



MUNI  
LÉKAŘSKÁ  
FAKULTA



Fenix

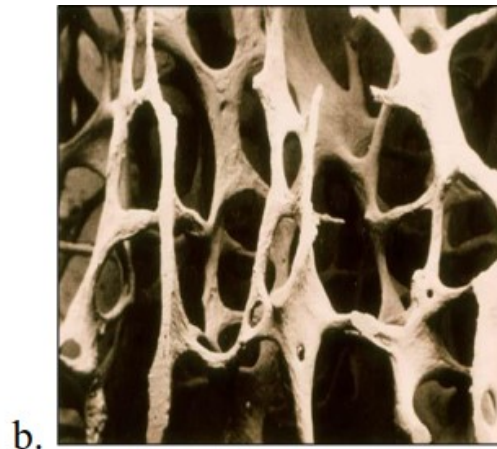
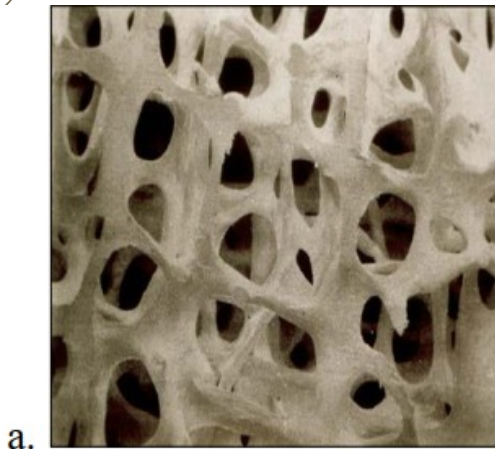
# Metabolická onemocnění pohybového schématu (osteoporóza, osteomalacie)

Mgr. Veronika Málková

*ParaCENTRUM Fenix, z.s*

# Osteoporóza

- Progresivní systémové onemocnění skeletu charakterizované nízkou kostní hmotou a poškozením mikroarchitektura kostní tkáně → zvýšení kostní hřehkosti a náchylnosti ke zlomení (nerovnováha mezi novotvorbou a úbytkem kostí).
- Osteomalacie – úbytek anorganické složky kostní hmoty při nedostatku vit.D



Mikroarchitektura zdravé (a) a osteoporotické (b) kosti, (Rizzoli, 2010).

# Osteoporóza

## ► Struktura kosti

### - kostní tkáň: základní kostní hmota a kostní buňky

- organická složka matrix – 35% (kolagen, nekolagenní proteiny, kostní buňky), dodává kosti pružnost
- anorganická složka matrix – 65% (minerální soli), dodává kosti tvrdost

### - periost:

- kryje povrch kosti (výjimkou kloubní plochy pokryté chrupavkou a nebo místa úponu svalu či kloubního pouzdra)
- 2 vrstvy:

zevní fibrózní (longitudinálně uspořádané svazky vaziva)

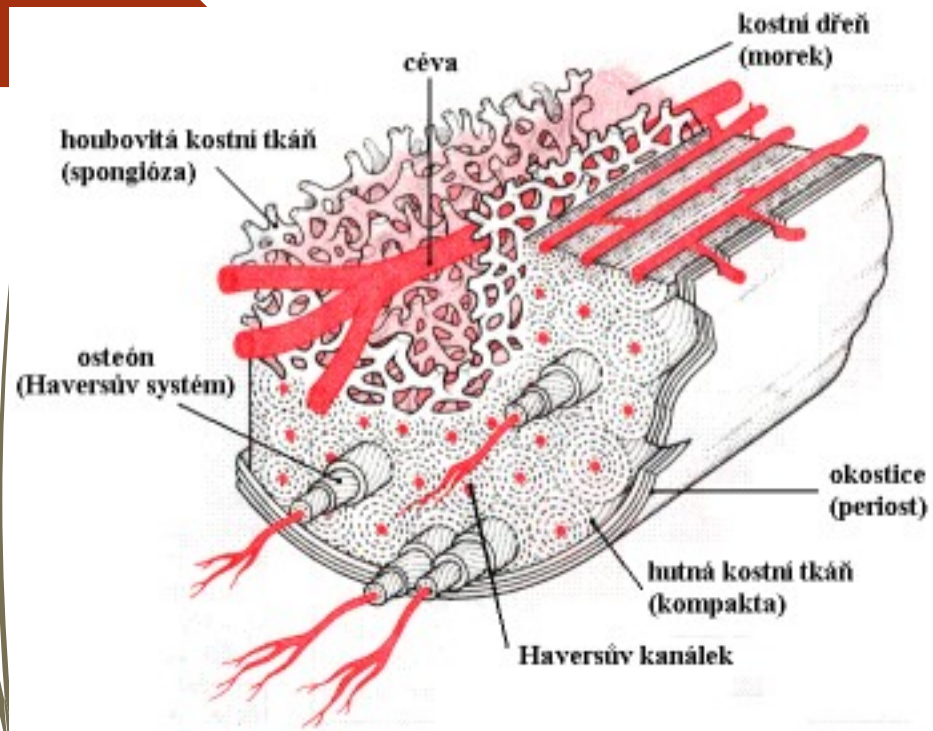
vnitřní kambiová (vazivové buňky, nepravidelná vazivová vlákna – část do kosti ve formě Sharpeyových vláken; cévy – do kosti Volkmannovými kanálky, tam anastomózuji, dále se větví na jemné cévy a probíhají v Haversových kanálcích; nervová vlákna – z periostu do kosti Haversovými kanálky)

# Osteoporóza

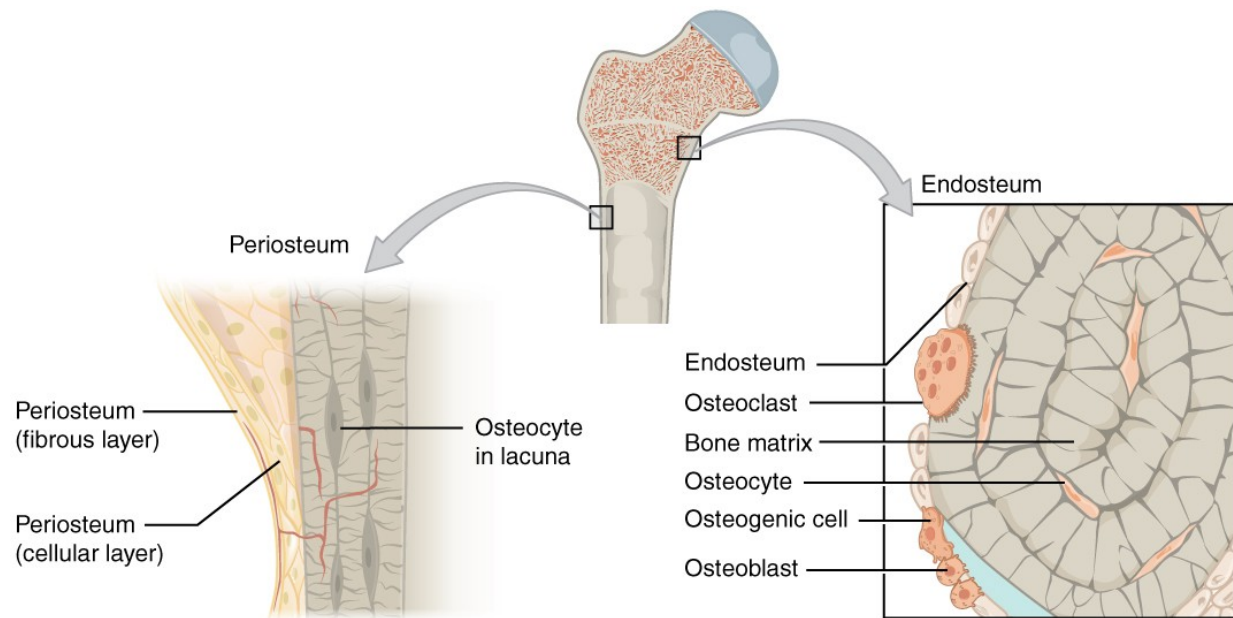
- endost: vystýlá dřevnou dutinu kosti, vyživuje kostní tkáň, zdroj osteoblastů pro růst, přestavu a náhradu kostní tkáně
- substantia spongiosa (kost trámčitá):
  - 20% kalcifikována, 80% kostní dřev, krevní cévy, pojivová tkáň
  - metabolicky aktivní
  - v oblasti metafýz, epifýz dlouhých kostí,
  - uspořádání trámčů odpovídá působení silokřivek, v jejichž směrech je kost namáhaná; systémy trámčů probíhajících v určitých směrech se nazývají kostní trajektorie (maximální pevnost v daných směrech při minimální spotřebě kostní tkáně)
  - mechanická zátěž → mohutnější trámce, nezátížené trámce → ztenčování a odbourávání

# Osteoporóza

- substantia compacta (kost kortikální): kalcifikovaná z celých 80%, fce mechanická a ochranná
- vnější část skeletu, v diafyzární oblasti vytváří dřevnou dutinu, v metafýze a epifýze obklopuje kost trámčitou
- dělení:
  - vláknitá – vzájemně propojené trámce, mezi nimi kostní buňky
    - tvorba ve vývojovém období, nachází se v oblasti úponů vazů a šlach, v lebečních švech, v pouzdře nitroušního labyrintu
    - v prvním roce života nahrazována postupně lamelózní kostí
  - lamelózní
    - Haversovy lamely: koncentrické vrstvy, v jejich středu longitudinálně probíhají Haversovy kanálky s cévami a nervy = Haversův systém, tzv. osteon (základní strukturální stavební jednotka kompaktní kosti), mezi sousedními systémy malé lakuny s osteocyty
    - intersticiální lamely – zbytky Haversových systémů, kolem kterých se vytvořily nové Haversovy lamely, vyplňují prostor mezi osteony
    - povrchové



<https://www.kme.zcu.cz/kmet/bio/ksstavba.php>



<https://www.wikiskripta.eu/w/Endost>

# Osteoporóza

## Kostní buňky:

- osteoblasty: tvorba kostní tkáně, ve shlucích 100 – 400 krychlovitých buněk na povrchu trámců a v osteonech kompakty
  - 2 typy:
  - inaktivní (lining cells) – tvoří endost, leží po periostem na mineralizovaném povrchu kosti
  - aktivní – produkují osteoid (nově syntetizovaná a zatím nekalcifikovaná mezibuněčná hmota), 50 – 70% buněk po ukončení fáze formace zaniká, zbytek přeměna na lining cells
- osteocyty: vznik z osteoblastů, umístěny mezi lamelami kompakty a uvnitř trabekul
  - vysílají četné výběžky, sousední buňky se jimi vzájemně dotýkají a skrze intercelulární spoje si buňky vyměňují ionty nebo molekuly (např. hormonů, kontrolujících růst a vývoj kosti), výběžky dále zajišťují látkovou výměnu mezi krevními cévami a osteocyty, jež leží ve větší
  - aktivní podíl na kontinuální obměně základní amorfní hmoty



# Osteoporóza

## Kostní buňky:

- osteoklasty: na trabekulách v Howshipových lakunách (prohloubenina na povrchu kosti vzniklá jejich činností) a v osteonech kompakty
  - hlavní funkce: resorpce kostní tkáně → zvyšování  $\text{Ca}^{2+}$
  - po ukončení kostní resorpce zanikají

## ► Fyziologie kostní hmoty:

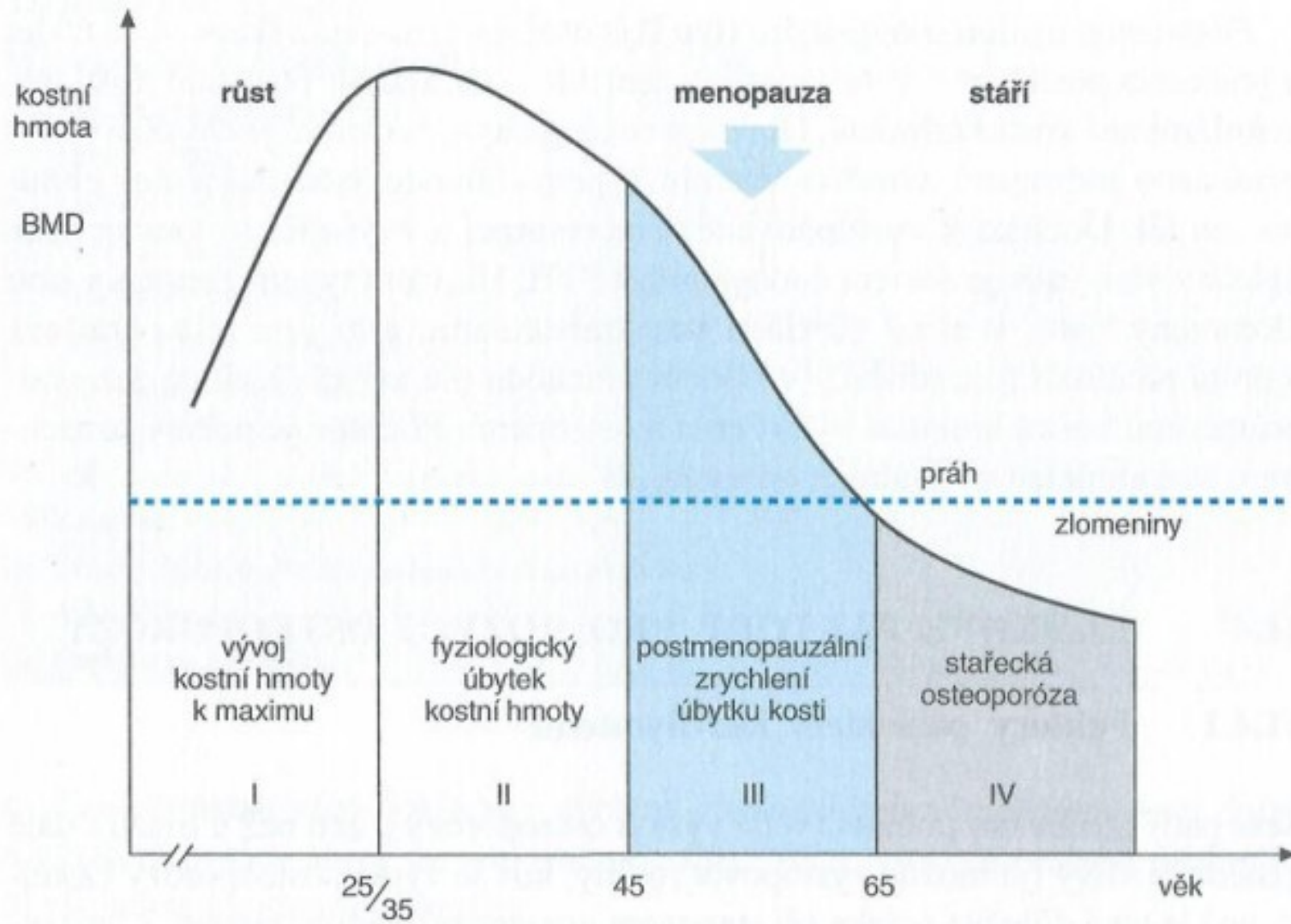
- pro vývoj skeletu klíčové první 3 dekády života, maximu kostní hmoty kolem 25. roku života (podmíněno 70 – 80% geneticky, zbytek ovlivněn životosprávou, fyzickou aktivitou, přísunem vápníku či onemocněním)
- proces kostní remodelace: cyklický děj, stará kostní tkáň resorbována a nahrazována kostí novou, ideál = množství resorbované a nově vzniklé kosti je stejný



# Osteoporóza

## ► Fyziologie kostní hmoty:

- probíhá v remodelačních jednotkách na povrchu kostních trámců spongiózní kosti a i v kosti kompaktní
- význam:
  - mobilizace kalcia z kosti slouží k udržení kalciové homeostázy v organismu
  - náhrada staré kosti
  - lokální přestavba mikroarchitektury kostní tkáně a její zpevnění v místě dlouhodobého působení mechanické zátěže
- proces remodelace ovlivněn řadou faktorů (estrogeny, androgeny, parathormon, kalcitonin, genotyp jedince, nutriční faktory, aj.)



**Vývoj kostní hmoty v průběhu lidského života (Broulík, 1997).**

# Osteoporóza

## ► Metabolismus vápníku

- denní dávka 0,8 – 1,8 g (u těhotných a dětí v růstu dávka o něco vyšší)
- vstřebávání v tenkém střevě (pasivní x aktivní)
- množství vstřebaného vápníku závisí na pH: kyselé pH → lepší rozpustnost solí; zásadité pH → soli se nerozpouští vůbec
- důležitá přítomnost vitamínu D (řídí aktivní vstřebávání vápníku)
- resorpci snižují vyšší MK či oxaláty; zvyšují cukry, AMK, laktóza a ŽK
- exkrece: ledvinami (10 – 50%), střevem (50 – 90%), většina filtrovaného vápníku se opětovně vstřebá – zamezení ztrát, u kojících žen pomocí mléčné žlázy (proto zvýšený příjem), malé množství ve formě potu (1g)
- kalcifikace – ukládání vápníku při tvorbě kostí
- osteolýza – odbourávání kosti


# Osteoporóza

## ► Metabolismus vápníku

- při normálním pH krve (7,36) hladina  $\text{Ca}^{2+}$  2,5 mmol/l
- acidémie:  $\text{H}^+$  ionty se vážou na bílkoviny → uvolnění Ca z bílkovin → zvýšení hladiny ionizovaného Ca v plazmě
- alkalémie: opačný efekt, dochází k úbytku ionizovaného vápníku v plazmě (velký úbytek vede k tetanickým křečím)
- Endokrinní vlivy:
  - parathormon: v příštítných tělískách, zvyšuje hladinu vápníku v krvi a resorpci kosti
  - kalcitonin: parafolikulární bb. ŠŽ, snižuje hladinu vápníku v krvi
  - estrogeny a androgeny: kladný vliv na mineralizaci kostní tkáně (stimulace osteoblastů)
  - somatotropní hormon: nadbytek vede ke gigantismu (nemocný OP)



# Osteoporóza

- ▶ **Metabolismus vápníku**
  - **kortikoidy: snížení tvorby kostí, zvyšování kostní resorpce, útlum estrogenů a androgenů**
  - **ŠŽ: hormony stimulují uvolňování vápníku z kostí, zvýšení vylučování vápníku močí**
- 



# Osteoporóza

## ► Klasifikace osteoporózy

### Generalizovaná osteoporóza

#### a) Primární osteoporóza

- Juvenilní
- Postmenopauzální
- Senilní

#### b) Sekundární osteoporóza

- Endokrinní
- Gastrointestinální
- Nutriční
- Renální
- Genetická
- Iatrogenní, farmakogenní
- Osteoporóza z imobilizace

# Osteoporóza

## ► Klasifikace osteoporózy

### Lokalizovaná osteoporóza

- Osteoporóza z imobilizace
- Osteoporóza u Sudeckova syndromu
- Osteoporóza u zánětlivých revmatických onemocnění
- Osteoporóza u hematologických onemocnění
- Osteoporóza u osteolytických kostních metastáz

V principu 5 situací, kdy u nevyvážené kostní remodelace dochází k úbytku kostní hmoty:

- Zvýšená osteoformace při ještě vyšší osteoresorpci (OP při hypertyreóze)
- Fyziologická osteoformace při zvýšené osteoresorpci (postmenopausální OP)
- Snížená osteoformace při fyziologické osteoresorpci (senilní OP)



# Osteoporóza

## ► Rizikové faktory OP:

- Genetické faktory (RA, malá, štíhlá postava, slabé kosti, BMI < 19 kg/m<sup>2</sup>, dlouhý krček femuru)
- Nedostatek pohlavních hormonů (hypogonadismus u mužů, primární amenorea nebo sekundární amenorea trvající déle než rok, předčasná menopauza, ženy déle než 5 let po menopauze bez hormonální léčby, opožděná menarche)
- Toxické vlivy (kouření, alkoholismus, nadměrný příjem kofeinu)
- Léky (kortikoidy (prednison), supresní léčba hormonů ŠŽ, blokátory protonové pumpy, aj.)
- Chronická onemocnění (endokrinní onemocnění, anorexie, chronická zánětlivá střevní onemocnění, malabsorpce, RA, aj.)
- Věk, dlouhodobá imobilizace, prodělaná nízkotraumatická zlomenina (obratel, distální předloktí, kyčel), zrychlený úbytek kostní hmoty, snižování tělesné výšky, kyfóza hrudní páteře

# Osteoporóza

## ► Rizikové faktory OP:

- Genetické faktory (RA, malá, štíhlá postava, slabé kosti, BMI < 19 kg/m<sup>2</sup>, dlouhý krček femuru)
- Nedostatek pohlavních hormonů (hypogonadismus u mužů, primární amenorea nebo sekundární amenorea trvající déle než rok, předčasná menopauza, ženy déle než 5 let po menopauze bez hormonální léčby, opožděná menarche)
- Toxické vlivy (kouření, alkoholismus, nadměrný příjem kofeinu)
- Léky (kortikoidy (prednison), supresní léčba hormony ŠŽ, blokátory protonové pumpy, aj.)
- Chronická onemocnění (endokrinní onemocnění, anorexie, chronická zánětlivá střevní onemocnění, malabsorpce, RA, aj.)
- Věk, dlouhodobá imobilizace, prodělaná nízkotraumatická zlomenina (obratel, distální předloktí, kyčel), zrychlený úbytek kostní hmoty, snižování tělesné výšky, kyfóza hrudní páteře


# Osteoporóza

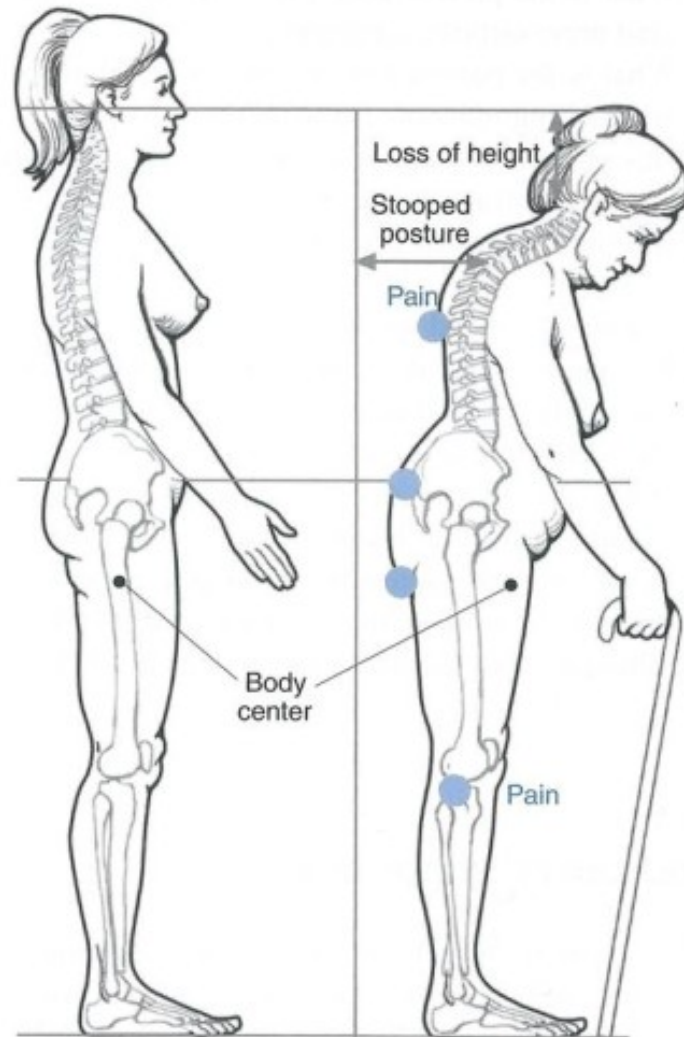
## ► Klinické projevy:

- dovede se po léta rozvíjet skrytě a v počáteční fázi nemusí působit žádné obtíže - mizí přitom celé kostní trámce a narušuje se architektonika kosti,
- později bolesti zad (nejčastěji dolní Thp a horní Lp; provokace bolesti: Frankeho a Mathiasovo znamení – zatlačíme seshora na předpažené ruce, zvýrazní se Th kyfóza a bolest zad; tlak shora na temeno vyvolá taky bolest),
- změna tvaru obratlových těl a snížení jejich výšky, a to hlavně uprostřed → proto se snižuje i výška celé postavy, zvětšuje se Th kyfóza, L i C lordóza, pánev je v antevertzi a zmenšuje se vzdálenost mezi žebry a lopatou kosti kyčelní – výsledkem je shrbená postava s prominujícím břichem a předsunutým držením hlavy a menší dechové exkurze, zvýšený tlak na žaludek při deformaci hrudníku doprovází gastroezofageální reflux,



# Osteoporóza

- přesun těžiště těla dopředu, vznik instability, poruchy chůze + nutnost opory
  - vznik svalové dysbalance → horní a dolní zkřížený syndrom nebo vrstevný syndrom,
  - často manifestace OP až zlomeninou (stačí i malá síla) - nejčastěji krček stehenní kosti, distální předloktí a obratle (nejvíc Th/L přechod, kde je reflexní hypertonus erektorů a atrofie multifidů; multifidy nefungují jako lokální stabilizátory, mění se postura a zvyrazňuje se bolest zad),
  - komprese nervových kořenů a míchy - vzácná komplikace u těžkých deformit.
- 



**Klinický projev osteoporózy (Bartl, 2009).**

# Osteoporóza

## ➤ Diagnostické postupy:

1. Anamnéza (pátráme především po rizikových faktorech a po prodělaných frakturách. Důležitý je údaj o bolesti v zádech, kdy zjišťujeme trvání, intenzitu a vyvolávající moment. Dále se ptáme na rodinnou zátěž, hormonální terapii, hormonální poruchy, poruchy GIT – absorpce, výživa).
2. Klinické vyšetření
3. Zobrazovací metody:
  - Denzitometrie založená na absorpciometrii (DXA):
    - měří kostní denzitu (BMD), nejčastěji úsek L1 – L4 (pro časnou menopauzu), proximální část femuru (u starších pacientů), distální předloktí,
    - výsledky interpretovány jako T-skóre = počet standardních odchylek (SD), kterými se liší nález u pacienta od průměrné hodnoty v referenční populaci,

# Osteoporóza

## ➤ Diagnostické postupy:

- Denzitometrie založená na absorpciometrii (DXA):
  - naměřená hodnota je buď vyšší (T – skóre je +) nebo nižší (T – skóre je -)
  - v praxi používána klasifikace nálezů T – skóre dle metodiky WHO:

Normální kostní denzita

T – skóre  $> -1$  SD

Osteopenie

T – skóre v intervalu  $-1$  až  $-2,5$  SD

Osteoporóza

T – skóre  $< -2,5$  SD

Těžká osteoporóza

T – skóre  $< -2,5$  SD + osteoporotická fr.

Z – skóre – naměřený výsledek u konkrétního pacienta srovnán s BMD u osob stejné věkové kategorie (mladí jedince, osoby starší 75 let)



# Osteoporóza

## ► Diagnostické postupy:

- RTG
- Kvantitativní výpočetní tomografie, kvantitativní magnetická rezonance
- Ultrazvuková denzitometrie

## 4. Biochemická vyšetření:

- Základní vyšetření krve (KO a diferenciální počet leukocytů, sedimentace erc,  $\text{Ca}^{2+}$ , P, kreatinin, glykemie, AST, GMT, albumin, kalcidiol)
- Markery kostního obrátu (osteofornace – ALP, osteokalcin, P1NP i osteoresorpce – CTx, NTx)
- Základní vyšetření moče: chemické vyšetření, sediment, odpad  $\text{Ca}^{2+}/24\text{h}$

## 5. Speciální vyšetřovací techniky:

- Kostní biopsie
- Scintigrafie kostní tkáně

# Osteoporóza

## ► Prevence OP:

- Primární prevence – dostatečná pohybová aktivita v dětství a adolescenci, úprava životního stylu (stres, stravovací návyky), zvýšení frekvence fyzické aktivity, zrychlení nervosvalové reakce, zlepšení koordinace pohybu, přiměřená fyzická aktivita u starších osob,
- Sekundární prevence – suplementace kalcium a vitamínem D a pohybová aktivita,
- Terciární prevence – práce na udržení funkčního stavu svalového systému, prevence pádů.

## ► Farmakologická léčba:

- Kalcium
- Vitamin D
- Estrogeny
- Bisfosfonáty, aj.

# Osteoporóza

## ➤ Rehabilitace

### • Vliv zátěže na kost:

- kostní krystalky při pohybu tahem a tlakem deformovány → piezoelektrickým jevem dochází ke vzniku el. potenciálů, které stimulují osteoblasty → tvorba osteoidu,
- přestavba kostních trabekul ve směru zátěže → kosti jsou pevnější a odolnější

### • Cíle:

- zatížení kosti pohybem,
- uvolnění zkrácených svalů a blokády (šetrné mobilizace, techniky měkkých tkání),
- zvýšení svalové síly a celkové posílení svalstva (důležitý svalový korzet),
- zvýšení vytrvalosti,
- zlepšení koordinace pohybů a posturální stability → prevence pádů a vzniku OP fraktury
- zlepšení dechových funkcí,
- relaxace,
- osvojení správného provedení pohybu → optimální ekonomika a držení těla.

# Osteoporóza

## ► Rehabilitace

### • Prostředky:

- klasická LTV (vyvarovat se velkých rotací a neúměrnému zatěžování páteře ve vertikální ose) + využití pomůcek (overball, gymball, theraband, aj.),
- metody (VRL, Brügger koncept, PNF, DNS, aj.),
- senzomotorická stimulace,
- RFT,
- šetrné mobilizace, techniky měkkých tkání (PIR, aj.), klasické masáže KI,
- škola zad vč. ergonomické úpravy pracovního prostředí a zásad zvedání břemen,
- nácvik pádů,
- hydrokinezioterapie.

# Osteoporóza

## ► Rehabilitace

- Zásady cvičení:

- 2 – 3x denně po 10 – 20-ti minutách (lépe ještě častěji po kratší dobu),
- začínáme lehčími cviky s méně opakováními (3x), postupně přecházíme k obtížnějším cvikům a navyšujeme opakování (10x),
- všechny pohyby jsou pomalé, spíše tahové, ne švihové,
- cvičení musí být pravidelné a dlouhodobé,
- cvičení nesmí bolet,
- důležitější je kvalita než kvantita,
- posilujeme na úrovni submaximální síly, spíše s vlastním tělem,
- začínáme v nižších polohách.

# Osteoporóza

## ► Rehabilitace

- **Vhodné pohybové aktivity:** nepřiliš namáhavé sporty (chůze – nordic walking, lehká turistika, plavání, kolo).
- **Zakázané pohybové aktivity:** skoky, doskoky, přeskoky, prudké zvedání těžkých předmětů, cvičení s těžkými předměty (např. s činkami) a jednostranné cvičení. sporty, u nichž je vysoké riziko pádů, disciplíny lehké atletiky, volej, basketbal, házená, fotbal i tenis nebo pádlování, vzpírání, box, ragby.
- **FT:**
  - termoterapie, hydroterapie (izotermické a hypotermické, ne hypertermické)
  - elektroterapie (Träbert, TENS, Bassetovy proudy, DD, středofrekvenční proudy)
  - UZ
  - magnetoterapie
  - fototerapie

# Seznam literatury

- BARTL, R. aj. Osteoporosis. Berlin Heidelberg: Springer –Verlag, 2009. 321 s. ISBN 978-3-540-79526
- BARTL, R. aj. Bisphosphonates in Medical Practice. Actions, side effects, indications, strategies. Berlin Heidelberg: Springer –Verlag, 2007. 265 s. ISBN 978-3-540-69869-2.
- BROULÍK, P. Osteoporóza a její léčba. Praha: Maxdorf, 2009. 135 s. ISBN 978-80-7345-176-9.
- BROULÍK, P. Osteoporóza. Praha: Maxdorf, 1997. 172s. ISBN 80-85800-94-4.
- KOCIÁN, J. aj. Cvičení při odvápnění kostí. Praha: TRITON, 2004. 16 s. ISBN 80-7254-296-6
- KOLÁŘ, P. et al. Rehabilitace v klinické praxi. Praha: Galén, 2009. 713 s. ISBN 978-80-7262-657-1.
- KRHUTOVÁ, Z. Problémy pacientů s osteoporózou z pohledu fyzioterapie. Osteologický bulletin, 2009, roč. 14, č. 3, s. 88-90.
- PALAŠČÁKOVÁ-ŠPRINGROVÁ, I. Funkce-diagnostika-terapie hlubokého stabilizačního systému. Čelákovice: REHASPRING, 2010. 67 s. ISBN 978-80-254-7736-6.
- PALÁT, M. Dýchacia gymnastika. Martin: Osveta, 1982. 264 s. ISBN 70-051-82
- PAULOVÁ G. –SCHUBOVÁ V. Stop osteoporóze! Praha: Ivo Železný, 2003. 121 s. ISBN 80-237-3759-7
- PAVLŮ, D. Speciální fyzioterapeutické koncepty a metody. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2003. 239 s. ISBN 80-7204-312-9.
- PODĚBRADSKÝ, J. –PODĚBRADSKÁ, R. Fyzikální terapie. Manuál a algoritmy. Praha: Grada Publishing, a.s., 2009. 200 s. ISBN 978-80-247-2899-5.





# Seznam literatury

- VAŠÍKOVÁ, J. Osteoporóza z pohledu fyzioterapeuta. Sestra, 2011, č. 1. [cit. 14.11. 2013] Dostupné na World Wide Web: <http://zdravi.e15.cz/clanek/sestra/osteoporoz-a-z-pohledu-fyzioterapeuta-457295>
- VYSKOČIL, V. Osteoporóza a ostatní nejčastější metabolická onemocnění skeletu. Praha: Galén, 2009. 495 s. ISBN 978-80-7262-637-3.