



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.“

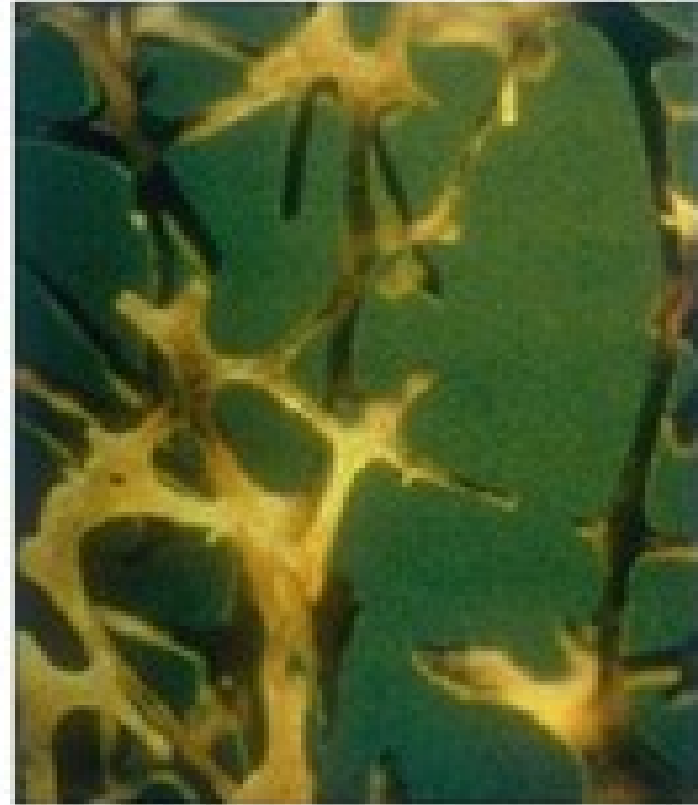


Osteoporosis

Normal Bone



Osteoporotic Bone



EPIDEMIOLOGIE

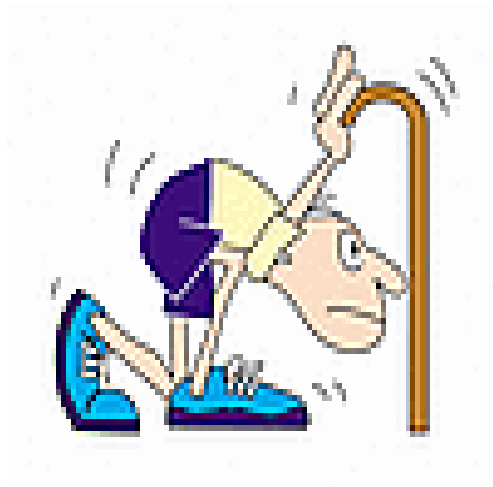
POSTIHUJE PŘIBLIŽNĚ 7-10 % OBYVATEL ČR

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

každá 3. žena

a

každý 6. muž



OSTEOPORÓZA

= Tichý zloděj kostí

= Dětská nemoc s geriatrickými následky

= Syndrom švédské sekretářky



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.



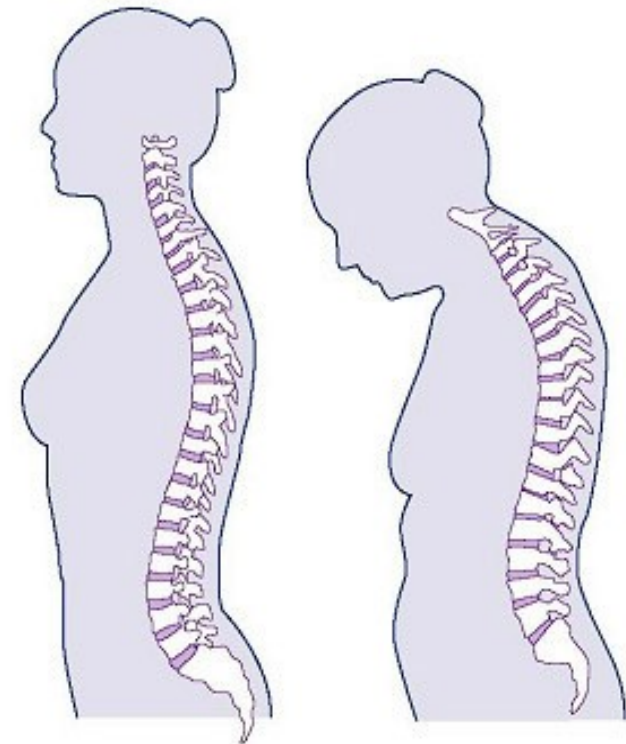
	Postmenopauzální osteoporóza	Senilní osteoporóza
Hlavní patofyziologický mechanismus	Deficit estrogenů	Komplex: ↓ osteoformace + sekundární hyperparathyreóza + ↓ absorpci vápníku + ↓ tvorba Kalcitriolu
Věk	15-20 let po menopauze	>70 let
Typ ztráty kosti	Trámčitá kost	Trámčitá i kortikální tkáň
Pohlaví	Postihuje převážně ženy (6:1)	Ženy jen o málo častěji než muže (2:1)
Typ fraktur	Fraktury kostí s vyšším podílem trámčité tkáně (předloktí, obratle)	Fraktury v oblasti kortikální i trámčité kosti

PROJEVY OSTEOPORÓZY I.

- Bolesti zad
- Kyfóza
- Zmenšování postavy



Osteoporosis in the vertebrae



The Osteoporosis Continuum

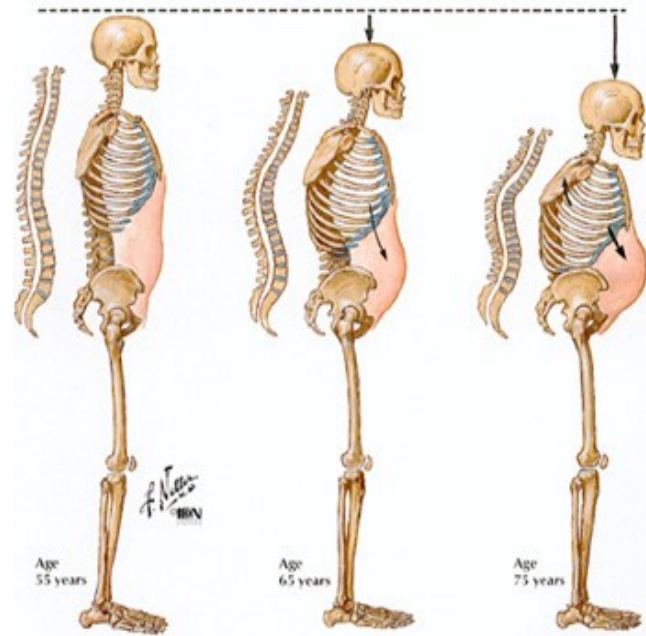
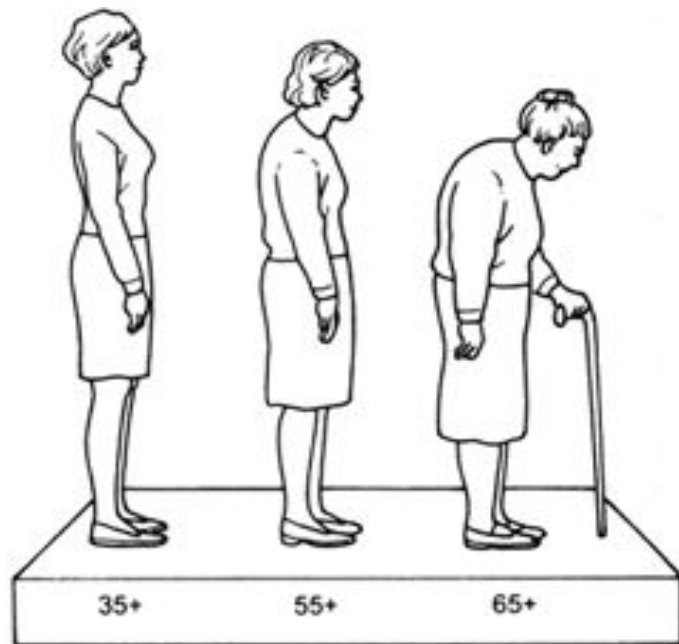
Healthy spine

50 Menopausal
Experiencing vasomotor symptoms

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

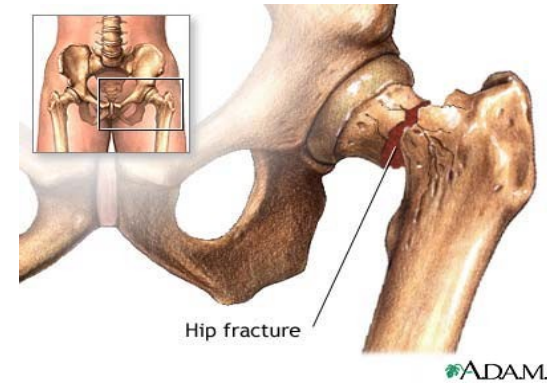
75+ Kyphotic
At risk for hip and spinal fracture

Kyphotic spine

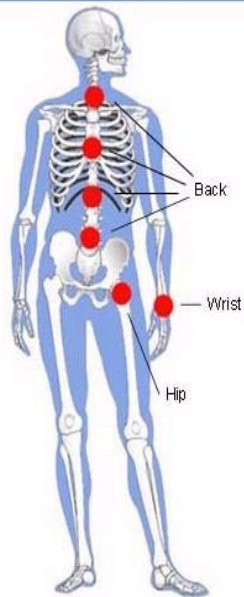


PROJEVY OSTEOPORÓZY II.

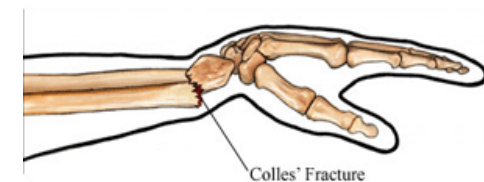
- Časté zlomeniny v typických lokalizacích:
 - zlomenina krčku femuru



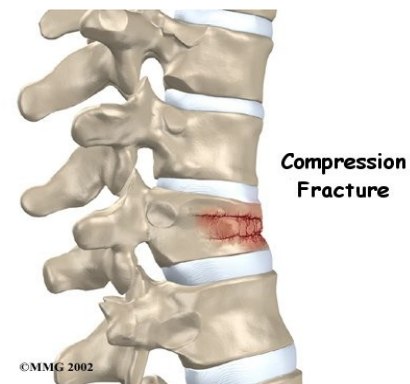
Common fracture sites for osteoporosis



- 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 pomocí osteolytických enzymů a sekrecí H^+



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



ŘÍZENÍ KOSTNÍ TVORBY A RESORPCE

- **Mechanické vlivy:**

Wolfův zákon a jeho hypotézy o trajektorii (uspořádání trámcovité struktury na základě tlaku) a adaptivním modelování (vysvětluje změny tvaru a vnitřní struktury kosti vlivem vnějších patologických sil)

- **Endokrinní vlivy:**

hormony regulující hladinu vápníku v krvi (parathormon, kalcitriol, kalcitonin), pohlavní hormony (estrogen, testosteron) a ostatní hormony (růstový hormon, hormony štítné žlázy, kortizol, inzulin, leptin)

- **Vliv cytokinů**

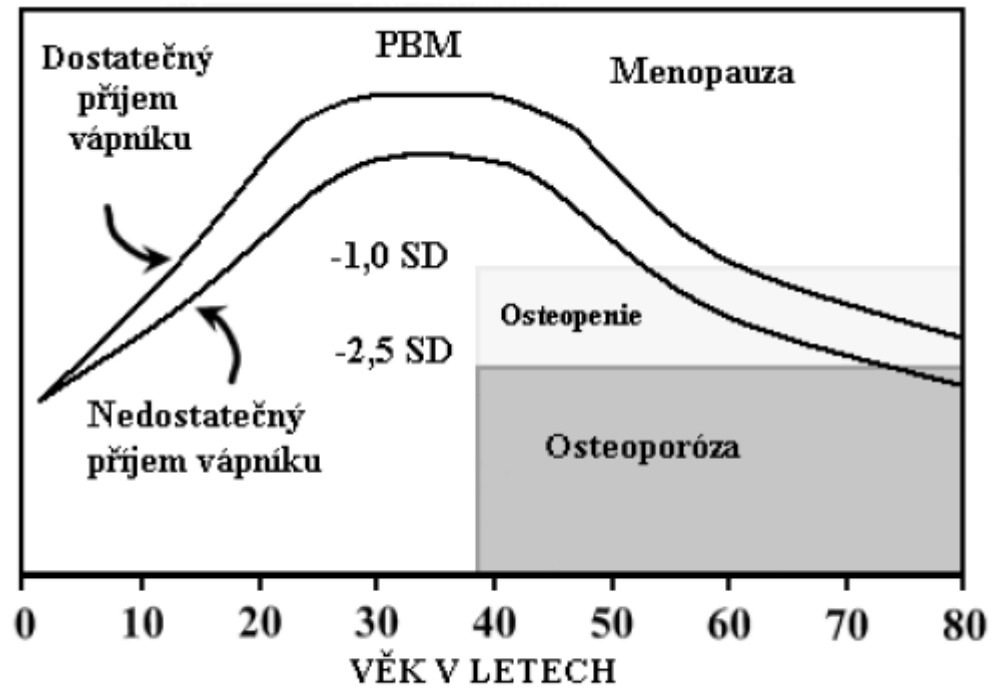


KOST JE METABOLICKY AKTIVNÍ TKÁŇ...

- **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 %



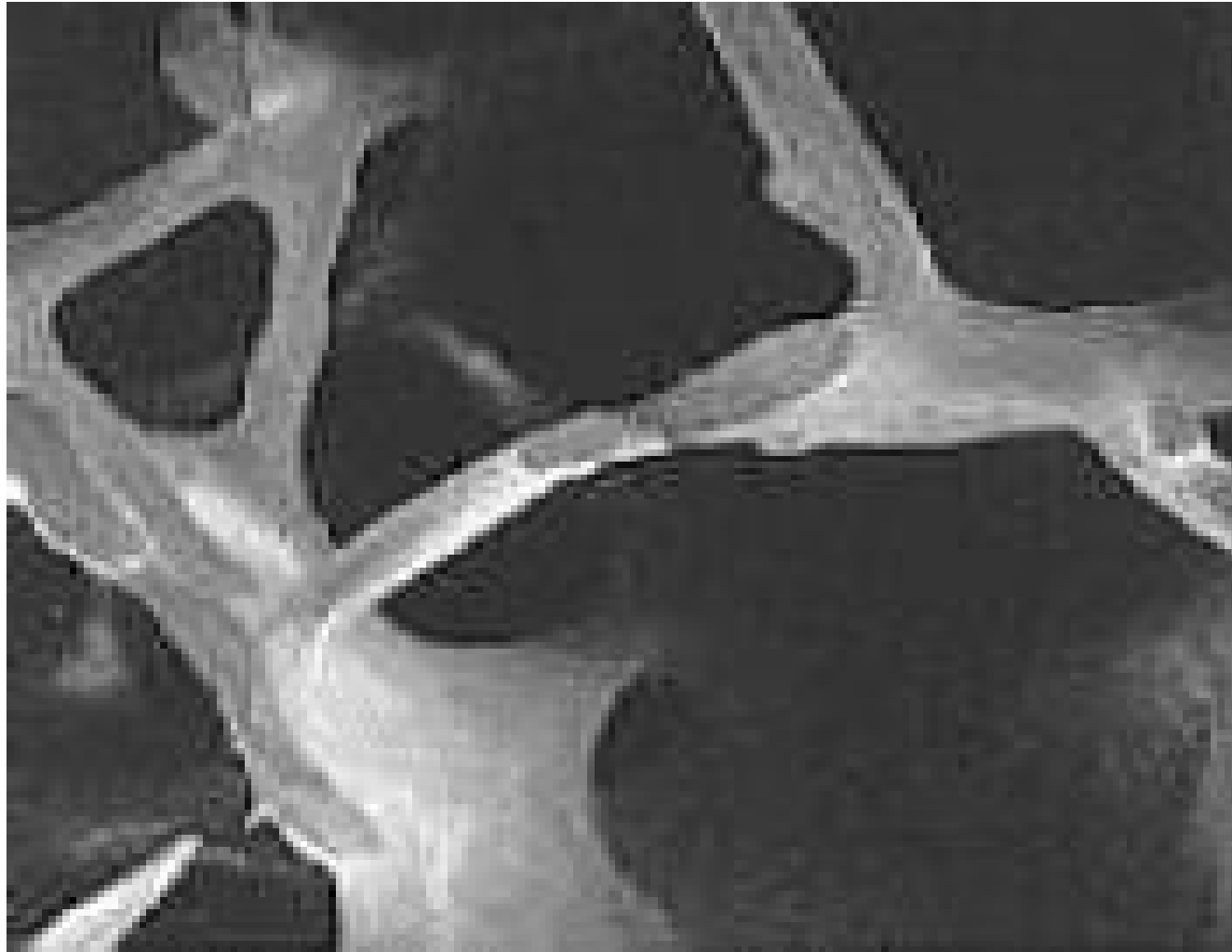
SCHÉMA VRCHOLU KOSTNÍ HMOTY (PBM)



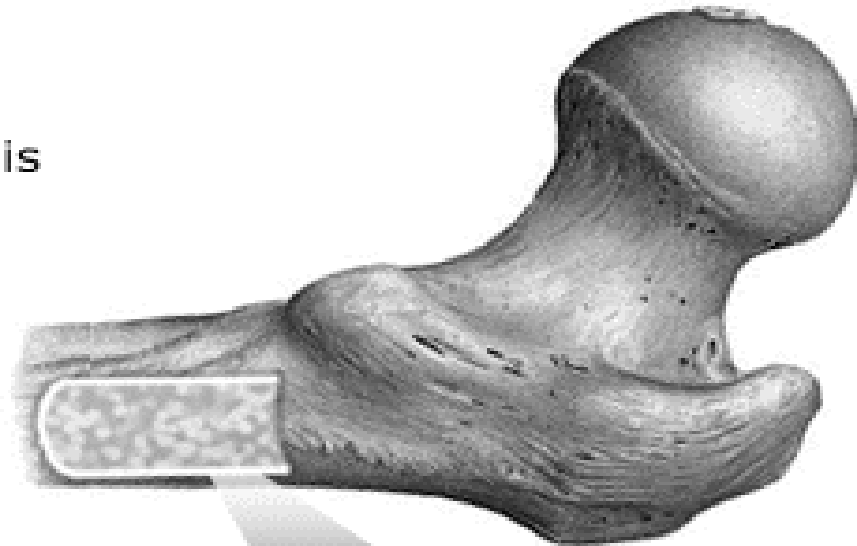
NORMÁLNÍ KOST



OSTEOPOROTICKÁ KOST



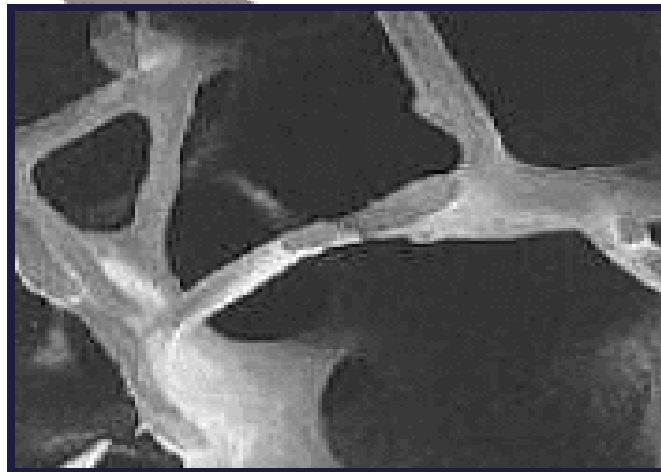
Section of bone
showing osteoporosis



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/osteoporozaz.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

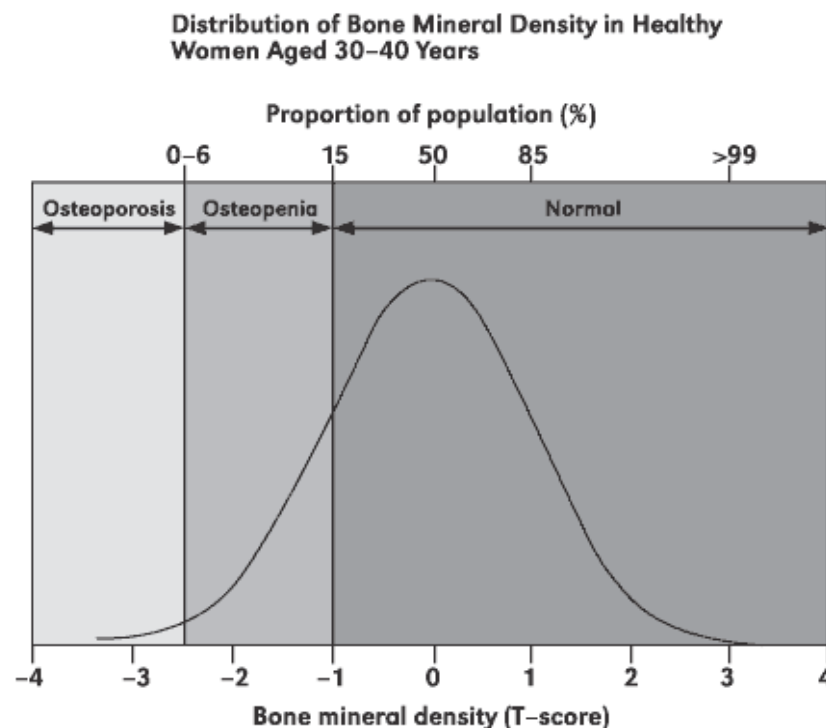
...DLE WHO

- **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 pětinašobně 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 pomocí osteolytických enzymů a sekrecí H^+



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)



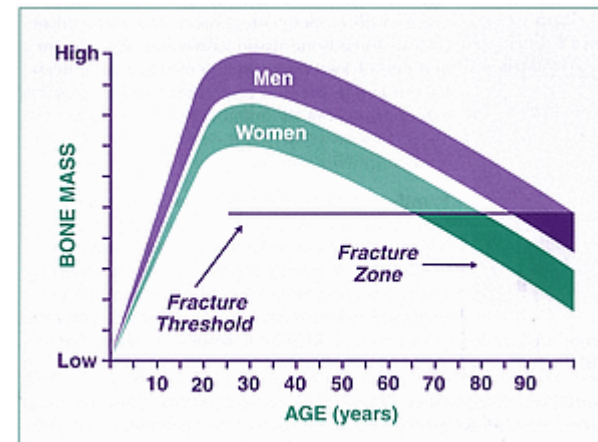
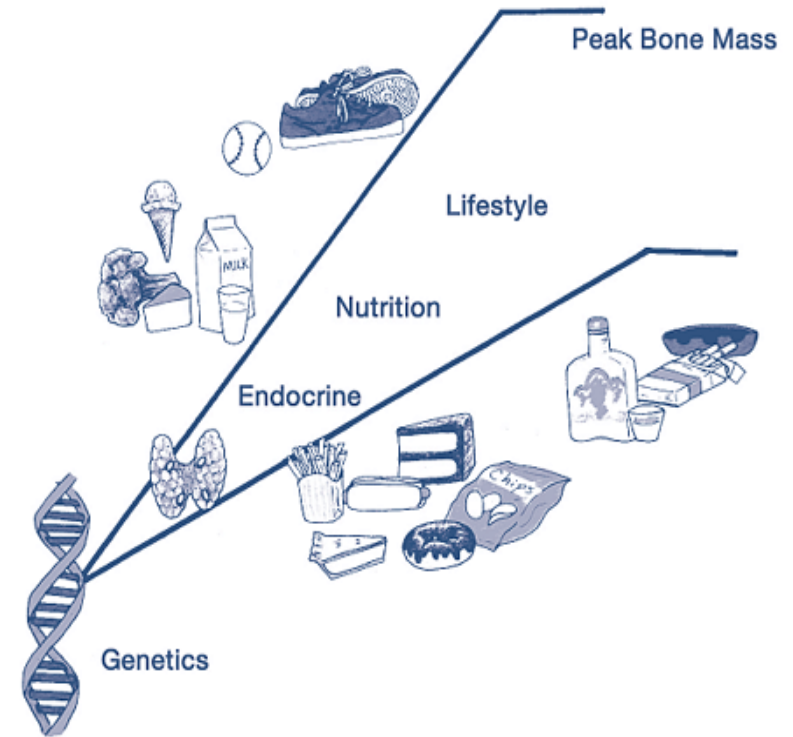
PRINCIP...

- 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 - CÍLE

- optimalizovat vývoj kostry a maximalizovat PBM v období skeletální zralosti
- předejít ztrátě kostní hmoty spojené s věkem a omezit sekundární příčiny
- udržet strukturální integritu kostry
- předcházet zlomeninám minimalizací rizikových faktorů



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 (hormony regulující hladinu vápníku v krvi!!!)
- 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



VÁPNIK – 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 dívkky	800 – 1000	800	1300	800
dospívající chlupci	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



DLE DACH

- Kojenci

0-3 měsíce: 220 mg 4-11 měsíců: 400 mg

- Děti

1-3 roky: 600 mg 4-6 let: 700 mg
7-9 let: 900 mg 10-12 let: 1100 mg
13-14 let: 1200 mg

- Dospívající

15-18 let: 1200 mg

- Dospělí

>19 let: 1000 mg

- Těhotné a kojící:

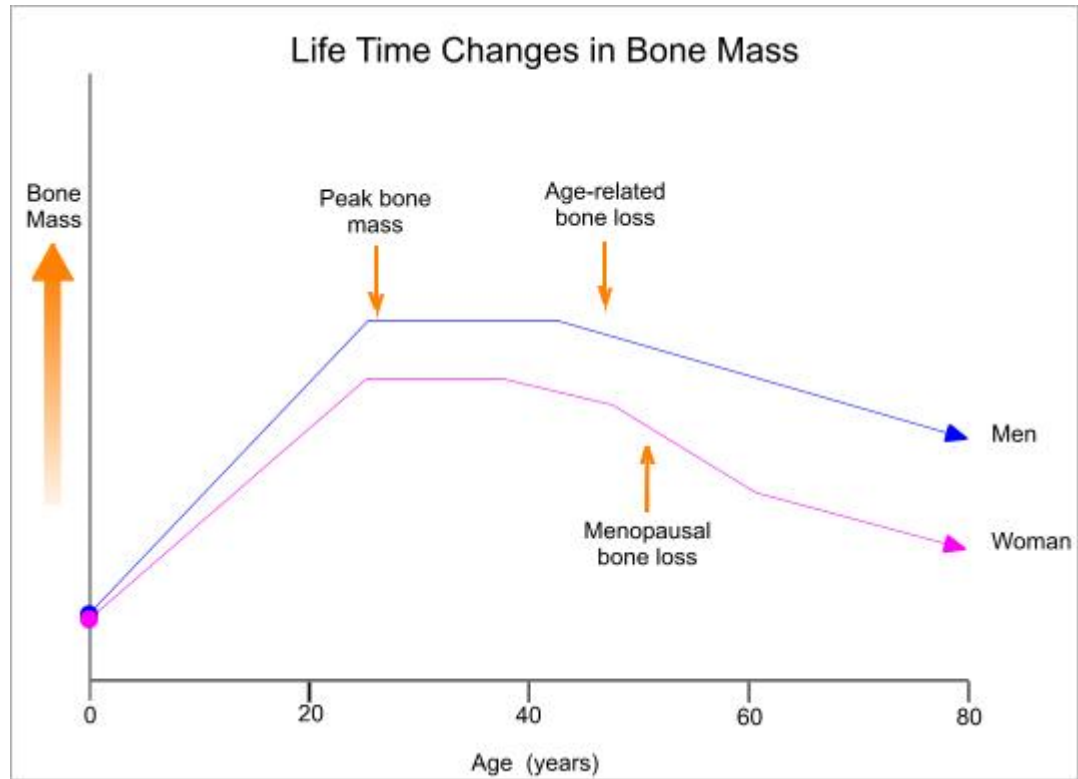
>19 let 1000 mg <19 let: 1200 mg

-

- *Pozn.: Jako horní hranici pro příjem vápníku uvádí EFSA 2500 mg*

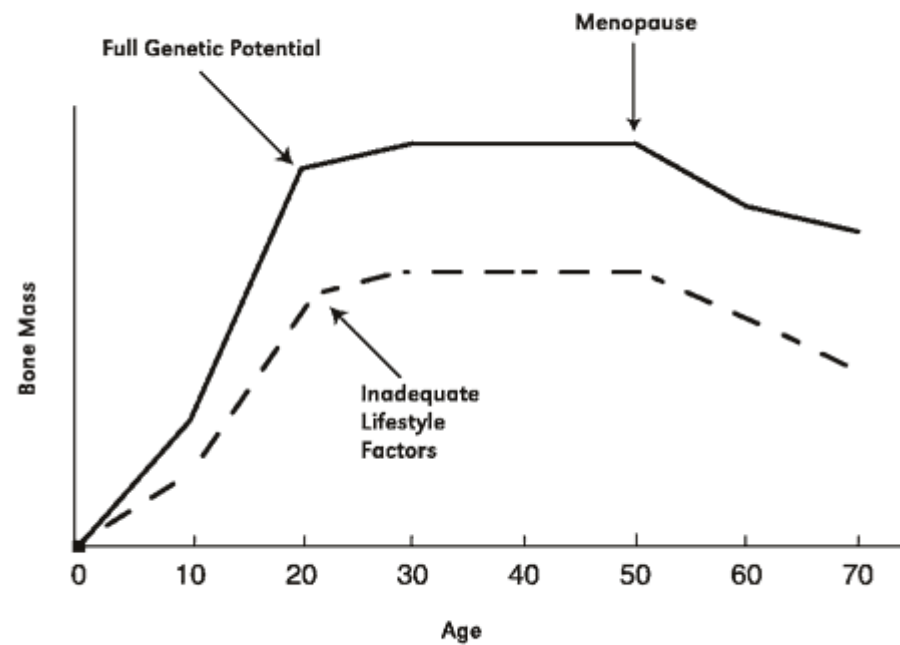


Zdroj obr.: http://www.breastcare.co.za/new_graph.jpg



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



- **Mléko a mléčné výrobky**

- Sýry cca 300-450 mg/50 g porce
- Mléko cca 330 mg/250 g porce
- Jogurt 280 mg/150 g porce

- **Maso, luštěniny, vejce, oříšky a semínka**

- Krůtí maso 34 mg/100 g porce
- Sója 248 mg/100 g porce
- Vejce 30 mg/kus
- Mandle 82 mg/30 g porce
- Mák 486 mg/30 g porce

- **Zelenina**

- Kapusta 152 mg/100 g porce
- Brokolice 77 mg/100 g porce

- **Ovoce**

- Černý rybíz 42 mg/100 g porce

- **Výrobky z obilovin**

- Chléb pšeničný bílý 49 mg/50 g porce

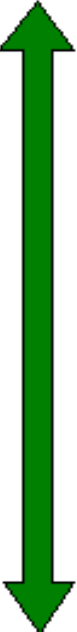


VSTŘEBATELNOST VÁPŇÍKU SNIŽUJÍ...

	množství	zdroje
Oxaláty	Vysoké	Rebarbora, špenát, mangold, angrešt, rybíz
Fytáty	Vysoké	Obiloviny, ořechy
Vláknina	Nad 30 g /den	Obiloviny, luštěniny, ovoce, zelenina

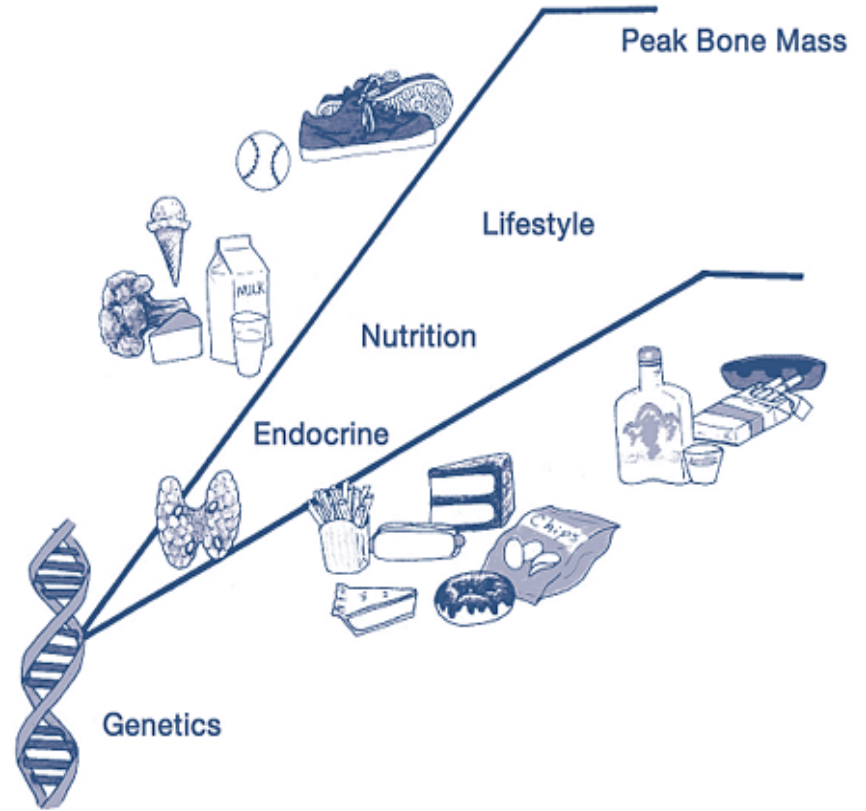


Absorpce vápníku z různých zdrojů



$\geq 50\%$ 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





OSTEOPORÓZA – TO NENÍ JEN VÁPŇÍK



DALŠÍ KLÍČOVÉ NUTRIENTY...

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



FOSFOR

- Dostatečný přívod fosforu je nezbytný pro kostní mineralizaci!
Spolu s vápníkem tvoří hlavní součást kostního minerálu. Kost obsahuje 85% celkového fosforu těla.
- Optimální poměr Ca:P → 1:1
- Negativní je spíše jeho vysoký přívod 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



BÍLKOVINY

- Jsou součástí kostní tkáně
- Dostatečný přívod bílkovin s dostatečným přívodem vápníku je nezbytný pro kostní zdraví obzvláště v období kolem puberty
- Dle doporučení DACH se uvádí v období puberty potřeba bílkovin 0,9 g/kg/den
- Kromě nepříznivého účinku na kost vede proteinová malnutrice ke snížení svalové hmoty a síly a zvyšuje tak riziko pádů



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



VITAMIN D A KOSTNÍ METABOLISMUS

- Vazba kalcitriolu na VDR v buňkách střevní sliznice → zvýšení exprese proteinů, které zodpovídají za aktivní přenos vápníku ze střeva
- Vazba kalcitriolu na VDR v osteoblastech → dochází tak k jejich vyzrání v osteoklasty
- Vazba kalcitriolu na VDR v buňkách příštítných tělísek → snížení transkripce genu pro parathormon (příštítná tělíska jsou inhibována i nepřímo zvýšením kalcémie vstřebáváním vápníku ve střevě)



VITAMIN D = STEROIDNÍ HORMON

- úloha vitamínu D i v dalších souvislostech?
 - prevence určitých karcinomů, obecný imunomodulační efekt, diskutuje se i prevence diabetu, či kardiovaskulárních chorob
- Zásobní forma vitamínu D, kalcidiol, má poměrně dlouhý biologický poločas - 25 až 30 dní (vyskytuje se v cirkulaci, je uskladněn v tuku, svalech, odkud je uvolňován zejména během zimy, kdy je osvit sluncem nižší)



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

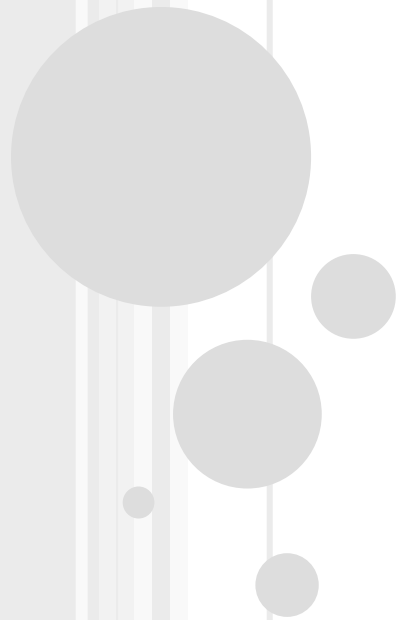
- Faktory: expozice slunečnímu záření, zeměpisná šířka, roční období, pigmentace
pleti, věk a používání opalovacích krémů
Do 65. roku věku je slunění hlavním zdrojem vitamínu D pro lidský organismus
Odhaduje se, že syntézou vitamínu D v kůži se dostává do těla přibližně 10 µg/den



FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ SYNTÉZU VITAMIN D V KŮŽI

- Denní expozice slunečnímu záření (maximální je mezi 10. – 15.h)
- Používání opalovacích krémů: dle různých autorů je popisován velmi účinný efekt používání těchto krémů na nižší tvorbu vitamínu D v pokožce (krém s ochranným faktorem s indexem 8 snižuje průnik UVB o 95 %, krém s ochranným faktorem 15 snižuje průnik UVB o 99 %)
- Pobyt venku: různé studie poukazují na souvislosti kratšího pobytu venku a nižší produkce vitamínu D – zjištěno jak u osob starých, dlouhodobě ležících, ale také např. studentů medicíny
- Typ pleti: za stejný čas se ve tmavé pokožka (typ VI) vytvoří až šestkrát méně vitamínu D než ve světlé pokožce (typ I)
- Obezita: obézní jedinci mají sníženou schopnost syntézy vitamínu D, tuk sice zadržuje velké množství vitamínu D, ale není dostupný pro metabolické pochody
- Věk: z důvodu tenčí kůže mají starší lidé sníženou schopnost syntetizovat vitamin D
- Solária – jejich používání je diskutabilní, jsou předmětem kritiky z důvodu zvýšeného rizika rakoviny kůže, nicméně je jejich používání spojeno s vyšší koncentrací kalcidiolu a také vyšší hustotou kostní tkáně
- Oblečení: kryje pokožku, vystavuje se tak menší plocha kůže a tím se snižuje syntéza vitamínu D





...Vitamin D



**„KAM NECHODÍ SLUNCE,
TAM CHODÍ LÉKAŘ“**

...Vitamin D

NÁVRH VDD (SPV) A DOPORUČENÍ DLE VYSKOČILA

Věková kategorie	Vitamin D (μg)
kojenci 0 – 6 měs. ($\mu\text{g} / \text{kg}$)	1,25
kojenci 6 – 12 měs. ($\mu\text{g} / \text{kg}$)	1,11
batolata ($\mu\text{g} / \text{kg}$)	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	sleď konzumní	8,25
kakaový prášek	75	tuňák	5 – 8
hřiby	2,1	kukuřičný olej	0,22
žampiony	0,53 – 1,58	karotka	0,07



DLE DACH

- Kojenci
0-11 měsíce: 10 µg
- Děti
1-14 roky: 5 µg
- Dospívající
15-18 let: 5 µg
- Dospělí, těhotné a kojící
>19 let: 5 µg
>65 let: 10 µg

- Z důvodu celosvětově častého nedostatku vitamínu D se zvažuje zvýšení doporučených dávek.
- *Pozn.: Jako horní hranici pro příjem vitamínu D uvádí EFSA pro děti do 12 měsíců 25 µg/den, děti 1-10 let 50 µg/den, dospívající a dospělé 100 µg/den*



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



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



- Tělesná aktivita má důležitou roli při budování a udržování kostí, svalů a kloubů
- Dobrá tělesná kondice zlepšuje rovnováhu a tím pomáhá snižovat riziko pádů
- Jakmile jsou kosti a svaly nějakým způsobem zatěžovány (samotnou tělesnou zátěží, dopadem při cvičení - respektive když jsou nuceny nést těžší hmotnost, než je obvyklé), reagují a posilují se



- Tělesná aktivita je pro kosti a svaly životně důležitá v mnoha oblastech, je primární prevencí mnoha rizik:
 - V mládí podporuje tvorbu kostí (zvýšení PBM o 10 % snižuje riziko osteoporotické zlomeniny v dospělosti o 50 %)
 - V dospělosti pomáhá snižovat úbytek kostní tkáně a udržuje svalovou sílu
 - Je prevencí slábnutí kosti, pomáhá předcházet pádům (třetina osob starších 65 let každý rok upadne, tím zvyšuje riziko osteoporotické zlomeniny, s věkem riziko pádů vzrůstá)



DOPORUČENÍ PRO PREVENCI OSTEOPORÓZY

- Vhodnější jsou aktivity s prvky zatížení, které podporují svalovou sílu (např. běhání, skákání, přeskokování), a intenzivnější prováděné denně než vytrvalostní prováděné zřídka
- Optimální jsou především ty pohybové aktivity, které se mohou vykonávat v průběhu celého života a které zapojují všechny svalové skupiny



KOUŘENÍ A OSTEOPORÓZA

MOŽNÉ SOUVISLOSTI

toxický vliv látek z kouře na osteoblasty a tím snížená kostní novotvorba

acidóza pro vysoké koncentrace CO_2

zvýšená citlivost k PTH, snížená sekrece kalcitoninu, zvýšená kalciurie

zvýšený výdej katecholaminů pod vlivem nikotinu a tím zvýšená resorpce kosti

časté imobilizace v důsledku kouření způsobených onemocnění

časté onemocnění žaludku a tím snížení absorpce Ca



- horší stravovací návyky kuřáků, nižší přívod vápníku, ale vyšší konzumace alkoholu – silnější kuřáci až 3krát více alkoholu než nekuřáci
- kuřáci mají nižší schopnost absorpce vápníku (vysvětlením jsou nižší hladiny PTH a kalcitriolu)
- kouření silně ovlivňuje i pohlavní hormony. (viz dále)
- kuřáci mají také vyšší hladiny kortizolu, dlouhodobě zvýšené hladiny kortizolu zvyšují riziko osteoporózy
- zvýšená hladina androgenů, která má antiestrogenní efekt, který podporuje snižování kostní hmoty



KOUŘENÍ A ESTROGENY

- V souvislosti s osteoporózou u žen je především zmiňován jeho anitestrogenní efekt
 - Příčinou jsou změny metabolismu estrogenu v játrech, dochází k vysoké hydroxylaci estradiolu, která vede k vysoké produkci 2-hydroxyestrogenu, který má již jen malou estrogení aktivitu
 - Ženy kuřačky mají navíc častěji nepravidelnou a kratší menstruaci, s kratší folikulární fází. To vede kromě snížení fertility i k dřívější menopauze, přibližně o 1-2 roky. Příchodem menopauzy se snižuje hladina estrogenu a zvyšuje se tak resorpce kosti



ALKOHOL

- Nadměrný příjem alkoholu snižuje vstřebávání důležitých nutrietů a zároveň poškozuje játra
- V případě závažného poškození jater se snižuje i přeměna vitamínu D na 25-hydroxycholekalCIFerol, což dále snižuje vstřebávání vápníku
- Dalšími metabolickými příčinami jsou zvýšená sekrece kortikoidů a zvýšená kalciurie a magneziurie.



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>

