



OSTEOPORÓZA

Veronika Březková

OSTEOPORÓZA

- Dle WHO:

„Progredující systémové onemocnění skeletu charakterizované stupněm úbytku kostní hmoty a poruchami mikroarchitektury kostní tkáně a v důsledku toho zvýšenou náchylností kostí ke zlomeninám.“

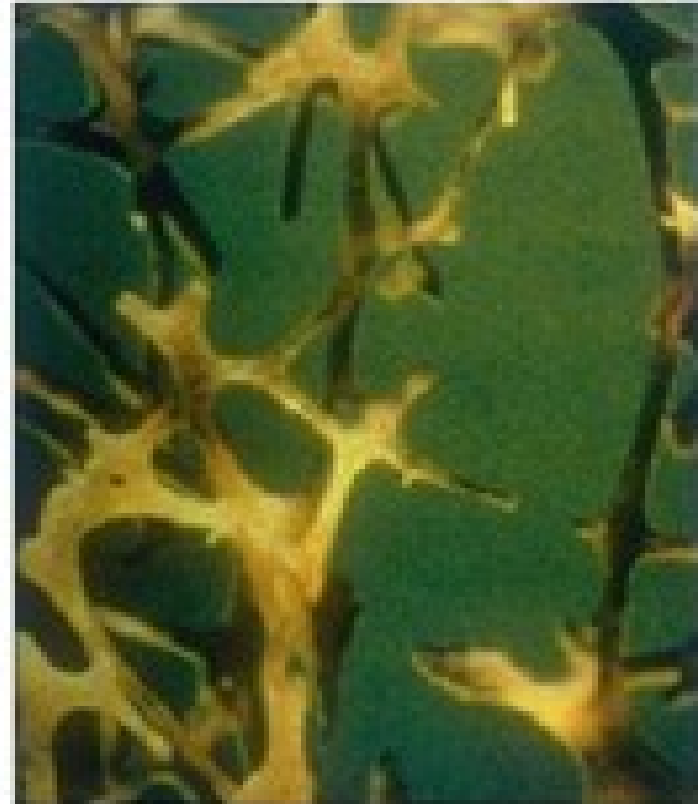


Osteoporosis

Normal Bone



Osteoporotic Bone



EPIDEMIOLOGIE

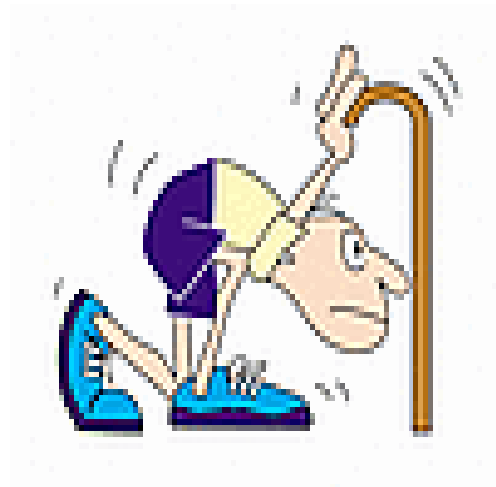
POSTIHUJE PŘIBLIŽNĚ 600 000 OBYVATEL ČR

***Po 50. roce
utrpí
osteoporotickou zlomeninu***

každá 3. žena

a

každý 6. muž



DLE PŘÍČINY DĚLÍME OSTEOPORÓZU:

○ *Primární (absence známých onemocnění vedoucích k postižení kosti)*

Postmenopauzální (ženy:muži - 6:1)

- deficit estrogenů
- výskyt asi 15-20 let po menopauze
- nejvíce postižena trámčitá kost – fraktury předloktí a obratle

Senilní (věk nad 70let)

- s věkem se snižující osteoformace
- sekundární hyperparathyreóza
- snížená absorpce Ca (snížená tvorba kalcitriolu)

○ *Sekundární (způsobená známým onemocněním, respektive léčbou)*

- např. zvýšená činnost štítné žlázy nebo příštítných tělísek, onemocnění jater, ledvin, cukrovka, nádorové onemocnění, atd.

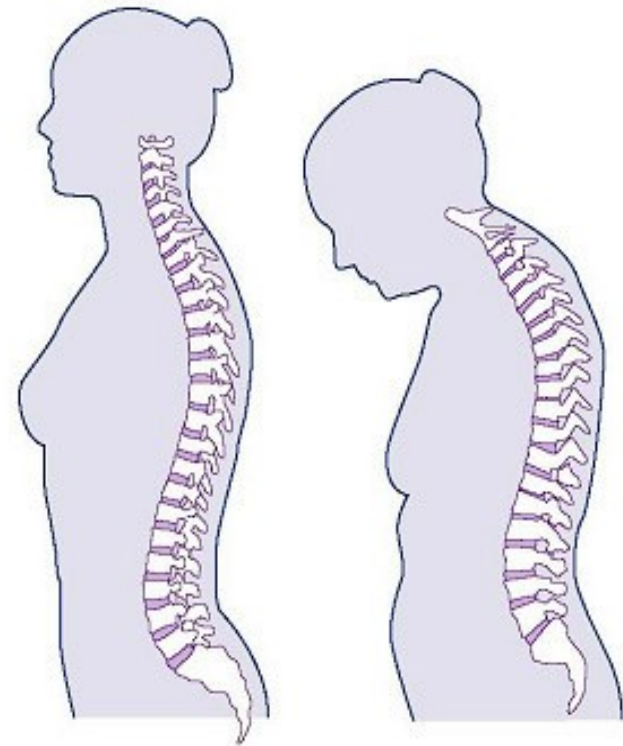


PROJEVY OSTEOPORÓZY I.

- Bolesti zad
- Kyfóza
- Zmenšování postavy



Osteoporosis in the vertebrae



The Osteoporosis Continuum

The diagram illustrates the progression of osteoporosis through four stages, each with a corresponding spine illustration and a photograph of a woman. From left to right: 1. Healthy spine: A straight spine and a woman standing upright. 2. 50 Menopausal: A slightly curved spine and a woman with a slight hunch. 3. 55+ Postmenopausal: A more pronounced curve and a woman with a significant hunch. 4. 75+ Kyphotic: A severely curved spine and a woman with a very pronounced hunch, using a cane.

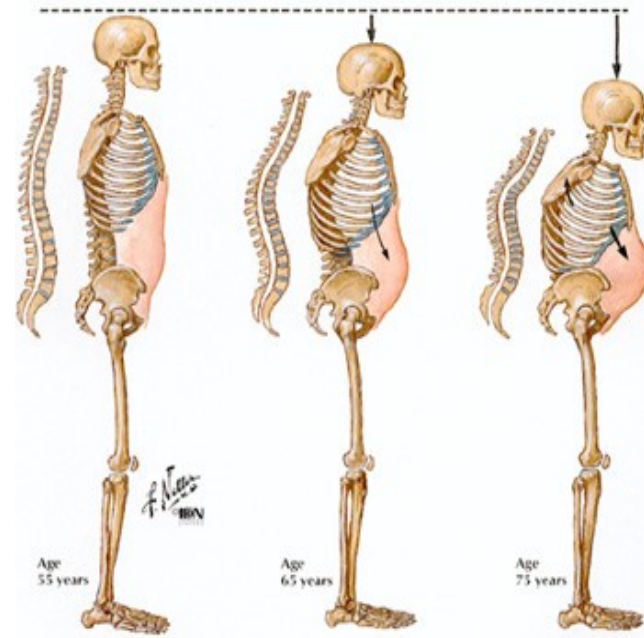
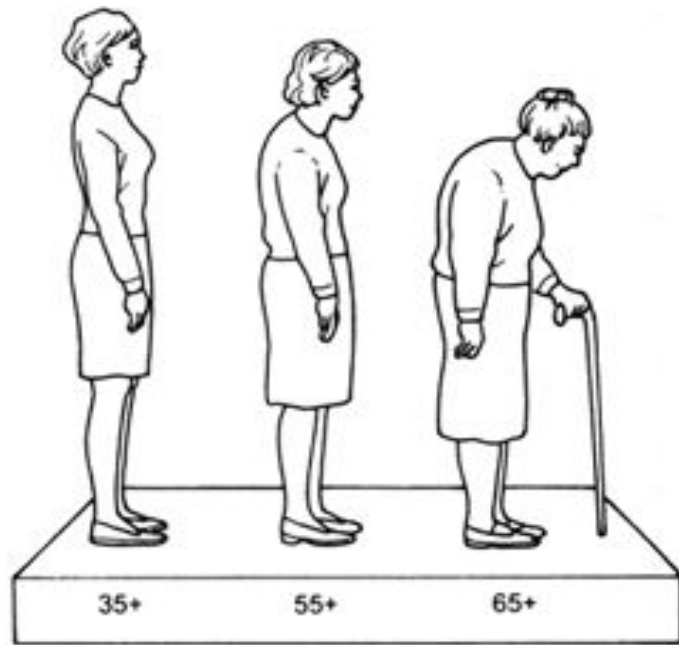
Healthy spine

50 Menopausal
Experiencing vasomotor symptoms

55+ Postmenopausal
At greater risk for spinal fracture than any other type of fracture

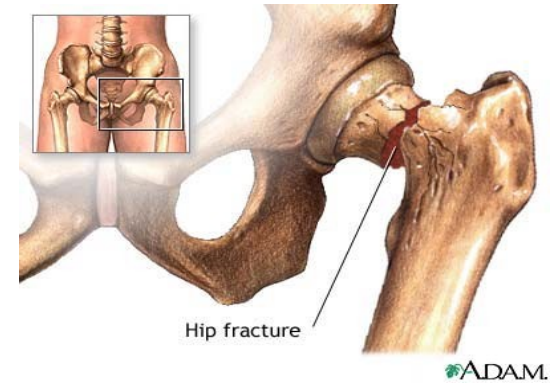
75+ Kyphotic
At risk for hip and spinal fracture

Kyphotic spine

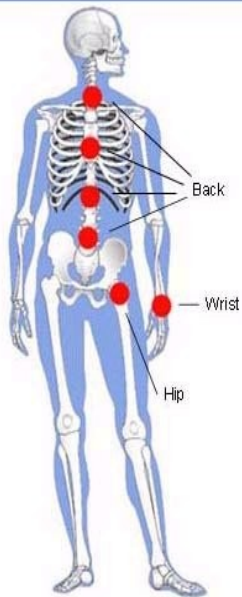


PROJEVY OSTEOPORÓZY II.

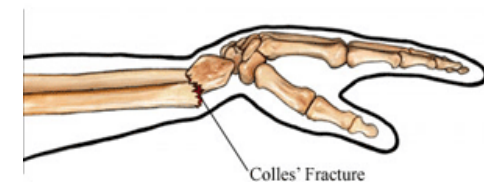
- Časté zlomeniny v typických lokalizacích:
 - zlomenina krčku femuru



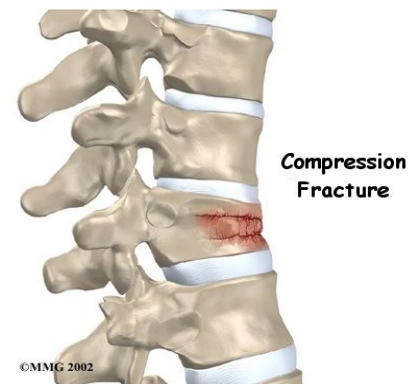
Common fracture sites for osteoporosis



- Collesova zlomenina zápěstí



- kompresivní fraktura obratlů



KOSTNÍ TKÁŇ = BUŇKY + MATRIX

...POJIVOVÁ TKÁŇ, KTERÁ JE TVRDRÁ A PEVNÁ

○ Kostní buňky

- osteoprogenitorní buňky: kmenové buňky, mitoticky se dělí a diferencují ve zralé kostní buňky
- **osteoblasty**: formují novou kostní tkáň – syntetizují organickou složku kostní tkáně a angažují se při ukládání anorganických látek do matrix
- osteocyty: klidové formy osteoblastů
- **osteoklasty**: odbourávají kostní tkáň



KOSTNÍ TKÁŇ = BUŇKY + MATRIX

...POJIVOVÁ TKÁŇ, KTERÁ JE TVRDRÁ A PEVNÁ

- Mezibuněčná hmota – kostní matrix
- *anorganická složka = tvrdost a pevnost*

50% celkové hmotnosti kostní tkáně

Ca, P → hydroxylapatitové krystaly

- *organická složka = pružnost*

kolagen typu I.

amorfní substance (GAG a GP – důležitá role při ukládání vápníku a remodelaci kostní tkáně)



KOSTNÍ REMODELACE

- Neustálá aktivita kostních buněk – možnost kostní přestavby
- Umožňuje:
 - adaptaci na změny mechanické zátěže
 - opravu drobných mechanických poškození
 - náhradu staré kostní hmoty
- *Ve skeletu existuje zhruba 2,5 milionu remodelačních jednotek (BRU – bone remodeling unit), které jsou potřebné pro přestavbu kosti. Cyklus remodelace kosti sestává z 6 fází (fáze klidu, fáze resorpce, fáze zvratu, fáze rané novotvorby, fáze pozdní tvorby a fáze klidu) a trvá přibližně 180 dnů.*
- Vysoká u dětí, kde převažuje novotvorba nad odbouráváním kosti (převažuje novotvorba nad odbouráváním)
- V dospělosti jsou oba tyto děje v rovnováze
- Během stárnutí dochází k převážení na stranu odbourávání kosti

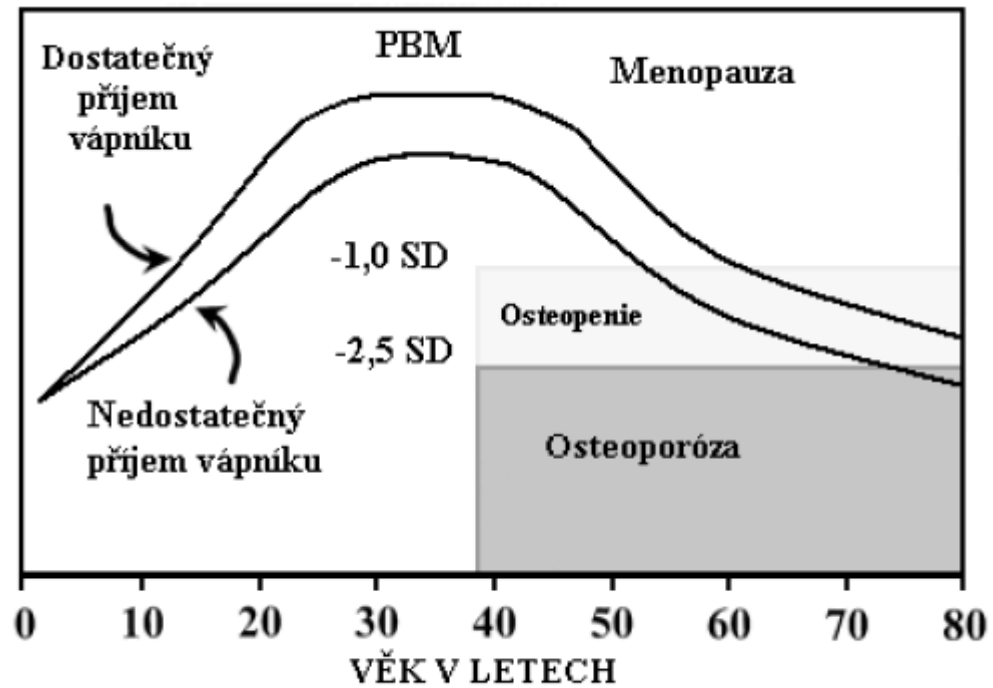


KOST JE METABOLICKY AKTIVNÍ TKÁŇ...

- **90 % kostní hmoty se vytváří ke konci dospívání**
- V prvních 5 – 6 letech života je pro kostní novotvorbu využito kolem 100 mg vápníku denně, během puberty až 400 mg Ca denně
- Modelace a remodelace kosti během růstu vede k vytvoření **vrcholu kostní hmoty** (PBM – peak bone mass)
- Maximálních hodnot kostní hmoty je dosahováno mezi 25. a 30. rokem života (následně je tzv. „z čeho brát“)
- Studie prokázaly **silný genetický vliv** na dosažení vrcholu kostní hmoty, a to až z 80 %



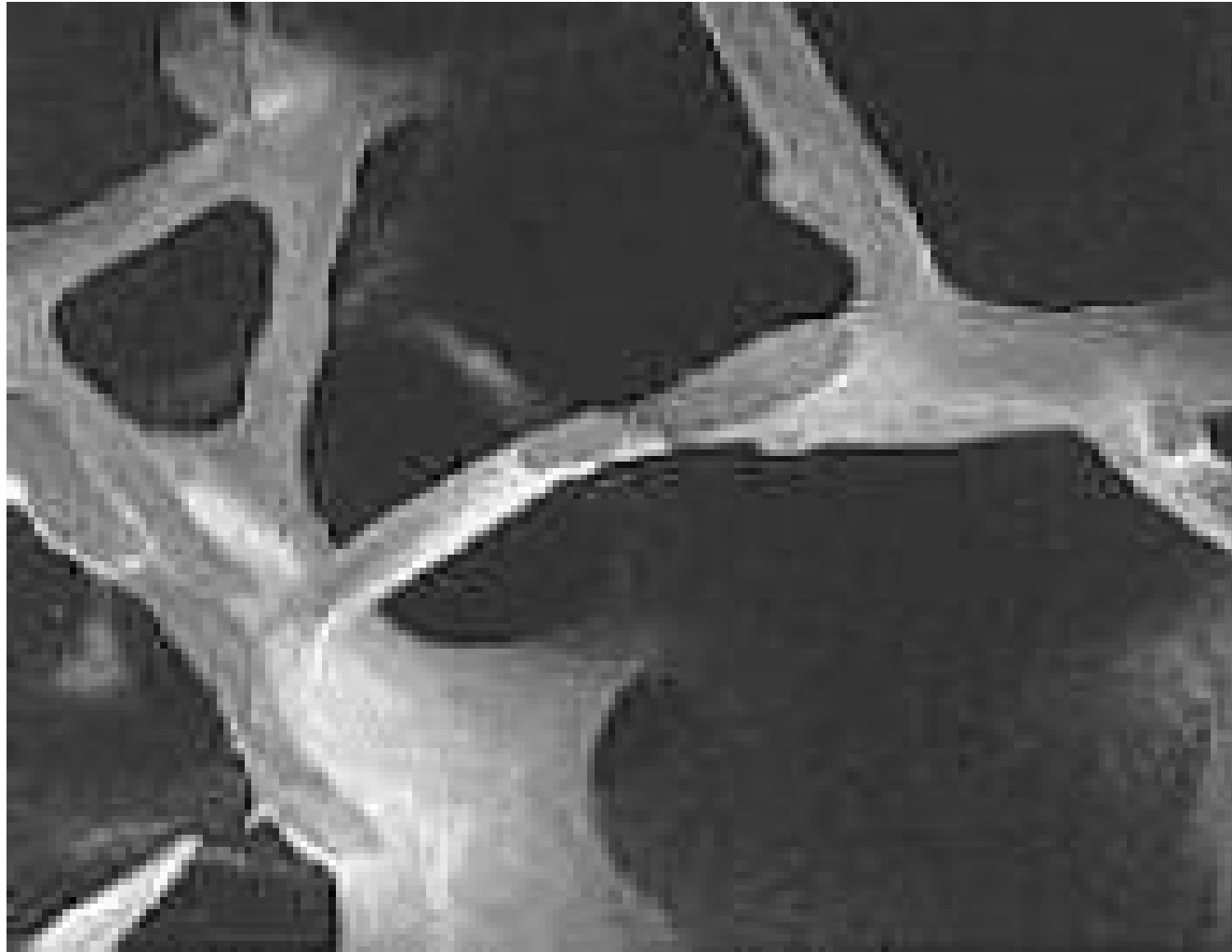
SCHÉMA VRCHOLU KOSTNÍ HMOTY (PBM)



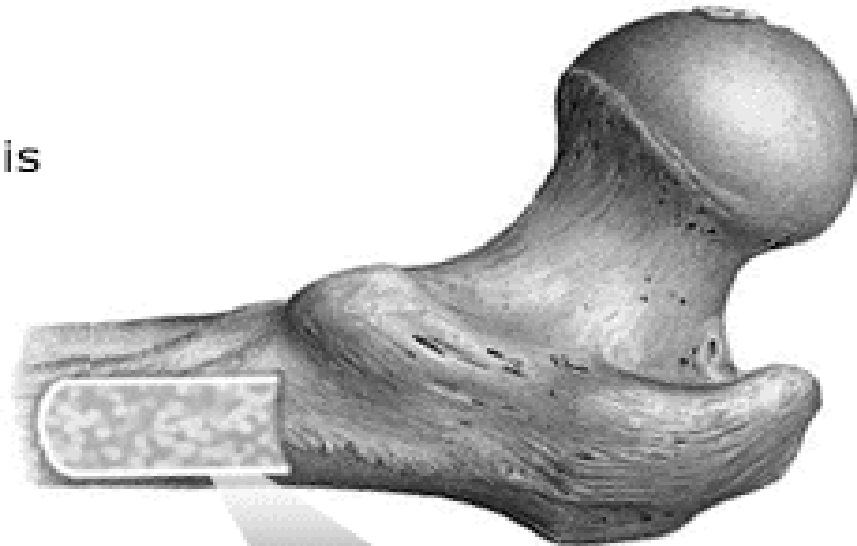
NORMÁLNÍ KOST



OSTEOPOROTICKÁ KOST



Section of bone
showing osteoporosis



Normal Bone



Osteoporotic Bone



Reproduced from *J Bone Miner Res* 1993;1:16-24 with
permission of the American Society for Bone and Mineral Research



DIAGNOSTIKA

[HTTP://WWW.SMOS.CZ/OSTEOPOROZA.ASP](http://www.smos.cz/osteoporozas.asp)



- Rentgenová a ultrazvuková denzitometrie
 - rentgenová: přesné odlišení kosti od okolní měkké tkáně a umožňuje měřit prakticky jakoukoli část skeletu, zpravidla páteř a horní část stehenní kosti
 - ultrazvuková: vyšetření periferních částí skeletu (patní kost, předloktí, články prstů) - vyšetření je nezářivé, laciné a rychle ale nedostačující - vhodné pro screening
- Laboratorní vyšetření krve a moče u pacientů s osteoporózou
 - sedimentace, krevní obraz
 - vyšetření koncentrace vápníku, fosforu a ostatních iontů
 - stanovení dusíkatých katabolitů - močoviny a kreatininu
 - vyšetření krevních bílkovin pomocí elektroforézy
 - jaterní testy
 - vyšetření hladiny glukózy, lipidů
 - stanovení hormonů štítné žlázy, vitamínu D, ev. Parathormonu



T-SKÓRE A Z-SKÓRE

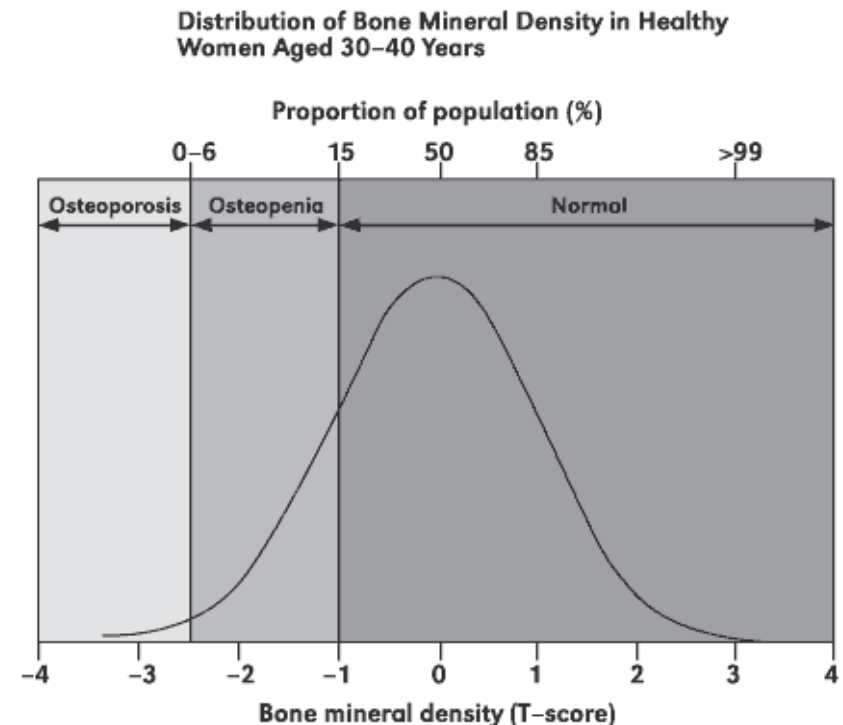
...DLE WHO

- **denzita kostního minerálu srovnaná s průměrnou hodnotou**
T-skóre: u mladých zdravých jedinců téhož pohlaví
Z-skóre: u stejné věkové kategorie
- **vyjádřeno ve směrodatných odchylkách (SD) od průměru**
norma: do 1 SD
osteopenie: 1 - 2,5 SD
(větší riziko osteoporózy v budoucnosti!!!)
osteoporóza: nad 2,5 SD

zdroj obr.:

<http://www.cmdrc.com/Data/Images/T-Score.gif>

- Je prokázáno, že každý pokles denzity kostního minerálu o 1 směrodatnou odchylku (1% odpovídá přibližně 10%) zvyšuje riziko zlomeniny dvojnásobně. Pacientky s osteoporózou mají tedy nejméně pětinásobně vyšší riziko budoucí zlomeniny.





PRINCIP OSTEOPORÓZY?

KOSTNÍ TKÁŇ = BUŇKY + MATRIX

...POJIVOVÁ TKÁŇ, KTERÁ JE TVRDRÁ A PEVNÁ

○ Kostní buňky

- osteoprogenitorní buňky: kmenové buňky, mitoticky se dělí a diferencují ve zralé kostní buňky
- **osteoblasty**: formují novou kostní tkáň – syntetizují organickou složku kostní tkáně a angažují se při ukládání anorganických látek do matrix
- osteocyty: klidové formy osteoblastů
- **osteoklasty**: odbourávají kostní tkáň



KOSTNÍ TKÁŇ = BUŇKY + MATRIX

...POJIVOVÁ TKÁŇ, KTERÁ JE TVRDRÁ A PEVNÁ

- Mezibuněčná hmota – kostní matrix
 - *anorganická složka = tvrdost a pevnost*
50% celkové hmotnosti kostní tkáně
Ca, P → hydroxylapatitové krystaly
 - *organická složka = pružnost*
kolagen typu I.
amorfní substance (GAG a GP – důležitá role při ukládání vápníku a remodelaci kostní tkáně)



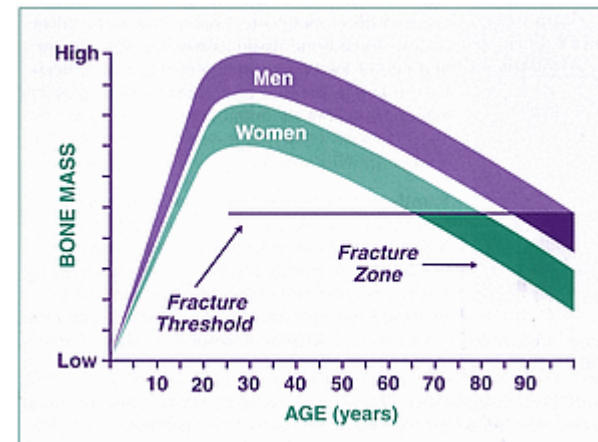
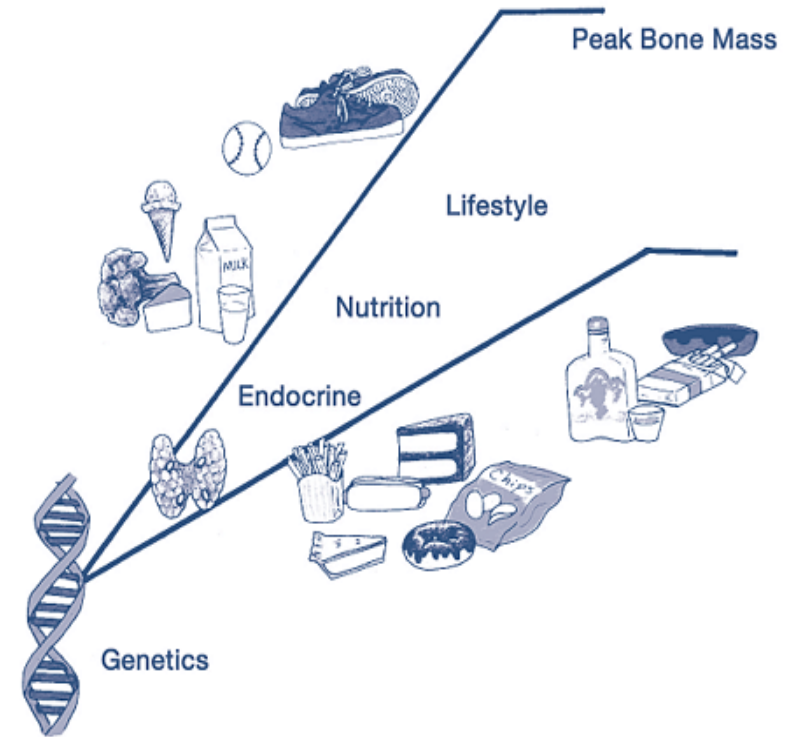
PRINCIP...

- Aktivita osteoklastů a osteoblastu vyrovnaná = množství kostní hmoty zůstává stejné
- Aktivita osteoklastů > aktivita osteoblastů
→ snížení kostní denzity, vzrůst fragility kosti...riziko fraktur
- Estrogeny
– antiresorpční vliv Ca z kostí



ETIOLOGIE

- **Maxima kostní hmoty je dosaženo cca ve 25 letech**
 - v závislosti na:
 - genetických faktorech (až v 80%),
 - zdravém způsobu života,
 - tělesném pohybu
 - a stravy bohaté na vápník
- **Úbytek kostní hmoty začíná po 35. roce**
 - muži a ženy o 0,3-0,5% ročně
 - u žen po menopauze o 2% ročně



RIZIKOVÉ FAKTORY OSTEOPORÓZY



○ Vnitřní faktory:

- Genetické faktory
- Věk, pohlaví, rasa
- Geografické a klimatické vlivy



○ Vnější faktory:

- neadekvátní příjem živin: nízký příjem Ca, nedostatek vit. D, příjem bílkovin, fosforu
- nízká pohybová aktivita
- kouření, alkohol
- kofein a kolové nápoje
- nízká hmotnost



RASA A ETNICKÁ PŘÍSLUŠNOST, KLIMA

- Lidé afrického původu mají vyšší kostní hustotu než lidé původem ze severní Evropy
Zlomeniny krčku kosti stehenní jsou třikrát častější u 80-ti letých žen bílé pleti než u žen tmavé pleti stejného věku
Asiaté, obyvatelé střední a jižní Ameriky a Inuité, mají nižší kostní hustotu než lidé ze severní Evropy
- NICMÉNĚ: Ačkoli mají Asiaté nižší kostní hustotu, výskyt zlomeniny kyčle je u nich nejnižší na světě (2krát až 3krát vyšší absorpce vápníku, než u obyvatel severní Evropy a Afriky)
- Vysoké štíhlé ženy mají vyšší riziko osteoporózy a fraktur
- Syntézu vitamínu D ovlivňují mnohé geografické a klimatické vlivy, mezi něž patří zeměpisná šířka, roční období, měsíc a také stav ovzduší





PREVENCE

Syndrom švédské sekretářky

PREVENCE

- Maximalizace vrcholu kostní hmoty u dospívajících
- Zpomalení úbytku kostní hmoty u dospělých, především u peri- a postmenopauzálních žen
- Zásadní úlohu hraje:
 - příjem vápníku
 - příjem vitamínu D
 - pravidelná pohybová aktivita



VÁPNIK...PRO ŽIVOT ZCELA NEZBYTNÝ

- 99 % uloženo v kostech a zubech, 1 % v ECT
- Úzkostlivě udržovaná hladina v plazmě 2,23 – 2,7 mmol/l
- V žaludku redukce přijatého vápníku na dvojmocnou formu
- Enterocyt – vstřebávání pomocí calbindinu či aktivním transportem proti koncentračnímu gradientu za spotřeby energie
- Dle studií (u osob s nízkým příjmem) suplementace vápníkem snižuje relativní riziko zlomenin krčku kosti stehenní – přínos mizí, jakmile je suplementace ukončena



VÁPŇÍK – NÁVRH VDD

ZDROJ: VÝŽIVA NA ZAČÁTKU 21. STOLETÍ

- 0-12 měsíců: 67 mg/kg hmotnosti
- 1-3 roky: 62 mg/kg hmotnosti
- 3-9 let (chlapci/dívky): 900/1000 mg
- 11-14 let (chlapci/dívky): 1100/1100 mg
- 15-18 let (chlapci/dívky): 1200/1200 mg
- 19-59 let (muži/ženy): 1000/1000 mg
- Těhotné: 1500 mg
- Kojící: 2000 mg



DOPORUČENÍ PRO PŘÍJEM VÁPNIKU (MG/DEN)

Věková kategorie	Austrálie	UK	USA	EU
kojenci	300	525	210 – 270	400
děti	530 – 800	350 – 550	500 – 800	400 – 550
dospívající dívky	800 – 1000	800	1300	800
dospívající chlapci	1000 – 1200	1000	1300	1000
dospělí	800	700	1000	700
muži nad 65 let	800	700	1000	700
ženy po menopauze	1000	700	1000	700
těhotné ženy	1100	700	1000 - 1300	700
kojící ženy	1200	1250	1000 - 1300	1200



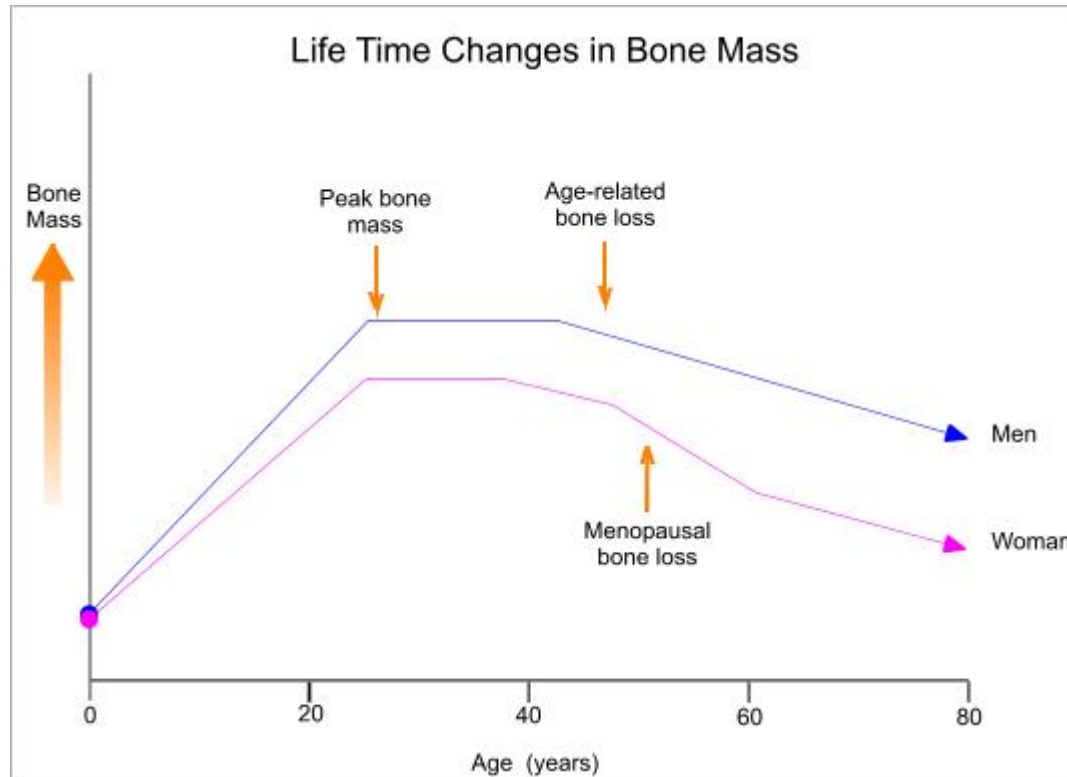
DLE WHO

[HTTP://WHQLIBDOC.WHO.INT/PUBLICATIONS/2004/9241546123_CHAP4.PDF](http://whqlibdoc.who.int/publications/2004/9241546123_CHAP4.PDF)

- 0-12 měsíců: 300-400mg
- 1-3 roky: 500mg
- 3-9 let: 600-700mg
- 10-18 let: 1300mg
- Ženy (19let-menopauza)/Muži (19-65let): 1000mg
- Ženy po menopauze/muži starší 65let: 1300mg
- Těhotné: 1200 mg
- Kojící: 1000 mg

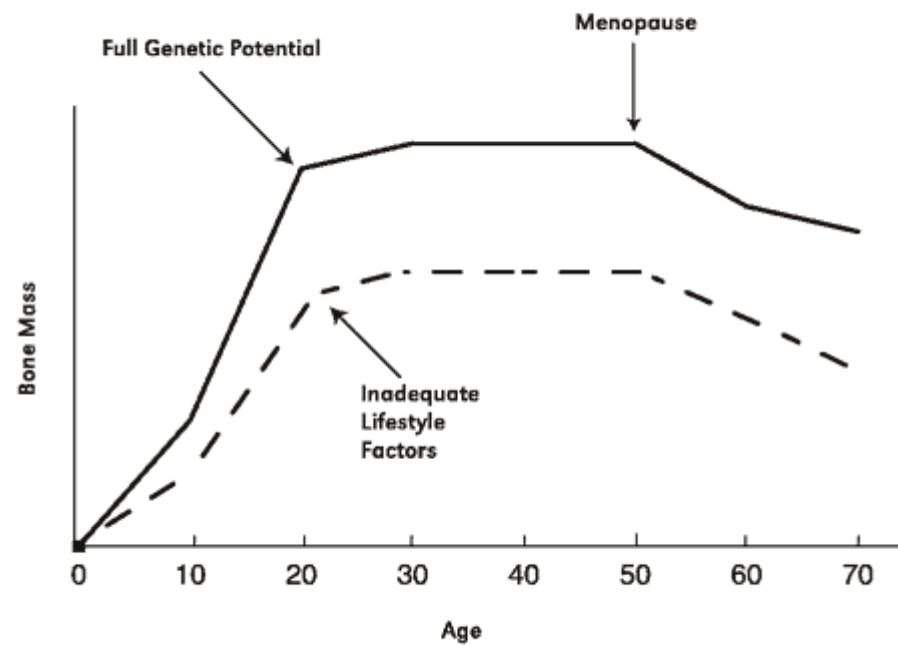


Zdroj obr.: http://www.breastcare.co.za/new_graph.jpg



Zdroj obr.: <http://www.surgeongeneral.gov/library/bonehealth/images/Figure6-2.gif>

Figure 6-2. Bone Mass Versus Age With Optimal and Suboptimal Bone Acquisition



Source: Based on Heaney et al. 2000.



VÁPNIK

- Mléčné výrobky a mléko u nás hradí 65% celkového příjmu vápníku.
- Laktózová intolerance jako příčina nedostatečné konzumace mléka a mléčných výrobků má incidenci závislou na geografických souvislostech.
- Přestože lidé afrického a asijského původu mají větší incidenci laktózové intolerance, riziko osteoporózy je u nich menší, než u Evropanů. Vyvinula se u nich kompenzačně vyšší schopnost vstřebávat vápník
- Svůj vliv na nízký příjem vápníku může mít i úprava říční vody na pitnou. Studniční voda má až 5 mmol Ca/l a upravená vodovodní jen kolem 0,5 mmol Ca/l. To může u denní spotřeby vody 1,5 – 2 litry vody denně způsobit ochuzení až o 270 – 360 mg vápníku



POZN.: VÁPŇÍK - FUNKCE

- 99% v kostech
- Cytoskelet
- Svalová kontrakce
- Nervový přenos
- Aktivace enzymů
- Krevní srážlivost aj.



ZDROJE VÁPNIKU

- Mléko, mléčné výrobky: využitelnost asi 30%
- Tavené sýry =(
- Rostlinné zdroje:
 - vstřebatelnost snižují: oxaláty (špenát, mangold, rebarbora, celer, fazole..) a fytáty (ořechy a obiloviny)
 - dobré zdroje (využitelnost až 60%): brokolice, kapusta, kedlubna a dále viz tabulka
 - ořechy (využitelnost až 20%): mandle (252), lískové ořechy (181), para ořechy (160)pistácie (130..mg/100g)
 - semínka (využitelnost až 20%): sezamová (878), lněná (195), slunečnicová (700...mg/100g)
 - mák: 1400 - 1960 mg/100g



ZDROJ: [HTTP://WWW.NUTRITION.GOV](http://www.nutrition.gov)

Zelenina	Množství v 1 šálku (g)	Obsah vápníku (mg)	mg Ca/100g
tuřín (vařený)	144	197	137
kapusta (vařená)	130	179	138
čínské zelí (vařené)	170	158	93
brokolice (vařená)	156	61	39
brokolice (syrová)	88	41	47
růžičková kapusta (vařená)	156	56	36
hlávkové zelí (syrové)	70	33	47
chřest (vařený)	180	32	18
květák (vařený)	180	31	17



DALŠÍ ZDROJE

- **Voda z vodovodu** obsahuje 1 – 160 mg vápníku na litr, závisí na její tvrdosti.
- Bylo zjištěno že v některých oblastech Evropy tvoří voda až 4% příjmu vápníku
- Vyhláška MZČR č. 376/2000 Sb., kterou se stanoví požadavky na pitnou vodu, platná od 1.1.2001, udává pro Ca minimální hodnoty 30 mg/l, doporučenou hodnotu pak 100 mg/l.
- V Ontariu bylo zjištěno, že rozdíl mezi denním příspěvkem nejtvrděších a nejměkčích pitných vod činil 53 mg/den, což je více než 10% podíl na celkovém příjmu.
- Bylo též dokázáno, že vařením v měkké vodě dochází ke značným ztrátám prvků (včetně Ca) z potravin, především ze zeleniny, ale i z masa a obilovin, až o 60%. Naopak vařením v tvrdé vodě se ztráty minimalizují, u vápníku může dojít dokonce i k obohacení vařené potraviny.
- Podle meta-analýzy šesti studií je využitelnost vápníku z minerálních vod ekvivalentní vápníku mléka a mléčných produktů, nebo dokonce mírně vyšší. Absorpce vápníku je zde 28,3 až 47,5%.

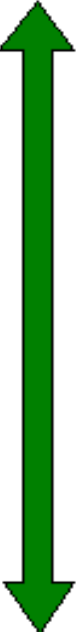


DALŠÍ ZDROJE

- **Slepičí vejce** obsahují 57 mg vápníku/100g, z něž většina se nachází ve žloutku (130 mg/100g).
- **Korýši** a malé **ryby**, jako sled' nebo sardinky, které se jí i s kostmi, mohou být významným zdrojem vápníku



Absorpce vápníku z různých zdrojů



$\geq 50\%$ absorbováno	květák, řeřicha, čínské zelí, hlávkové zelí, růžičková kapusta, tuřín, kedluben, kapusta, bok choy, brokolice
$\approx 30\%$ absorbováno	mléko, obohacený sojový nápoj, tofu vyrobené pomocí kalciové soli, obohacené džusy
$\approx 20\%$ absorbováno	mandle, sezamová semínka, fazole
$\leq 5\%$ absorbováno	špenát, rebarbora



FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ VYUŽITELNOST VÁPNIKU

- Zvyšují:

1. *vitamin D - Sérová koncentrace kalcitriolu je pozitivně spojena s mírou absorpce. Střevní absorpce vápníku klesá s věkem, což je zřejmě způsobeno snižováním senzitivity receptorů pro vitamin D*

2. *laktóza, citrát a fosfopeptidy, které se objevují během trávení kaseinu (Renner, 1994). Laktóza předchází nebo alespoň zpožďuje precipitaci kalciového iontu, čímž zvyšuje jeho využitelnost.*

Kaseinové fosfopeptidy, které vznikají při zpracování potravin nebo během trávení, zabraňují tvorbě nerozpustných kalciových solí, potenciálně zvyšují poměr rozpustného vápníku uvnitř střevního lumen a tím absorpci vápníku. Tyto hypotézy potvrzují studie na zvířatech, u lidí byly výsledky rozporuplné.

3. *Absorpci vápníku ovlivňuje také věk.*



FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ VYUŽITELNOST VÁPŇÍKU

- Snižují

1. *poměr vápník:fosfor (viz. dále)*

2. *fyáty, které jsou obsaženy v mnoha obilovinách a semenech*

3. *tuk také ovlivňuje vstřebatelnost vápníku, avšak jeho efekt je významný pouze v případech lipidové malnutrice, jakou je např. steatorea. Vysoká exkrece tuku do stolice zvyšuje ztráty vápníku tím, že se vazbou nasycených mastných kyselin na vápník tvoří nerozpustná kalciová mýdla*

4. *vláknina ? (Bylo zjištěno, že rezistentní škrob zvyšuje absorpci vápníku u krys i u lidí, pravděpodobně v důsledku snížení pH ve střevě, což zvyšuje rozpustnost vápníku a tím jeho využitelnost)*

5. *kyselina oxalová*



FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ VYUŽITELNOST VÁPNIKU

○ Snižují

6. kofein

- černá káva v menším množství kostem nevadí, ale více než 4 šálky denně působí hyperkalciurii a po delší době vede k osteoporóze
- kofein má negativní efekt na absorpci vápníku, ale neovlivňuje vylučování vápníku močí v nijak velkém rozsahu
- kofein ale působí nepříznivě jen pokud je zároveň nízký příjem vápníku
- snížení absorpce vápníku ve střevě způsobené kofeinem lze ak malé, že by mohlo být plně vyrovnáno jen asi 1 – 2 čajovými lžičkami mléka

7. alkohol

- toxický vliv na osteoblasty a nepřímé působení alkoholu jako je nechutenství, špatné stravovací zvyklosti alkoholiků, absence kvalitních potravin
- při postižení jater navíc dochází k chybné konverzi vitamínu D na 25-hydroxyvitamín D. Z tohoto důvodu, ale také poškozením střevní sliznice alkoholem, se snižuje absorpce vápníku ze střeva
- dále způsobuje zvýšenou kalciurii



FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ VYUŽITELNOST VÁPŇÍKU

○ Snižují

8. bílkoviny

- v důsledku deficitu albuminu, který je hlavním transportním proteinem pro vápník, se snižuje využitelnost vápníku
- na druhé straně strava s nadbytkem živočišných bílkovin (hlavně masa) působí rychlejší resorpci kostí zřejmě zvýšenou acidifikací organismu při oxidaci aminokyselin s obsahem síry

9. sodík

- je jedním z nejsilnějších činitelů ovlivňujících exkreci vápníku močí.
- zvýšený příjem zvyšuje ztráty vápníku močí. (zvýšení příjmu sodíku o 2300 mg zvýší kalciurii o 40 mg)



DALŠÍ KLÍČOVÉ NUTRIENTY...

- Fosfor
- Vitamin D
- Zn, Mg, Cu, Fe, B, K, Na, F
- vitamin C, K, B6, kyselina listová, B12
- Bílkoviny



FOSFOR

- Dostatečný příjem fosforu je nezbytný pro kostní mineralizaci!
Spolu s vápníkem tvoří hlavní součást kostního minerálu. Kost obsahuje 85% celkového fosforu těla.
- Optimální poměr Ca:P → 1,3:1, při špatné absorpci Ca pak poměr 2:1
- Studie nepotvrdily pozitivní efekt suplementace fosforu na zdraví kostí
- Negativní je spíše jeho vysoký příjem spojený s nízkým příjmem vápníku
- Víte ve kterých potravinách se skrývá fosfor?



Obsah vápníku (Ca), fosforu (P) a sodíku (Na) v přírodních a tavených sýrech (Dostálová, 2005)

Typ sýra	Ca (mg/100g)	P (mg/100g)	Na (mg/100g)
Měkký tvaroh	100	200	30
Tučný tvaroh	70	170	30
Tvarůžky	150	270	1900
Hermelín	400	300	1100
Eidam 30 % tuku v sušině (tvs)	900	620	850
Eidam 45 % tvs	750	570	780
Čedar 50 % tvs	750	530	490
Ementál	1010	650	229
Tavený sýr 30 % tvs	490	180 -1200	920
Tavený sýr 70 % tvs	280	prům. 700	750



Přírodní sýr	Ca (g/l)	P (g/l)	Přírodní sýr	Ca (g/l)	P (g/l)
Lučina	0,73	1,16	Eidam (50 % tvs)	7,73	5,04
Imperiál	3,10	-	Jadel	5,82	4,59
Balkánský sýr	4,00	2,37	Madeland (45 % tvs)	8,87	5,82
Pivní sýr	6,21	4,53	Čedar (45 % tvs)	7,61	5,27
Niva	5,53	3,30	Primátor (45 % tvs)	10,11	6,51
Zlato	6,21	4,53	Eidam (30 % tvs)	9,52	6,20
Romadúr	6,83	4,51	Olomoucké tvarůžky	1,30	2,67
Hermelín	3,89	3,00	Tylžský sýr	9,70	6,28



VITAMIN D

- Zdroj:
ultrafialové záření
(UVB, resp. v pásmu 290-315 nm)
→ aktivace 7-dehydrocholesterolu → cholekalciferol → hydroxylace v
jatrech na C25 → v ledvinách konverze na 1,25-dihydrocholekaciferol
X solária (maligní melanom)

rybí tuky, olej z tresčích jater, vaječný žloutek

- Faktory: expozice slunečnímu záření, zeměpisná šířka, roční období, pigmentace
pleti, věk a používání opalovacích krémů
Do 65. roku věku je slunění hlavním zdrojem vitamínu D pro lidský organismus
Odhaduje se, že syntézou vitamínu D v kůži se dostává do těla přibližně 10 µg/den



NÁVRH VDD (SPV) A DOPORUČENÍ DLE VYSKOČILA

Věková kategorie	Vitamin D (µg)
kojenci 0 – 6 měs. (µg /kg)	1,25
kojenci 6 – 12 měs. (µg /kg)	1,11
batolata (µg /kg)	0,77
děti 3 – 6 let	10
děti 7 – 10 let	5
děti 11 – 14 let	5
dospívající 15 – 18 let	5
dospělí 19 – 59 let	5
dospělí 60 let a více	5
těhotné ženy	10
kojící ženy	10

Věková kategorie	Vitamin D v IU	Vitamin D v µg
0 – 50 let	200	5
51 – 70 let	400	10
71 a více let	800 - 1200	20 - 30



Potravina	Obsah vitamínu D (µg/100g)	Potravina	Obsah vitamínu D (µg/100g)
játra hovězí syrová	1,13	halibut v oleji	35
játra vepřová syrová	1,13	krab	3,75
vaječný žloutek	7,50	losos sterilovaný	7,85
mléko	0,11	makrela čerstvá	27,5
máslo	2,3	rybí tuk	250
smetana	0,43	sardinky	34,5
sýr	0,83	sled' konzumní	8,25
kakaový prášek	75	tuňák	5 – 8
hřiby	2,1	kukuřičný olej	0,22
žampiony	0,53 – 1,58	karotka	0,07



Jaký vliv na příjem vitamínu D má roční období a zeměpisná šířka?



Které osoby jsou rizikové
z nedostaktu vitamínu D?



ZN, MG, CU, FE, B, K, NA, F

- **Zn**: kofaktor alkalické fosfatázy (nezbytná k mineralizaci kost), součást superoxid dismutázy (chrání kosti před oxidačním poškozením)
- **Mg**: mimo jiné snižuje velikost hydroxylapatitových krystalů (předchází vzniku křehké kosti)
Kolem 60% celkového hořčíku těla se nachází v kostech. Kromě toho je také nezbytný pro sekreci PTH a tím tedy pro produkci aktivní formy vitamínu D a udržování hladiny vápníku a fosforu. Některé studie zaznamenaly významný vztah mezi příjmem hořčíku a denzitou kostí, jiné studie však toto zjištění nepotvrdily.
- **Cu**: součást superoxid dismutázy
- **Fe**: složka propyl hydroxylázy (tvorba kolagenu), kofaktor enzymu zabezpečujícího transformaci vit.D na aktivní formu
- **B**: zvyšuje hladinu estradiolu (nejaktivnější estrogen u žen v menopauze)
- **K**: podporuje vznik alkalického prostředí (šetří tak Ca)
- **Na**: ovlivňuje retenci ostatních nutrientů, nejsilněji vylučuje Ca močí
- **F**: přiměřený příjem – pozitivní vliv na vývoj kostní tkáně



VITAMIN C, K, B6, KYSELINA LISTOVÁ, B12 A BÍLKOVINY

- **Vitamin C:** tvorba kolagenu
- **Vitamin K:** tvorba a udržování kostní tkáně
- **Vitamin B6:** zřejmě modeluje efekt vitamínu K
- **Kyselina listová:** uplatnění v metabolismu NK a AK
- **Vitamin B12:** kofaktor alkalické fosfatázy



BÍLKOVINY

- **Bílkoviny**: komponenta kostní matrix + modifikace insulin-like růstového faktoru (stimulace osteoblastů)
adekvátní příjem Ca:bílkoviny → $\geq 20:1$ (mg:g)
- Vysoký příjem bílkovin je uváděn jako jeden z rizikových faktorů osteoporózy, protože vede k aminoacidurii a kalciurii
- Nízký **příjem** bílkovin je spojován se zvýšenou ztrátou kostní hmoty v oblasti krčku kosti stehenní a lumbální páteře, a proto **by neměl klesnout pod 16 % energetického příjmu za den**
- Kromě nepříznivého účinku na kost vede **proteinová malnutrice** ke **snížení svalové hmoty a síly a zvyšuje tak riziko pádů**



KOUŘENÍ A OSTEOPORÓZA

MOŽNÉ SOUVISLOSTI

- toxický vliv látek z kouře na osteoblasty a tím snížená kostní novotvorba
- defektní výživa s nízkým přívodem Ca, zvýšená konzumace kávy u kuřáků
- acidóza pro vysoké koncentrace CO₂
- zvýšená citlivost k PTH, snížená sekrece kalcitoninu, zvýšená kalciurie
- zvýšený výdej katecholaminů pod vlivem nikotinu a tím zvýšená resorpce kosti
- porucha sekrece estrogenů u žen a předčasná menopauza
- časté imobilizace v důsledku kouřením způsobených onemocnění
- časté onemocnění žaludku a tím snížení absorpce Ca



POHYBOVÁ AKTIVITA

- FYZICKÁ AKTIVITA A VLIV GRAVITACE
- aktivace osteoblastů
- fixace vápenatých iontů na záporně nabitý povrch kosti
- zvýšený přísun materiálu pro osifikaci

- V dětství a dospívání - sporty a cvičení vyšší intenzity, zátěže a vytrvalosti (vliv na stimulaci osteoblastů)
- Ve vyšším věku - aktivity střední intenzity kratšího trvání s pauzami mezi cvičením



POHYBOVÁ AKTIVITA

L.I.V.E.

- z hlediska prevence osteoporózy jsou nejvhodnější aktivity spíše silového charakteru nebo aktivity s použitím nějakého (nejen sportovního) náčiní, kdy je vyvíjena zátěž na kosti.
- je dobré vykonávat celý život činnosti, při kterých **působí** na podstatnou část skeletu **síla gravitace** - kostní hmota se totiž tvoří tam, kde působí **tlak**
- **chybí-li zátěž** nosných kostí, **převládne úbytek** kostní tkáně **nad její obnovou**, a proto kost řídne

L (load)

I (intensity)

V (variety)

E (enjoyment)

- vhodné PA: chůze, chůze po schodech, běh, aerobik, tanec, basketbal, volejbal, tenis,..
- nepříliš vhodná PA: cyklistika, plavání



RIZIKOVÉ FAKTORY OSTEOPORÓZY

○ Vnitřní faktory:

- Genetické faktory
- Věk a pohlaví
- Geografické vlivy



○ Vnější faktory:

- neadekvátní příjem živin: nízký příjem Ca, vitamínu D, příjem bílkovin, fosforu
- nízká pohybová aktivita
- kouření, alkohol
- kofein a kolové nápoje
- nízká hmotnost



DOPORUČENÍ IOF

- zajištění adekvátního příjmu vápníku dle příslušných výživových doporučení
- zabránění podvýživě a proteinové malnutrici
- zajištění přiměřené dodávky vitamínu D, a to expozicí slunečnímu záření a stravou bohatou na vitamin D
- zvýšení pohybové aktivity
- vyvarování se kouření
- vyvarování se konzumace alkoholu.



DALŠÍ ZDROJE

- <http://www.nof.org/>
- <http://ag.arizona.edu/maricopa/fcs/bb/osteoporosis.html>
- http://www.niams.nih.gov/Health_Info/Bone/Osteoporosis/default.asp
- http://www.cdc.gov/nccdphp/dnpa/nutrition/nutrition_for_everyone/basics/calcium.htm
- <http://www.osteoporosisnews.org/awareness2/index.htm>
- **Diplomová práce Kamily Poslušné:
Rizikové faktory osteoporózy – znalosti a chování u dospívajících dívek, 2007**
- ...



- Zdroj obr.:
http://www.health24.com/images/zones/graphic_fractures.jpg
<http://www.nlm.nih.gov/MEDLINEPLUS/ency/images/ency/fullsize/18026.jpg>
<http://www.drfoot.co.uk/pictures/CollesFracture.gif>
[http://www.eorthopod.com/images/ContentImages/spine/spine_thoracic/compression_fx/thoracic compression_fx_intro01.jpg](http://www.eorthopod.com/images/ContentImages/spine/spine_thoracic/compression_fx/thoracic_compression_fx_intro01.jpg)
- Zdroj obr.:
 - <http://www.nof.org/>
 - <http://www.4woman.gov/faq/osteopor.htm>
 - <http://www.themedica.com/gifs/osteoporosis.jpg>
- Zdroj obr.: <http://lifework.arizona.edu/wsw/walking/images/osteo03.jpg>
- Zdroj obr.:
 - http://content.answers.com/main/content/img/oxford/Oxford_Food_Fitness/0198631472.osteoporosis.1.jpg
 - <http://www.chironeuroindy.com/images/osteoporosis.jpg>
- <http://www.nof.org/osteoporosis/bonehealth.htm>
- <http://www.nof.org/osteoporosis/bonehealth.htm>
- zdroj: http://www.cdc.gov/nccdphp/dnpa/nutrition/nutrition_for_everyone/bonehealth/
- Zdroj obr.:
<http://pubs.niaaa.nih.gov/publications/arh26-4/images/sampson2.gif>
<http://cache.websetters.com.au/images/886-300x>

