

Prítomnosť vlákien kolagénu dodáva kostnému tkanivu potrebnú pružnosť.

Typy kostného tkaniva

Rozlišujeme dva základné typy kostného tkaniva:

- väzivové (vláknité, fibrilárne),
- lamelárne.

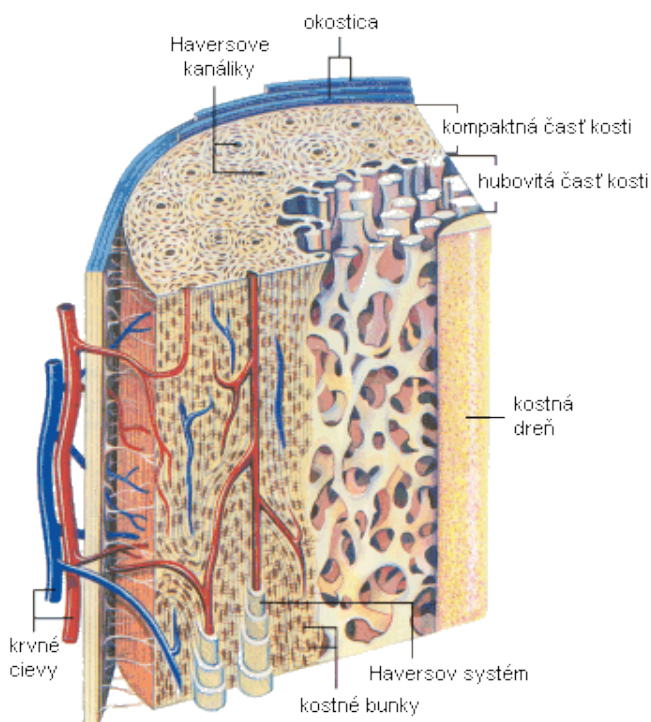
Väzivové kostné tkanivo

Väzivové kostné tkanivo predstavuje primitívny druh kosti a u cicavcov sa vyskytuje väčšinou iba prechodne, ako **výsledok primárnej osifikácie**. V dospelosti je u človeka zachovaná len v stene labyrintu vnútorného ucha, pri lebečných švoch a v miestach úponov väzov a šliach na kosť. Skladá sa z plst'ovito usporiadaných kolagénových fibríl a predstavuje prechod medzi väzivom a kosťou. Osteocyty sú uložené v lakúnach pomedzi zväzkami vlákien. Lamely sa v tomto type kostného tkaniva nenachádzajú vôbec.

Lamelárne kostné tkanivo

Lamelárne kostné tkanivo sa skladá z mikroskopických platničiek – lamiel. Tieto lamely môžu prebiehať lineárne, pričom niekoľko súbežných lamiel vytvára voľným okom viditeľný kostný trámček. Takýmto spôsobom je usporiadaná **spongiózna (trámcovitá) kosť** - *substantia spongiosa (trabecularis)*, ktorá predstavuje hlavne tkanivo výplňové, nie nosné. Vyskytuje sa v epifýzach (hlavicách) dlhých kostí a ako výplň krátkych kostí. V kostiach, ktoré sú zaťažované pravidelne v určitých smeroch, sa trámce spongiózy usporadúvajú v smere pôsobenia prevažujúcej sily, vytvárajú tzv. kostné trajektórie a tvoria architektoniku spongiózneho kosti. Tento systém zaisťuje maximálnu pevnosť kosti pri minimálnej spotrebe materiálu. Jeho vznik podmieňuje vonkajšie pôsobenie – záťaž, kladená na jednotlivé kosti – človek sa s vytvorenou architektonikou nenarodí.

Ak sú kostné lamely usporiadané koncentricky, vytvárajú trubice zasunuté jednu do druhej. Hovoríme o **kompaktnej kosti** – *substantia compacta*. Koncentrickým usporiadaním lamiel vznikajú tzv. osteóny (Haversove systémy), ktoré sú základnou stavebnou jednotkou kompakty. Dutina v ich strede sa nazýva Haversov kanál, v ktorom prebiehajú cievy a nervy upevnené riedkym väzivom. Haversove kanáliky sú navzájom pospájané spojovacími kanálikmi, medzi lamelami i v nich sú lakúny osteocytov. Priestor medzi osteónmi je vyplnený *vmedzerenými (intersticiálnymi) lamelami*. Na povrchu kompakty z jej vnútornej i vonkajšej strany sú tzv. *plášťové lamely*. Takúto stavbu má napr. kompakta diafýz dlhých kostí.



Makroštruktúra kosti

Kosti sa líšia tvarom:

- **dlhé kosti (*ossa longa*)** – skladajú sa z tela (*corpus*) alebo diafýzy a dvoch kĺbových koncov (*extremitas*), epifýz. Duté telo je tvorené silnou vrstvou kompaktnej kosti. Kĺbové konce sú na povrchu tvorené tenšou vrstvou kompaktnej kosti, vnútro tvorí spongiózna kosť, ktorá je usporiadaná do typických línií kostných trámecov. Dutina tela dlhej kosti – *cavitas medullaris* – obsahuje kostnú dreň (*medulla ossium*).
- **krátke kosti (*ossa brevia*)** - nepravidelného tvaru, s kĺbovými plochami rôznych tvarov. Povrch tvorí tenká vrstvička kompaktnej kosti (*substantia corticalis*), vo vnútri je spongiózna kosť. Spongiózna kosť je tesne pod povrchom hustejšia a prenáša tlaky do hlbších častí kosti.
- **ploché kosti (*ossa plana*)** - Patrí sem hrudná kosť a lebečné kosti. Lebečné kosti majú vnútorný i vonkajší povrch z kompaktnej kosti – označuje sa ako *lamina interna* a *lamina externa*. Medzi nimi je spongiózna kosť, ktorá sa u týchto kostí označuje ako *diploe* (tento pojem platí iba pre kosti na lebke, na iných plochých kostiach tela sa pojem *diploe* nepoužíva). Niektoré lebečné kosti obsahujú dutiny vyplnené vzduchom – tzv. pneumatizované kosti (*ossa pneumatica*), ktoré vznikajú vchlipovaním sliznice nosovej alebo stredoušnej dutiny do vnútra kosti.
- **nepravidelné kosti** - patria sem všetky ostatné kosti, ktoré nie je možné zaradiť do niektorej z predchádzajúcich kategórií.

Na priereze tubulárnej kosti (dlhé a krátke kosti) rozoznávame tieto časti:

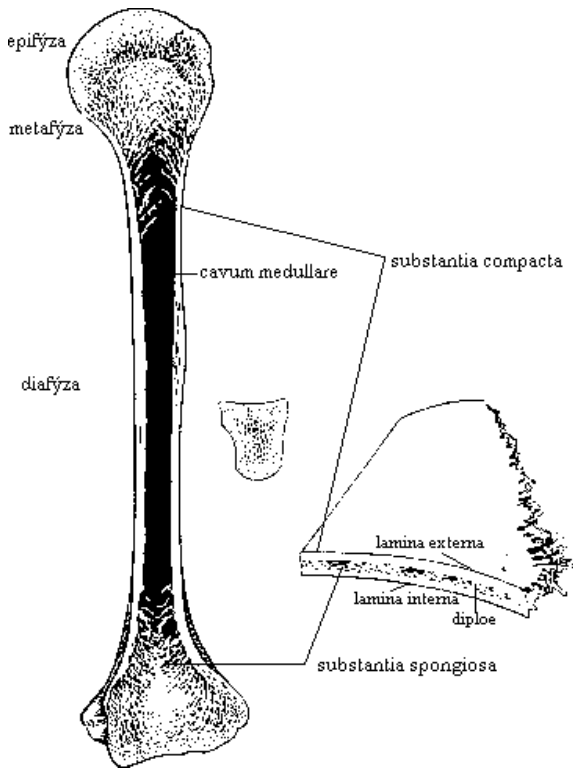
- ***periosteum*** - väzivo na povrchu kosti (obsahuje cievy a nervy); osteogénna aktivita
- ***substantia compacta***
- ***substantia spongiosa***
- ***endosteum*** – vnútorná vrstvička väziva; osteogénna aktivita
- ***cavum medullare*** – vyplnená kostnou dreňou (*medulla osseum*) – červená (tvorba krviniek - hemopoéza), žltá (zásobáreň tukových buniek) a šedá (bez tuku, želatínového vzhľadu, v starobe).

Na priereze plochej kosti rozoznávame tieto časti:

- ***lamina externa***
- ***diploe***
- ***lamina interna***

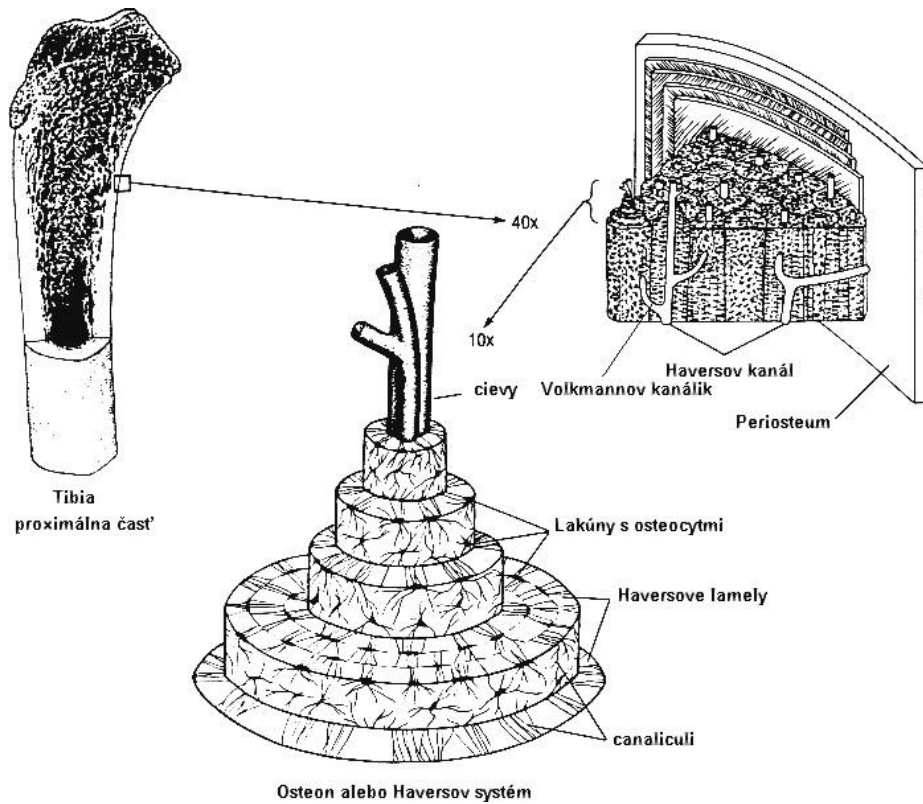
Na tubulárnej kosti rozoznávame tieto časti, vyvíjajúce sa odlišne počas ontogenézy:

- **epifýzy** – vznikajú zo sekundárnych centier osifikácie,
- **diafýza** – z primárneho centra osifikácie,
- **metafýzy** - medzi epifýzou a diafýzou; počas rastu tvorené chrupavkou,
- **apofýza** – vyvýšenina na kosti (napr. *trochanter major* na femure) osifikujúce zo samostatného centra.



Makroskopická štruktúra kosti

Mikroskopická štruktúra kosti



Prestavba kostí

Prebieha po celý život jedinca. V prvej fáze osifikácie vzniká kosť vláknitá, ktorá sa následne mení na kosť lamelóznu a aj táto je po čase znovu odbúravaná a prestavovaná v súlade s rastom a zaťažovaním k. mechanizmami **apozície a resorpcie**.

Substantia compacta obsahuje lamelóznu kosť trojakého typu:

1. **Lamely Haversove**, ktoré koncentricky obklopujú Haversove kanáliky, obsahujúce cievy a trochu nediferencovaného väziva. Tieto mnohvrstvé koncentrické stĺpčky sa nazývajú **osteóny**.
2. **Intesticiálne vmedzerené lamely**, zvyšky starších Haversových lamiel, ktoré boli rozrušené činnosťou osteoklastov v procese prestavby a ležia medzi novšie vzniknutými.
3. **Povrchové plášťové lamely** lemujú povrch rovnobežný s vonkajším a vnútorným povrchom kosti a vznikajú mechanizmom apozície produkciou osteoblastov z okostice.

V starobe a pri niektorých chorobách prevažuje odbúravanie nad novotvorbu, takže kosti rednú – osteoporóza.

Tvar kostí

Je daný už v embryonálnom štádiu – základný tvar. Tento je remodelovaný a domodelovaný počas celého prenatálneho i postnatálneho vývinu v závislosti od mechaniky kosti (podľa záťaže na ťah a tlak). Takto rozoznávame následné štruktúry na kostiach:

- V miestach , kde priliehajú svaly, šľachy, nervy a cievy vznikajú priehlbiny
žliabok alebo ryha = *sulcus*
zárez = *incisura*
- V miestach ťahu väzov a šliach vznikajú miesta vyvýšené
hrbol = *tuber*
hrbolček = *tuberculum*
drsnatina = *tuberositas*
vyvýšené miesto = *prominentia*
drsná čiara = *linea*
hrebeň, hrana = *crista*
trň = *spina*
- V miestach spojenia svalu so šľachou
vyvýšenina = *tuber, tuberculum, tuberositas, linea*
- V miestach spojenia svalu (bez účasti šľachy)
jama = *fossa*
jamka = *fovea*
- Nerv alebo cieva prebieha
otvorom = *foramen*
kanálom = *canalis*

ARTHROLÓGIA - náuka o spojení kostí

Miesta vzájomných spojení kostí sa nazývajú lat. ARTICULATIO = členenie, kĺb. Spojenie kostí môže byť dvojaké:

- **Plynulé** spojitom - väzivom, chrupkou, alebo kost'ou
- Dotykom styčnými plochami k. – **kĺbové** spojenie = *articulatio synovialis*

Druhy spojenia kostí:

1. **Kĺbové spojenie (*articulatio synovialis*)** – pohyblivé spojenie. Spojenie dvoch artikulujúcich kostí zabezpečujú *ligamenty* (väzy) a *cartilago* (chrupka). Pohyblivosť je daná tvarom artikulujúcich plôch a kontrolovaná ligamentmi, ktoré bránia vyklbeniu. Bedrový, lakt'ový, kolenný a prstové kĺby sú príkladom voľne pohyblivého synoviálneho spojenia. Povrch artikulujúcich plôch je pokrytý hyalinnou chrupkou. Plocha medzi týmito povrchmi (kĺbová dutina) je vyplnená synoviálnou tekutinou, ktorá vyživuje bunky chrupky. Celé je to uzavreté kĺbovou kapsulou.
2. **Chrupkové spojenie (*articulatio cartilaginea*)** – pevné spojenie pomocou chrupky.
 - **synchondrosis** – s hyalinnou chrupkou v prevahe (napr. na báze lebky). Väčšinou sa jedná o dočasné spojenia kostí počas rastu. Niektoré ostanú aj do dospelosti – pripojenie rebier na sternum.
 - **symphysis** – s väzivovou chrupkou (tlak, ťah), napr. *symphysis pubica*, *disci intervertebrales*.
3. **Väzivové (fibrózne) spojenie (*articulatio fibrosa*)** – spojenie kosti prostredníctvom väziva, vyskytuje sa najmä tam, kde je spojenie namáhané ťahom. Rozoznávame:
 - **syndesmosis** – nepohyblivé väzivové spojenie mimo lebky, s prevahou kolagénneho väziva (*syndesmosis fibrosa*) alebo elastického väziva (*syndesmosis elastica*). Pruh väziva spájajúci kosti sa nazýva *ligamentum* – väz.
 - **sutura** (šev) sú fibrózne spojenia kostí lebky, podľa tvaru rozlišujeme: *sutura serrata* = šev pílovitý, *sutura squamosa* = šev šupinovitý, *sutura plana* = šev hladký.
4. **Vklinenie (*gomphosis*)** – spojenie medzi koreňom zubu a kost'ou čeľuste.
5. **Kostené spojenie (*synostosis*)** – spojenie pomocou kostného tkaniva, ktoré sa vyvíja druhotne osifikáciou z väzivového alebo chrupkovitého spojenia (napr. *os sacrum*, obliterácia švov).

Pohyby v kĺboch

Sú dané geometrickým tvarom kĺbu a rozmiestnením svalových úponov v okolí kĺbu. Kĺby rozoznávame: jednoosé; dvojosé; viacosé.

Hlavné pohyby kĺbu:

1. Flexia a extenzia
2. Abdukcia a addukcia
3. Rotácia

Rozdelenie kĺbov

Podľa **počtu** kostí:

1. Kĺby jednoduché, *articulationes simplices*, kde sa stýkajú dve kosti.
2. Kĺby zložené, *articulationes compositae*, kde sa stýka viac kostí.

Podľa **tvaru** styčných plôch rozoznávame kĺb:

1. Guľovitý – *sphaeroidea*
2. Elipsovité – *elipsoidea*
3. Sedlový – *sellaris*
4. Valcový
5. Kladkový – *trochlearis*
6. Ploché – *plana*
7. Tuhý – *amphiarthrosis*