

Univerzita Karlova v Praze

1. lékařská fakulta

Studijní program: Specializace ve zdravotnictví

Studijní obor: Nutriční terapeut



Michal Dominik

Vliv příjmu vápníku ve stravě na kostní denzitu a vliv vitamínu D na kostní denzitu.
Influence of dietary calcium intake on bone mineral density and influence of vitamin D
on bone mineral density.

Bakalářská práce

Vedoucí závěrečné práce: MUDr. Ivan Raška, Ph.D.

Praha, 2014

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracoval samostatně a že jsem řádně uvedl a citoval všechny použité prameny a literaturu. Současně prohlašuji, že práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

Souhlasím s trvalým uložením elektronické verze mé práce v databázi systému meziuniverzitního projektu Theses.cz za účelem soustavné kontroly podobnosti kvalifikačních prací.

V Praze, dne 28.4.2014

Michal Dominik

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval panu MUDr. Ivanu Raškovi, Ph.D. za pomoc s touto bakalářskou prací i kolektivu zdravotních sester Osteocentra III. interní kliniky 1. LF UK a VFN v Praze, které pomáhaly se sběrem dat. Dále bych poděkoval rodině, přátelům a kolegům v zaměstnání za podporu při studiu.

Abstrakt

Tato práce shrnuje poznatky o vápníku, vitaminu D a jeho vlivu na kostní denzitu.

Teoretická část obsahuje pohled na osteoporózu z hlediska příčin, diagnózy, léčby i prevence tohoto onemocnění. Výzkum obsahuje shrnutí údajů získaných z dotazníků a denzitometrického vyšetření z Osteocentra III. interní kliniky 1. LF UK a VFN v Praze a jejich vyhodnocení ve vztahu příjmu vápníku a vitaminu D k hodnotě kostní denzity.

Z výsledků získaných sběrem dotazníků a denzitometrického vyšetření vyšlo, že vyšší příjem vápníku zajišťuje vyšší hodnotu BMD u sledovaných žen, u sledovaných mužů toto potvrzeno nebylo. Vitamin D má také zásadní vliv na hodnotu kostní denzity. Z dotazníků byl zjištěn spíše nižší příjem tohoto vitaminu. Vápník a vitamin D mají nezastupitelnou úlohu v hodnotách kostní denzity, proto je jejich pravidelný denní příjem nezbytný.

Klíčová slova: vápník, vitamin D, osteoporóza, metabolismus, denzita

Abstract

This theses summarizes the knowledge of calcium, vitamin D and it's effect on bone mineral density.

The theoretical part includes a view of osteoporosis in terms of causes, diagnosis, treatment and prevention of this disease. The research includes a summary of the data obtained from the questionnaires and densitometric examination of Osteocenter 3rd Department of Internal Medicine of 1st Faculty of Medicine of Charles University and VFN in Prague and their assessment of calcium and vitamin D intake in relation to the value of bone mineral density.

The results obtained from the collection of questionnaires and densitometric examination appeared that higher calcium intake ensures higher BMD as for women, this wasn't confirmed concerning men. Vitamin D has also a major impact on the value of bone mineral density. The questionnaires show lower intake of this vitamin. Calcium and vitamin D are irreplaceable in terms of bone mineral density, therefore their regular daily intake is very essential.

Key words: calcium, vitamin D, osteoporosis, metabolism, density

Identifikační záznam:

DOMINIK, Michal. *Vliv příjmu vápníku ve stravě na kostní denzitu a vliv vitamínu D na kostní denzitu. [Influence of dietary calcium intake on bone mineral density and influence of vitamin D on bone mineral density]*. Praha, 2014, 65 s. , 4 příl. Bakalářská práce (Bc.). Univerzita Karlova v Praze, 1. lékařská fakulta, 3. interní klinika. Vedoucí práce Raška, Ivan.

Obsah

1	Úvod	9
2	Vápník.....	11
2.1	Chemický popis	11
2.2	Přirozené zdroje vápníku – strava.....	11
2.2.1	Mléko a mléčné produkty	11
2.2.2	Nemléčné potraviny.....	11
2.3	Umělé zdroje vápníku – doplňky stravy a léčiva	13
2.4	Význam pro kosti.....	16
2.5	Metabolismus vápníku	16
2.6	Význam pro lidské tělo	16
2.7	Hyperkalcémie	17
2.8	Hypokalcémie.....	18
2.9	Denní doporučené dávky vápníku.....	18
3	Vitamin D.....	19
3.1	Chemický popis	19
3.2	Přirozené zdroje vitamínu D – strava	19
3.3	Umělé zdroje vitamínu D – doplňky stravy	20
3.4	Význam pro kostní denzitu.....	21
3.5	Metabolismus vitamínu D	22
3.6	Význam pro lidské tělo	22
3.7	Denní doporučené dávky vitamínu D.....	23
4	Kost.....	25
4.1	Stavba kosti	25
4.2	Funkce kosti	25
4.3	Kostní hmota	25
5	Diagnostika onemocnění skeletu	27
5.1	Anamnéza.....	27
5.2	FRAX	27
5.3	Fyzikální vyšetření	27
5.4	RTG vyšetření	27
5.5	Absorpciometrie.....	28
5.6	Laboratorní vyšetření	29
5.6.1	Stanovení minerálů v séru.....	29
5.6.2	Stanovení minerálů v moči.....	29
5.6.3	Kalcotropní hormony	29
5.6.4	Markery kostního obratu	29

6	Léčba onemocnění skeletu.....	30
6.1	Vápník.....	30
6.2	Vitamin D.....	30
6.3	Medikamentózní léčba.....	30
6.4	Hormonální terapie.....	31
6.5	Parathormon.....	31
6.6	Doplňující medikace.....	32
6.7	Rehabilitace.....	32
7	Rizikové faktory osteoporózy.....	33
7.1	Nemoci spojené s onemocněním skeletu.....	33
7.1.1	Hepatická osteopatie.....	33
7.1.2	Renální osteopatie.....	33
7.1.3	Diabetická osteopatie.....	33
7.1.4	Onemocnění parathyreoidey.....	33
7.1.5	Onemocnění tyreoidy.....	34
7.1.6	Zánětlivé onemocnění střev.....	34
7.2	Iatrogenní příčiny onemocnění.....	34
7.2.1	Glukokortikoidy.....	34
7.2.2	Antikonvulziva.....	35
7.2.3	Ostatní léčiva.....	35
7.2.4	Achlorhydrie, stavy po resekcích žaludku.....	35
7.3	Jiné příčiny osteopenií.....	35
7.3.1	Maldigestce a malabsorpce.....	35
7.3.2	Veganská strava.....	35
7.3.3	BMI.....	36
7.3.4	Imobilizace.....	36
7.3.5	Laktózová intolerance.....	36
7.4	Vliv pohlaví na úbytek kostní hmoty.....	36
8	Prevence.....	37
8.1	Strava.....	37
8.2	Pohyb.....	37
8.3	Kouření a alkohol.....	38
8.4	Ostatní prevence.....	38
9	Výzkum.....	39
9.1	Cíl.....	39
9.2	Metodika.....	39
9.2.1	Dotazník.....	39
9.2.2	Sběr dat.....	39

9.2.3	Analýza dat	39
9.2.4	Soubor	39
10	Hodnocení	41
10.1	Užití léčiv a doplňků stravy s obsahem vápníku a vitamínu D.	41
10.2	Strava	42
10.3	Rizikové faktory	45
10.4	BMD.....	49
11	Diskuze	51
12	Závěr.....	53
	Seznam použité literatury	54
	Seznam příloh.....	58
	Příloha č. 1 – Seznam tabulek	59
	Příloha č. 2 – Seznam grafů.....	60
	Příloha č. 3 – Seznam použitých zkratk	61
	Příloha č. 4 – Dotazník.....	62

1 ÚVOD

Osteoporóza a ostatní nejčastější metabolická onemocnění skeletu jsou problémem nejen starších, ale i mladších jedinců. Osteoporóza je nemoc, jež v dnešní době přibývá, a to buď z iatrogenních příčin, ale i nutričním stavem obyvatelstva většinou staršího věku.

Tato práce se zabývá ovlivněním osteoporózy z pohledu stravy a doplňků stravy, konkrétně vlivem přijímaného vápníku a vitamínu D ze stravy a doplňků stravy na kostní denzitu. Dnešní doba je plná možností zjišťování stavu kostní denzity a tím se můžeme preventivně zaměřit na osoby ohrožené z pohledu fraktur vlivem úbytku kostní hmoty. Léčba osteoporózy a ostatních onemocnění skeletu vychází z nejmodernějších poznatků o léčivech, velkou roli zde mají i doplňky stravy, neboť vyvážený příjem vápníku a vitamínu D jako prevence těchto stavů je nezbytná, nejpřirozenější léčbou je ovšem strava sama. Dnešní doba také přináší velké možnosti v získávání těchto nutrientů. V České republice není nedostatek zdrojů, takže výběr je veliký. A jak jsem již zmínil, u stavů, kde by mohl hrozit nedostatečný příjem těchto látek, je možné hledat jejich alternativy.

Práce se zabývá kompletním pohledem na kost, její stavbu a metabolismem a ovlivněním jejího složení díky přijímanému vápníku a vitamínu D. Práce dále zkoumá, zdali příjem těchto látek může být ovlivněn jinými přidruženými nemocemi nebo jak tyto nemoci mají vliv na onemocnění skeletu.

Jedna z typických osteoporotických zlomenin je zlomenina oblasti proximálního femuru u starších osob, která je alarmujícím signálem, že problém osteoporózy je vážný a postihuje nejen kvalitu života, ale i sociální integraci nemocného. Z pohledu léčby a další péče si tato zlomenina s sebou nese i významné ekonomické důsledky. V České republice se zvýšil výskyt této fraktury v letech 1973 – 1996 celkem o 303 % za 22 let. Díky nemocničním údajům to činilo nárůst z 4462 případů na 17262 případů. Důležité je, že tato osteoporotická zlomenina je mnohdy hlavním důvodem úmrtí do 1 roku od prodělané zlomeniny v 5 – 20 % případů.²² Zlomeniny kyčle představují největší riziko invalidity anebo smrti. Po prvním roce od prodělané zlomeniny kyčle se pouze 40 – 79 % lidí vrací do stavu jako před zlomeninou.³³

Nízkou hodnotou kostní hmoty přitom trpí odhadem až 200 miliónů lidí na světě.³³ U žen zhruba jedna ze tří žen starších 50-ti let a jeden z pěti mužů starších 50-ti let.³⁶

Prevence osteoporózy je další otázkou kterou jsem si pokládal a je shrnuta v práci. Obsahuje jak dietní opatření, úpravy životního stylu, tak možnost zachytu predisponovaných osob s tímto onemocněním. Práce dále zjišťuje stravovací a denní návyky a jejich vliv na kostní metabolismus.

Poznatky o stravovacích zvyklostech a zdravotním stavu jsou sbírány dotazníkovou metodou a vyhodnoceny spolu s konečným vlivem vápníku a vitamínu D na kostní denzitu.

Výzkum byl prováděn v Osteocentru III. interní kliniky 1. LF UK a VFN v Praze. Anonymní dotazník byl schválen etickou komisí VFN v Praze.

Tato práce se snaží shromáždit moderní poznatky z výzkumu a léčby osteoporózy.

2 VÁPNIK

2.1 Chemický popis

Vápník patří do skupiny alkalických zemin. Latinsky se označuje jako calcium. Nejčastěji se vyskytuje v iontové podobě Ca^{+2} .

2.2 Přirozené zdroje vápníku – strava

Mezi přirozené zdroje vápníku využitelné pro lidské tělo patří nepochybně strava. Tato složka by měla být v dnešní době pořád jako hlavní zdroj příjmu vápníku.

2.2.1 Mléko a mléčné produkty

Nízkotučné sýry a tvrdé sýry jsou vhodnější než měkké sýry z důvodu vyššího obsahu vápníku. Dalšími doporučenými produkty mohou být olomoucké tvarůžky, jogurty, žervé, netučné tvarohy. Laktóza v mléce je výhodná pro lepší absorpci vápníku ve střevě. Pokud někteří lidé trpí nesnášenlivostí mléka, je možné zkusit zakysané výrobky.⁶

2.2.2 Nemléčné potraviny

Některé typy ovoce a zeleniny mohou obsahovat vyšší zastoupení vápníku, a proto jejich konzumace v dostatečném množství je taktéž vhodná pro příjem vápníku.

Některé cereálie mohou být také dobrým zdrojem vápníku (například oves). U pečiva je však nežádoucí větší obsah soli, cukru, fosfátů, tuku a tím negativně ovlivňují absorpci vápníku.

Doplňkovým zdrojem vápníku mohou být i minerální vody, které mají různý obsah vápníku. Ovocné šťávy svým složením zlepšují vstřebávání vápníku, ale nejen to, někteří výrobci tyto produkty navíc fortifikují vápníkem a vitamínem D.⁶

Ze zeleniny je důležitý i příjem vitamínu K, jež ovlivňuje metabolismus kostí.²³

Tabulka 1 - obsah Ca v potravinách⁹

Obsah vápníku ve vybraných potravinách			
Potravina 100g	Ca (mg)	Potravina 100g	Ca (mg)
Ananas	16	Mandle - jádra	240
Angrešt	29	Mango	12
Artyčok	53	Máslo	15
Avokádo	10	Med včelí	5
Banán	9	Meloun cukrový	6

Borůvky	10	Meloun vodní	11
Bramborová mouka	20	Meruňky	16
Brambory syrové	6	Meruňky sušené	82
Brokolice	105	Mléko polotučné - 2 % tuku	112
Broskve	8	Mouka pšeničná hladká	25
Brusinky	14	Mouka pšeničná hrubá	23
Burské ořechy nepražené	60	Mrkev	39
Burské ořechy solené pražené	52	Nektarinky	4
Celer	68	Okurky kyselé	14
Cibule	31	Okurky salátové	10
Citrón	11	Olivy	61
Cuketa	30	Ořechy kešu - jádra	35
Cukrová kukuřice	2	Ořechy lískové - jádra	140
Čekanka	26	Ořechy Macadamia	47
Čočka	59	Ořechy para - jádra	170
Červená řepa	29	Ořechy pekanové	61
Červené zelí	35	Ořechy piniové	11
Česnek	38	Ořechy pistáciové - neloupané	61
Čínské zelí	40	Ořechy vlašské - jádra	94
Čokoláda bílá	187	Ostružiny	44
Čokoláda hořká	38	Ovesné vločky	56
Čokoláda mléčná	103	Papriky zelené	6
Čokoládové bonbóny plněné	92	Petržel	89
Datle	38	Piškoty dětské	36
Datle sušené	63	Pomeranče	42
Droždí	25	Pórek	80
Dýně	20	Rajčata	13
Džem - průměrně	10	Rajčatový protlak	51
Džus grapefruitový 100%	14	Rozinky	80
Džus hroznový 100%	19	Rybíz černý	46
Džus jablečný 100%	7	Rybíz červený	29
Džus pomerančový 100%	10	Rýže	24
Fazolky zelené	59	Ředkvičky	37
Fenykl	109	Řepa červená	27
Fíky čerstvé	54	Salát hlávkový	22
Fíky sušené	193	Sardinky v oleji	354
Grapefruit	18	Semena sezamu	670
Hlávkový salát	20	Semena slunečnice	110
Hořčice plnotučná	130	Smetana 12 % tuku	106
Houby sušené	70	Strouhanka	26
Houby čerstvé	7	Sýr Eidam 30 % tuku v sušině	690

Housky, vecky	21	Sýr Ementál	887
Hrách	57	Sýr Hermelín	157
Hrášek zelený	24	Sýr Lučina	285
Hroznové víno	18	Sýr Niva	634
Hrušky	10	Sýr tavený	420
Chléb pšenično-žitný	20	Sýr tavený smetanový	585
Chřest	26	Sýr žervé	322
Jablko neloupané	7	Šlehačka 33 % tuku	80
Jablko sušené	30	Špenát	81
Jahody	26	Švestky	14
Jogurt bílý	180	Švestky sušené	71
Kakao prášek	136	Těstoviny	25
Kapusta	115	Třešně	17
Kaštany jedlé	46	Tvaroh měkký netučný	101
Kedlubna	68	Tvaroh měkký tučný	366
Kefír	120	Tvaroh na strouhání	152
Kiwi oloupané	38	Vánočka	19
Knäcke Brot	64	Vejce (100 g = 2 ks)	60
Kokos strouhaný	23	Vejce - bílek	20
Krupice pšeničná	23	Vejce - žloutek	140
Kukuřičné lupínky	68	Višně	8
Květák	205	Zelenina do polévky	63
Lilek	13	Zelí bílé	46
Mák	1400	Zmrzlina mléčná	57
Maliny	40	Zmrzlina ovocná	3
Mandarinky	12		

2.3 Umělé zdroje vápníku – doplňky stravy a léčiva

Umělými zdroji vápníku jsou zde myšleny doplňky stravy, běžně k zakoupení v lékárně bez lékařského předpisu, i některá léčiva s obsahem vápníku jsou volně prodejná.

Předpokládá se, že vápník užitý před spánkem snižuje inhibici sekrece PTH a tím snižuje během noci ztrátu kostní hmoty. Vápník v doplňcích stravy užíváme s potravou. Strava bohatá na vlákninu a tuky nám snižuje dostupnost vápníku ze zažívacího traktu. Horší dostupnost vápníku je i při jeho podávání společně se železem či s některými nápoji jako je např. čaj. Vápník má pak tendenci tvořit nerozpustné soli, které se vyloučí zažívacím traktem. Hořčík bychom neměli opomenout při suplementaci vápníkem, neboť hořčík zvyšuje hustotu kostní hmoty, podporuje citlivost kostní tkáně k vitaminu D a PTH, aktivuje osteoblasty a je účasten na transportu vápníku z kosti a do kosti. Hořčík je mimo jiné důležitý pro kontraktilitu svaloviny. Ta hraje společně s pohybovou aktivitou jednu z nepochybně důležitých rolí podílející se na pevnosti kosti.⁶

Rozdíl mezi doplňkem stravy a léčivem spočívá v klasifikaci. Léčivo má ověřené složení a účinek podložen studiemi, je zaregistrován SÚKLEM (Státní ústav

pro kontrolu léčiv). U doplňků stravy toto požadováno není a uvedení na trh schvaluje hlavní hygienik, kde základními parametry nejsou pozitivní léčebné účinky, nýbrž zdravotní nezávadnost. Doplněk stravy taktéž nemá specifikovanou indikaci použití. U doplňků stravy mohou být uvedena léčebná tvrzení podle směrnic EU (Evropské unie). Může se tedy zdát, že je vhodnější používat léčiva, kde máme jistotu. Většina doplňků stravy pochází od seriózních výrobců a jediným důvodem proč jejich preparát nemá klasifikaci jako léčivo je zdlouhavá registrace přípravku jako léčivo, která je finančně nákladná a ovlivňuje pak finální cenu přípravku.

V příbalovém letáku léčiv s obsahem vápníku je popsána indikace léčiva, jeho kontraindikace, nežádoucí účinky a interakce s jinými léčivy – i to může ovlivnit nejen využitelnost vápníku, ale i léčbu jinými léčivy. Doporučené dávkování a jak léčivo užívat nám poskytne taktéž příbalová informace.

Z trávicího traktu se většinou vstřebá jen 30 % elementárního vápníku.¹⁰

Z nežádoucích účinků léčiv s obsahem vápníku můžeme zmínit flatulenci, zácpu, průjem, nauzeu, zvracení, bolesti břicha, kožní alergické reakce. Nutno podotknout, že tyto nežádoucí účinky se objevují jen vzácně.¹⁰

Při dlouhodobém podávání zvýšených dávek se může objevit malátnost, žízeň, polyurie, nauzea až zvracení, nechutenství, srdeční dysrytmie, bolesti svalů a kloubů nebo ukládání vápníku v ledvinách a poruchy funkce ledvin.^{10,19}

U interakcí s jinými léčivy můžeme zmínit snížení účinků při současném podávání vápníku a tetracyklinu (ATB). Soli vápníku dále zvyšují účinnost a toxicitu kardioglykosidů. Vitamíny rozpustné v tucích by se také neměli užívat současně s vápníkem z důvodu jejich sníženého vstřebávání. U použití thiazidových diuretik je nutná zvýšená opatrnost z důvodu zvýšení rizika hyperkalcémie. Vápník by se dále neměl užívat současně s fluoridovými ionty, kyselinou fytovou a šťavelovou pro snížené vstřebávání vápníku.¹⁰

Kontraindikací pro léčbu vápníkem je hyperkalcémie či hyperkalciurie, jež neodpovídá na podávání thiazidů.¹⁹

Tabulka 2 - obsah Ca v doplňcích stravy anebo lécích

Obsah vápníku v ionizované formě (a vitamínu D) v doplňcích stravy/lécích				
Výrobek		Obsah v 1 tabletě		
		Ca (mg)	Vitamin D ₃	
			µg	I.U.
L	Sandoz Calcium/Vitamin D ₃	1000	22	880
DS	Generica Calcium 1000+D ₃ combi eff.	1000	20	800
L	Maxi-kalz 1000 eff.	1000	-	-
DS	Generica Calcium + D ₃	600	10	400
L	Caltrate 600mg/400 IU D ₃	600	10	400
L	Caltrate Plus	600	5	200
DS	Medpharma Vápník+Vitamin D ₃	600	5	200
DS	Vitalbans Calcistrong chew + vitamin D ₃	500	25	1000
DS	Vitalbans Calcistrong + vitamin D ₃	500	10	400
L	Calcichew D ₃ Lemon	500	10	400

DS	Proenzi Lady Calcicube	500	10	400
L	Calcichew D ₃	500	5	200
DS	PharmaNord Bioaktivní Kalcium+D ₃ +K	500	5	200
DS	Rosen Calcium 500	500	5	200
L	Maxi-kalz 500 eff.	500	-	-
L	Sandoz Calcium forte eff.	500	-	-
L	Pharmavit Calcium eff.	500	-	-
DS	Generica Calcium forte eff.	500	-	-
DS	GS Vápník-hořčík-zinek forte plus	400	10	400
DS	Natures Aid Calcium-magnesium+Vitamin D ₃	400	10	400
DS	Cemio Vápník-hořčík-zinek forte	400	5	200
DS	Walmark Vápník-hořčík-zinek forte	400	2	80
DS	VULM Ca,Mg,Zn + vitamin D ₃	400	2	80
DS	Aromatica Aquamin Vápník	350	5	200
DS	Biomín Calcium ovovital	350	-	-
DS	Nature's Bounty Vápník-hořčík-zinek+vit.D	333	5	200
DS	Bio-pharma Calcium-Magnesium-Zinek	333	-	-
DS	Medpharma Vápník-hořčík-zinek	333	-	-
DS	Revital Vápník-hořčík-zinek	320	5	200
DS	Swiss Ca+Mg+Zn+Vit.D	300	5	200
DS	Rosen Calcium-Magnesium-Zinek eff.	300	-	-
DS	Dologran Natural	280 (sypká forma lžička= 2 g)	-	-
DS	Fagron Calcium+Vitamin D ₃	266	3,3	132
DS	Harmony Line Vápník-hořčík-zinek-selen	265	-	-
DS	Nefdesante Vápník-hořčík-zinek Skincomplex	260	-	-
DS	Generica Calcium+Vitamin C eff.	260	-	-
DS	Biomín Calcium Neo s vitamínem D	250	5	200
DS	Revital Vápník-hořčík-vitamíny eff.	250	5	200
DS	Colacal Plus D ₃	250	2,5	100
L	Vitacalcin	250	-	-
DS	Favea Calmagin	200	1,25	50
L	Glenmark Medicamenta Calcii carbonici 0,5	200	-	-
DS	Biomín Calcium+zinek	200	-	-
DS	Biomín Calcium+vitamin C	200	-	-
DS	Centrum od A až po Železo	162	5	200
DS	GS Multivitamin Extra strong	162	5	200
DS	Naturvita Vápník z moře	150	2,5	100
DS	Naturvita Vápník	125	2,5	100
DS	Spektrum Imunactiv	120	5	200
DS	Eunova Aktiv Complex	120	5	200
DS	Supradyn	120	4	160
DS	Additiva multivitamin+minerál eff.	120	-	-
DS	Kneipp Magnesium+Calcium	106	-	-

Poznámka: eff. – effervescens – šumivá forma, L – léčivo, DS – doplněk stravy

2.4 Význam pro kosti

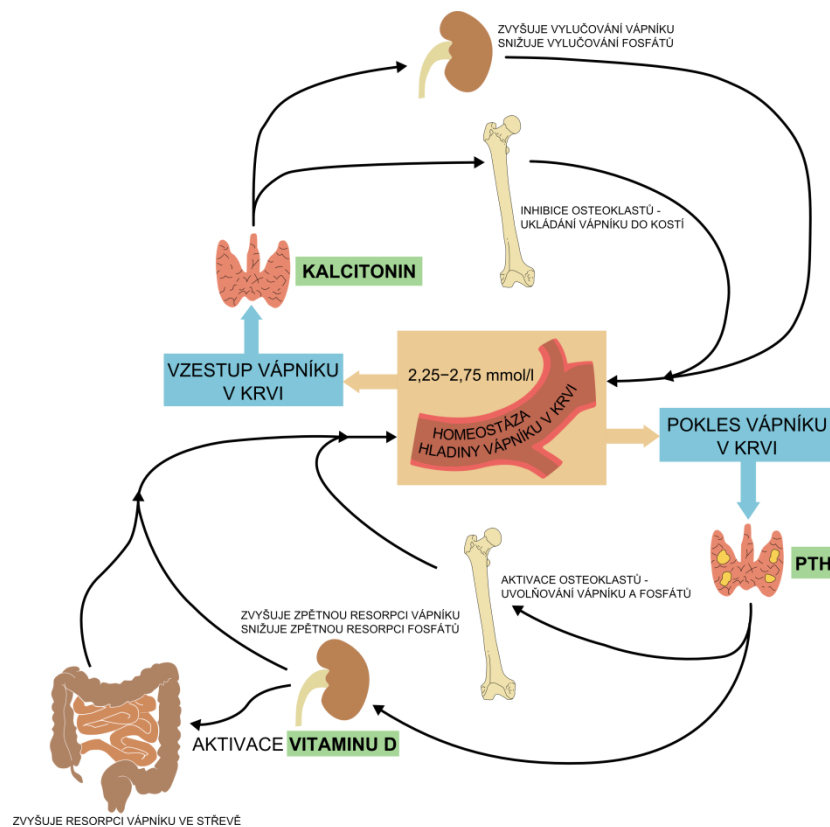
Zastoupení vápníku v těle je v 99 % v kostech.¹ Vápník je zde ve formě kalciových solí, především hydroxyapatitu. Tato anorganická složka zajišťuje pevnost kostí.²⁵

2.5 Metabolismus vápníku

Normální celková hladina plazmatického vápníku se pohybuje v rozmezí 2,25 – 2,75 mmol/l. Z toho je v séru vázáno na bílkoviny asi 40 – 45 % kalcia, 5 – 10 % je v komplexech s anionty kyselin a 50 % je v ionizované podobě.³¹ Normální hladina je dána regulačními ději, při kterých figurují kalcotropní hormony (parathormon, kalcitonin, vitamin D), dále kosti, tenké střevo a ledviny.

Kalcotropní hormony mají za úkol udržení zpětno-vazebné kontroly nad vstřebáváním vápníku, hladiny cirkulujícího ionizovaného kalcia a kostní remodelací.²⁷

Obrázek č. 1 – schéma kalciofosfátového metabolismu.¹⁴



2.6 Význam pro lidské tělo

První význam vápníku pro lidské tělo popsal Delezenne v roce 1905 v dějích krevního srážení a proteolýze. Další na vápníku závislé procesy v lidském těle na sebe nenechaly dlouho čekat. Zmíňme rok 1934, kdy Peters zjistil vazbu vápníku

ve zvýšení mitochondriálního dýchání v myokardu savců, v roce 1937 Nikolaysen potvrzuje nezbytnost vitamínu D pro zvýšenou resorpci vápníku ze střeva a jeho regulaci, v roce 1941 Heilbrunn a Ashkenazy objasňují význam vápníku v procesech svalové kontrakce u kosterního svalu.¹

Míra absorpce vápníku je 75 % u dětí, 30 – 50 % u dospělých a postupně klesá se zvyšujícím se věkem. Pro vstřebávání vápníku je důležitá dostatečná acidita v žaludku.²³ Vápník se vstřebává v tenkém střevě pasivní difuzí a aktivním mechanismem přes kalcium vázající protein.²⁵

Zastoupení vápníku v těle je v 99 % v kostech a 1 % připadá na ostatní metabolické pochody. V séru ho můžeme najít jako ionizovaný – biologicky nejaktivnější neboť je schopný difundovat přes biologické membrány, komplexně vázaný anebo vázaný na bílkovinu – v tomto stavu není schopen difúze.¹

Fyziologické funkce závislé na vápníku:

- anorganická složka kostí a zubů
- faktor krevního srážení (faktor IV)
- tvorba kininů
- regulace enzymů
- uvolňování hormonů i jejich efekt
- regulace excitace řady tkání
- regulace uvolňování transmitteru
- v kosterním svalu aktivuje troponin, tvorba tropomyosinu, čímž je aktivován aktin v hladkém svalu, aktivuje kontrakci vazbou na kalmodulin
- intracelulárně se podílí:
 - na akčním potenciálu buňky
 - na kontrakci
 - na motilitě
 - na buněčném dělení
 - na strukturální integritě buňky
 - zvýšení glykolýzy
- pokles extracelulární koncentrace:
 - zvyšuje nervosvalovou dráždivost (možnost vzniku tetanie)

2.7 Hyperkalcémie

Hyperkalcémií označujeme stav, pokud je hladina kalcia v séru vyšší než 2,75 mmol/l, ionizované kalcium je vyšší než 1,4 mmol/l.

Projevy hyperkalcémie jsou nauzea, zvracení, gastroduodenální vředová choroba, zácpa, pankreatitida. Při postižení ledvin nacházíme polyurii, polydipsii, nykturii. V oblasti CNS nacházíme bolesti hlavy, poruchy vědomí. Dalšími příznaky jsou slabost, bolesti svalů končetin, hypertenze, arytmie, změny na EKG (zkrácení QT intervalu), bledost, kachektizace při vleklém průběhu, osteoporóza, metastatické kalcifikace.

Vápník se z kostí může uvolnit při imobilizaci či nádorové destrukci kostí. Dalšími příčinami hyperkalcémie může být hematologická onemocnění,

hypermagnezémie, hyperparathyreóza, hypofosfatémie, sarkoidóza, myxedém, medikace thiazidových diuretik.³⁰

2.8 Hypokalcémie

Hypokalcémií označujeme stav, kdy hodnota kalcia klesne pod 2,15 mmol/l.

Mezi projevy hypokalcémie patří tetanie, při dlouhotrvající hypokalcémii mohou vznikat extrapyramidové příznaky (parkinsonismus) a změny na kostech (rachitis, osteomalacie), dermatitis, ekzém, psoriatické příznaky, lomivé vlasy, katarakta, hypotenze, pokles kontraktility, prodloužení QT intervalu na EKG.

Příčiny hypokalcémie jsou hypoparathyreóza, hypoproteinémie, hyperfosfatémie, snížení vstřebávání vápníku střevem při GIT onemocněních, deficit vitamínu D, chronická renální insuficience, chronická acidóza.³¹

2.9 Denní doporučené dávky vápníku

Tabulka 3 - doporučené denní dávky vápníku²⁴

Věk	Doporučený příjem – mg/den
<i>Kojenci: *</i>	
do 6 měsíců	200
6 – 12 měsíců	260
Batolata (1 – 3 roky)	700
Starší děti (4 – 8 let)	1000
Dospívající (9 – 18 let)	1300
Muži a ženy (19 – 50 let)	1000
Muži (51 – 70 let)	1000
Ženy (51 – 70 let)	1200
Muži a ženy (71 a více let)	1200
<i>Těhotné a kojící:</i>	
14 – 18 let	1300
19 – 50 let	1000

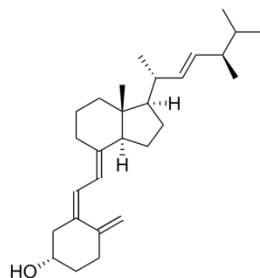
*jedná se spíše o referenční hodnotu než o DDD.

3 VITAMIN D

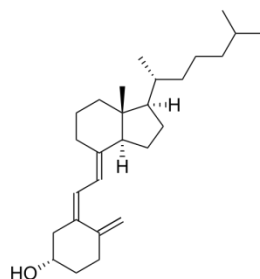
3.1 Chemický popis

Vitamin D je secosterol.²⁷

Obrázek č. 2 – vzorec Ergocalciferolu – vitaminu D₂.¹⁵



Obrázek č. 3 – vzorec Cholecalciferolu – vitaminu D₃.¹⁵



3.2 Přirozené zdroje vitaminu D – strava

Nejvyšší obsah vitaminu D můžeme nalézt v rybím oleji. Vaječný žloutek a mléko a mléčné potraviny jsou také dobrým zdrojem vitaminu D. Pokud přihlédneme k fortifikovaným potravinám např. margarínu, jsou dobrým zdrojem vitaminu D i tyto potraviny. Z rostlin je dobrým zdrojem vitaminu D kokosové máslo, dále pak houby, obzvláště hřiby.¹⁷ U hub si ale musíme dát pozor na jejich konzumaci, neboť houby jsou schopné v sobě akumulovat kromě zdraví prospěšných vitamínů a minerálů také toxické a antinutriční látky. Při jejich konzumaci se tedy doporučuje střídmost.

Tabulka 4 - obsah vitamínu D v potravinách²

Vitamin D v potravinách			
Potravina 100g	Vitamin D (IU)	Potravina 100g	Vitamin D (IU)
<i>Ryby a plody moře:</i>			
Kreveta	20	Tuňák v oleji	120
Losos	480	Úhoř	1600
Makrela	120	Ústřice	80
Platýz	120	Uzený losos	200

Pstruh mořský	440	<i>Mléko a mléčné výrobky:</i>	
Sardinka	400	Ementál 45 %	120
Sardinky v oleji	200	Gouda	40
Sardinky v tomatu	320	Hermelín	12
Sleď nakládaný	640	Jogurt bílý 3,5 %	2,4
Sleď	920	Máslo	40
Sumec	20	Mléko plnotučné	0,8
Šproty	520	Parmezán	24
Štika	40	Šlehačka	40
Treska	40	Tvaroh tučný	8
Tuňák	240		

3.3 Umělé zdroje vitamínu D – doplňky stravy

V doplňcích stravy preferujeme spíše vitamín D₃ (cholecalciferol) než vitamín D₂ (ergocalciferol).⁶

Pro podání vitamínu D v léčbě je v poslední době často diskutovaný fakt, že vitamín D vykazuje jistý ochranný efekt antiproliferační, diferenciační a imunomodulační.¹²

Léčba analogy vitamínu D je přínosná zejména u léčby pacientů, kde je snížena nebo omezena 1-hydroxylace 25-hydroxyvitamínu D.¹² Dalším lékem je alfacalcidol, který snižuje uvolňování prozánětlivých cytokinů působících jako faktory aktivace osteoklastů, je důležitý pro hojení mikrofraktur a tvorbu svalku, inhibuje tvorbu osteoklastů, podávání zvyšuje relativní počet svalových vláken II. typu, zvyšuje svalovou sílu, má pozitivní efekt na syntézu kolagenu typu I. a proteinů trámčiny, jako jsou osteocalcin a osteopoetin.²²

Tabulka 5 - obsah vitamínu D v doplňcích stravy nebo lécích

Obsah vitamínu D v doplňcích stravy/lécích			
Výrobek		Obsah v 1 kapsli	
		Mezinárodní jednotky I.U.	Vitamín D (µg)
L	Vitamin D ₂ Slovakofarma	300 000	7500
L	Vigantol gtt. (vitamín D ₃)	20 000 = 1ml = 40gtt.	500
DS	Swiss vitamin D ₃ efekt 1000 IU	1000	25
DS	AlfaVita Vitamin D ₃ forte Epa plus 1000 IU	1000	25
DS	PharmaNord Bioaktivní Vitamin D ₃ pearls	800	20
DS	Biomin Vitamin D ₃ forte 800 IU	800	20
DS	Generica Vitamin D ₃ 800 IU	800	20
DS	Swiss vitamin D ₃ efekt kids 600 IU	600	15
DS	Generica Vitamin D ₃ 400 IU	400	10

DS	Walmark Vitamin D ₃ žvýkácí tablety 400 IU	400	10
DS	Biomin Vitamin D ₃ 400 IU	400	10
DS	Farmax Vitamin D ₃ 400 IU	400	10
DS	Biomin Vitamin K ₂ + Vitamin D ₃	400	10
DS	Nature´s Bounty Vitamin A+D	400	10
DS	Edenpharma Vitamin A+D	400	10
DS	Medpharma Vitamin A+D	400	10
DS	Theratech Vitamin D ₃	400	10
DS	Naturvita Vitamin D ₃ 400 IU	400	10
DS	Brainway Vita D ₃ plus	400	10
DS	Medpharma Hořčík + vitamin D ₃	400	10
DS	Solgar Vitamin D ₃ tekutý	250	1gtt. = 6,25

Poznámka: L – léčivo, DS – doplněk stravy

Tabulka 6 - obsah metabolitu vitamínu D v léčích

Obsah metabolitu vitamínu D v léčích			
	Výrobek	Typ metabolitu	µg / tbl.
L	Alpha D ₃	alfakalcidiol	0,25 – 0,5 – 1
L	OsteoD	kalcitriol	0,25 – 0,5
L	Rocaltrol	kalcitriol	0,25 – 0,5

Poznámka: L – léčivo

3.4 Význam pro kostní denzitu

Nejnámějším a nejdůležitějším účinkem vitamínu D je zvýšení absorpce vápníku (ale i fosfátů) ve střevě, zprostředkované 1,25 (OH)₂D. Kalcitriol ovlivňuje tvorbu bílkoviny nutnou pro absorpci vápníku, tedy protein vázající Ca. Vitamin D, lépe řečeno jeho aktivní metabolity, působí zvýšenou mobilizaci minerálních součástí kostí. Kalcitriol zvyšuje absorpci vápníku v tenkém střevě, tlumí sekreci PTH a přispívá k mineralizaci kostí.⁴

Nedostatek vitamínu D je i základním patogenetickým faktorem pro rozvoj involuční osteoporózy. Nedostatek vitamínu D vede k hypokalcémii a tím následně ke zvýšení hladiny parathormonu. Hladiny parathormonu se zvyšují až o 70 % mezi 30. – 65. rokem života.²²

Hladina vitamínu D v séru nám dává přehled o potřebách v těle. V séru stanovujeme především koncentraci kalcidiolu (25-OH vit D) než kalcitriolu (1,25-OH vit D), neboť kalcidiol dává více informací o jeho zásobách v organismu oproti kalcitriolu, jehož koncentrace v krvi mohou kolísat.¹³ U osob obézních můžeme nalézt nižší koncentraci vitamínu D z důvodu jeho pravděpodobné redistribuce v tukové tkáni.³³

Tabulka 7 - hladiny kalcidiolu v séru¹³

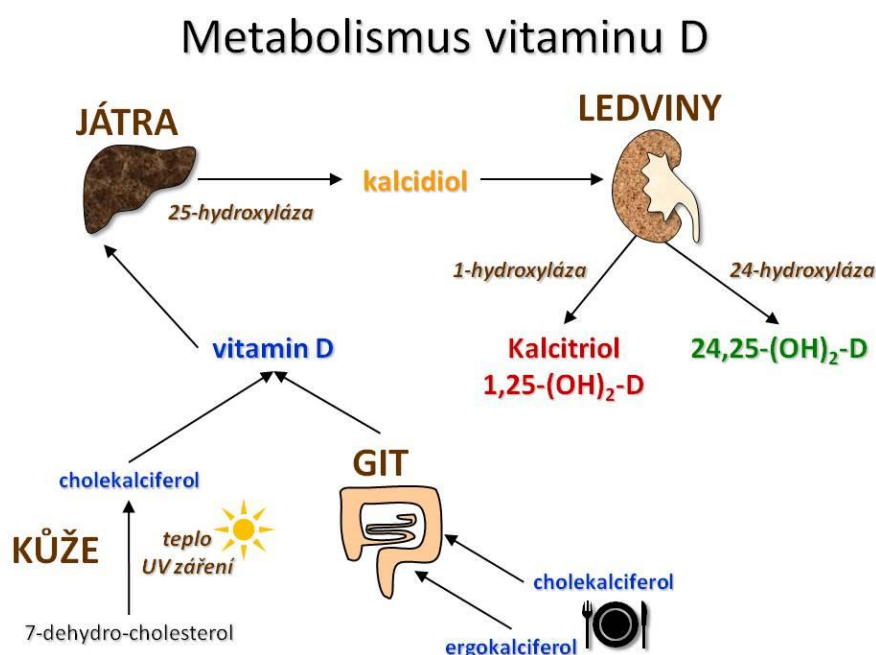
Referenční meze pro hladinu kalcidiolu v séru		
<i>Kalcidiol</i>	<i>ng/ml</i>	<i>nmol/ml</i>
Těžký deficit	méně než 8	méně než 20
Lehký deficit	8 – 20	20 – 50
Optimální hladina	20 – 60	50 – 150
Vysoká hladina	60 – 90	150 – 225
Toxická hladina	více než 90	více než 225

Jedním z nepřímých laboratorních parametrů, který nás může upozornit na nedostatečnou koncentraci vitamínu D při současně nižší kalcémii je alkalická fosfatáza (ALP), která se zvyšuje typicky při zvýšené kostní remodelaci.

Dalším laboratorním parametrem, jehož koncentrace v krvi stoupá při nedostatečném vstřebávání kalcia ve střevě je parathormon (PTH).¹³

3.5 Metabolismus vitamínu D

Obrázek č. 4 – metabolismus vitamínu D.¹⁶



3.6 Význam pro lidské tělo

U člověka je přirozenou formou vitamínu D₃ neboli cholekalciferol. Ten se tvoří v kůži ze 7-dehydrocholesterolu vlivem ultrafialového záření obsaženého ve slunečním svitu. To je nejvýznamnější zdroj tohoto vitamínu, část však pochází i ze stravy jako vitamínu D₃ živočišného původu, nebo jako vitamínu D₂ neboli ergokalciferol rostlinného původu. Vitamin D je metabolizován nejdříve v játrech. Cholekalciferol je zde hydroxylován a vzniká 25-hydroxycholecalciferol neboli kalcidiol. Kalcidiol podléhá v buňkách proximálního tubulu ledvin

hydroxylaci na 1. uhlíku a vzniká kalcitriol, vlastní aktivní forma vitamínu D, někdy také označovaná jako D hormon. Účinnost vitamínu D₂ je o třetinu nižší než u vitamínu D₃ a účinnost kalcitriolu je oproti vitamínu D₃ asi 4000x větší. Cílovými orgány pro vitamin D nejsou jen kosti, tenké střevo, ledviny a příštítná tělíska, ale i kůže, pankreas, žaludek, gonády, mozek a hematopoetický systém.⁴

Nedostatek vitamínu D je zcela důležitým patogenetickým faktorem pro rozvoj senilní, čili involuční osteoporózy. Tento nedostatek vede k poklesu kalcémie a následnému mírnému zvýšení parathormonu. Mírná sekundární hyperparathyreóza je základním bodem etiopatogeneze senilní osteoporózy.²⁷

Vitamin D ovlivňuje i reakční dobu svalové kontrakce a podílí se tak na snížení rizika pádů u starších jedinců.¹³

Nedostatek vitamínu D může vést ke zvýšené vnímavosti vůči infekcím, čímž se předpokládá jeho imunomodulační efekt.¹⁷

„V 80. letech 20. století bylo prokázáno, že 1-hydroxyláza je exprimována také v keratinocytech a placentě, na konci minulého století bylo potvrzeno, že také monocyty, makrofágy a dendritické buňky exprimují tento enzym, a jsou tudíž schopny syntetizovat kalcitriol. Na rozdíl od syntézy v ledvinách není extrarenální syntéza striktně kontrolována hladinami kalcia, fosforu a PTH v krvi, a proto se zvýšený příjem vitamínu D projevuje přímo zvýšením produkce kalcitriolu.“

„Lokálně produkováný kalcitriol ovlivňuje zejména antigen prezentující buňky – monocyty, makrofágy a dendritické buňky. Přímou vazbou tohoto hormonu na VDR jaderný receptor je potlačena exprese MHC molekul II. třídy, které jsou zodpovědné za prezentaci antigenu T lymfocytům. Rovněž je snížena exprese kostimulačních molekul, které poskytují T lymfocytům 2. signál, nezbytný pro jejich úplnou aktivaci. Ovlivněním cytokinové produkce – snížením IL-12 a zvýšením IL-10 – je potlačen vývoj Th1 lymfocytů a stimulován vývoj Th2 lymfocytů, čímž je celá imunitní reakce směřována do Th2 typu. Th1 odpověď je navíc přímo oslabena, protože vlivem kalcitriolu nejsou lymfocyty schopny produkovat klíčové cytokiny Th1 odpovědi – IL-2 a IFN- γ . Naopak Th2 odpověď je vlivem kalcitriolu podpořena, a to především proto, že lymfocyty v prostředí kalcitriolu zvyšují produkci IL-4, IL-5 a IL-10. Toto zjednodušené schéma vyplývá z řady experimentálních prací in vitro.“²⁸

3.7 Denní doporučené dávky vitamínu D

Dávka vitamínu D je obvykle uváděna v mikrogramech nebo IU (International Unit), kde 1 μ g vitamínu D₃ nebo D₂ odpovídá 40 IU. V praxi užívané označení 5 μ g vitamínu D znamená 200 IU, 10 μ g v tabletkách pak 400 IU v tabletkách a 800 IU je při obsahu 20 μ g v tabletkách.⁴

Patnáctiminutová expozice slunečnímu záření je doba, za kterou by se měla vytvořit dávka vitamínu D schopná pokrýt denní potřebu. Do 65. roku života je slunění hlavní zdroj příjmu tohoto vitamínu, u starších osob produkce vitamínu D v kůži klesá, přispívá k tomu i snížená expozice slunci starších lidí.⁶

Pro vytvoření dostatečné dávky vitamínu D díky slunečnímu záření je také důležitá zeměpisná šířka, tedy místo pobytu, kde svou kůži vystavujeme slunečnímu záření. Nesmíme zapomenout, že použití opalovacích přípravků pak tuto tvorbu vitamínu D v kůži snižuje. Stejně tak pigmentace kůže může mít vliv na tvorbu vitamínu D v kůži, kde větší pigmentace kůže snižuje jeho tvorbu.¹³

Dřívější denní doporučené dávky vitamínu D činily 200 IU pro osoby ve věku od narození do 50 let, 400 IU od 51 do 70 let a nad 70 let dávku 800 IU. Tyto dávky byly poupraveny a vydány v roce 2011 jako nové DDD vitamínu D, které jsou v korelaci s hladinou 25OHD na hodnotu 20 ng/ml v séru. Koncentrace 20 ng/ml 25OHD v séru byla stanovena jako optimální pro potřeby většiny obyvatelstva. Nové DDD dávky jsou uvedeny v tabulce 8. Zároveň byla navýšena maximální přípustná denní dávka vitamínu D z 2000 IU na dávku podle věkového rozmezí. Tyto maximální přípustné denní dávky jsou shrnuty v tabulce 9. Denní doporučené dávky i maximální přípustná denní dávka je stanovena pro běžnou populaci vyjma chorobných stavů, kde se dávky mohou lišit.²⁴

Tabulka 8 - denní doporučená dávka vitamínu D²⁴

DDD vitamínu D pro osoby ve věku:		
0 – 1 rok*	400 IU	= 10 µg
1 – 70 let	600 IU	= 15 µg
71 a více let	800 IU	= 20 µg

*jedná se spíše o referenční hodnotu než o DDD.

Tabulka 9 - maximální přípustná denní dávka vitamínu D²⁴

Maximální denní dávka vitamínu D:	
0 – 6 měsíců	1000 IU
6 – 12 měsíců	1500 IU
1 – 3 roky	2500 IU
4 – 8 let	3000 IU
9 a více let	4000 IU

4 KOST

4.1 Stavba kosti

Kost je tvořena kostní tkání hutnou, latinsky *substantia compacta*, a kostní trámčinou, latinsky *substantia spongiosa* nebo *trabecularis*. Kompakta tvoří povrch kosti, trámčina pak její vnitřek. Zastoupení kompakty a trámčiny se liší různě u každé kosti. Spongiosní část kosti má tvar kostních trámců, jež mají funkční význam. Jsou uspořádány do typických linií. V kosti vytvářejí prostorovou síť. Architektonika spongiosní kosti je úprava trámců odpovídající podle zatížení kosti. Tato úprava zajišťuje maximální pevnost v daných směrech. Architektonika se vyvíjí vlivem tahů a tlaků.⁸

Vliv pohybu je tedy nedílnou součástí přestavby kosti, bez něho by kost oslabovala a stávala by se náchylnou k snadnějším zlomeninám.

4.2 Funkce kosti

Kosti tvoří funkční celek nazývaný kostra nebo i skelet. Kostra je základní opěrnou jednotkou těla. Na kostru se dále připevňují svaly, vazy a šlachy, jež dotváří tuto opěrnou funkci. Kosti, nebo lépe červená kostní tkáň je místem krvetvorby. Obsahuje kmenové buňky, z nichž diferenciací vznikají červené krvinky, bílé krvinky a krevní destičky.⁸

Kost je důležitou zásobárnou mnoha minerálů (Ca, P, F, Mg).

4.3 Kostní hmota

Osteoblasty zahajují osifikační proces. Jsou to buňky diferencované z mesenchymu a uložené podél cév. Tyto buňky nejdříve vyprodukují nezvápenaté prekursory základní hmoty, následně se polymerací mění v osteon. V něm se současně tvoří fibrily jako součást mezibuněčné hmoty. Osteoblasty v této hmotě uváznou a mění se postupně v typické kostní buňky nazývané osteocyty. Osteoblasty vytváří kostní trámečky, které dále přibývají. Z buněk monocytomakrofágové řady následně vznikají osteoklasty, které odbourávají kost. Odbourané části kosti jsou pak nahrazovány kostí novou, a tím dochází k přestavbě kosti. Toto odbourávání a následná novotvorba kosti neboli remodelace probíhá po celý život. Kostní přestavba je způsobena vzájemnou aktivitou na jedné straně osteoblasty tvořící kost a na druhé straně osteoklasty, které kost odbourávají. Osteoblasty vytvářejí Haversovy lamely (struktura kompakty), jež mají uvnitř Haversův kanálek obsahující cévy. Tyto Haversovy lamely vytvářejí kolem cév vícevrstvé sloupečky nazývané osteony. Osteoklasty rozrušují tyto lamely a vznikají dutiny, které jsou nahrazovány novými lamelami. Tak můžeme v kosti vidět i zbytky starých osteonů, které pak tvoří vmezežené lamely.⁸

Aktivita osteoklastů je spuštěna sekrecí proteinu osteoblastů nazývaného receptor aktivující nukleární faktor-B ligand (RANKL), který se pak naváže

na receptor preosteoklastů nazývaný receptor aktivující nukleární faktor-B (RANK) za účelem konečné aktivace osteoklastů. Naproti tomu Osteoprotegerin produkovaný také osteoblasty se váže na RANKL a inhibuje tím osteoklastogenezi.³³

Vrchol kostní hmoty je dán ze 70 % geneticky, 30 % pak dotváří způsob života, tedy tělesný pohyb, výživa, alkohol, kouření aj.²⁵

5 DIAGNOSTIKA ONEMOCNĚNÍ SKELETU

5.1 Anamnéza

Při odebrání anamnézy se dotazujeme na počet a mechanismus vzniku předešlých zlomenin, a to jak v dětství, pubertě i v dospělosti. Zajímá nás, zdali byly nějaké okolnosti, které by ovlivnily hodnotu maximální kostní hmoty. Důležitý je samozřejmě rozbor přijímané stravy, pohybová aktivita, endokrinní choroby, onemocnění GIT a ledvin, zjištěná nádorová onemocnění a veškerá medikace, která by mohla ovlivnit kostní metabolismus, tedy např. léčba kortikoidy.⁶

Schopnost absorbovat vápník se mezi 40. – 65. rokem věku snižuje o 25 %. Na to bychom měli pamatovat při výpočtu množství přijatého vápníku za den. DDD 1000 mg vápníku u predisponovaných osob může snížit remodelaci kostí až o 20 % a zvýšit tak BMD až o 2 %.²²

5.2 FRAX

„Algoritmus FRAX uvádí desetiletou pravděpodobnost zlomenin. Výstupem je pravděpodobnost prodělat během 10 let zlomeninu v oblasti kyčle a pravděpodobnost prodělat během 10 let hlavní osteoporotickou zlomeninu (klinickou zlomeninu obratle, distálního předloktí, frakturu v oblasti kyčle a paže).“ FRAX je tvořen dotazníkem složeným z 12 otázek zaměřených na věk, pohlaví, hmotnost, výšku, prodělanou zlomeninu, zlomeninu v oblasti kyčle u rodičů, aktuální kouření, glukokortikoidy, revmatoidní artritidu, sekundární osteoporózu, alkohol a BMD krčku femuru.³²

FRAX dotazník lze využít v mnoha zemích.

FRAX byl vytvořen WHO.³²

5.3 Fyzikální vyšetření

Z fyzikálního vyšetření nás zajímá výška pacienta. Při návštěvách pacienta ji průběžně přeměrujeme. Dalším znakem hodnotícím možnost případné zlomeniny obratle je zvýšená hrudní kyfóza, bolesti zad.⁶ Prevalence deformit páteře u postmenopauzálních žen bílé pleti se odhaduje na 20 – 25 %. Kompresní zlomenina páteře může způsobit výraznou bolest trvající týdny až měsíce, ale může být u pacientů s osteoporózou i často asymptomatická.³³

5.4 RTG vyšetření

Rentgenové vyšetření je dobrým pomocníkem při diagnostice osteoporózy, ale i dalších kostních onemocnění jako je např. rachitida u dětí, osteomalacie u dospělých, Pagetova kostní choroba apod. Můžeme díky němu posoudit míru deformit obratlových těl či kyčle.⁶

5.5 Absorpciometrie

Dvouenergiová rentgenová absorpciometrie (DXA) je založena na využití absorpce rentgenového záření o dvou energetických vlnách. Považuje se za metodu přesnější ke stanovení kostní denzity. Tímto přístrojem lze měřit libovolnou část těla, nicméně v praxi a dle doporučení WHO hodnotíme oblast bederní páteře, proximální části kyčle a předloktí.⁶ Měření kostní denzity se provádí také u rizikových skupin obyvatelstva v rámci prevence či diagnostiky osteoporózy. Toto měření se může opakovat ve většině případů s minimálním ročním odstupem. Měření může sloužit i k hodnocení efektu léčby u léčených osob.³³

*Indikace k vyšetření DXA jsou následující:*⁶

- stanovení rizika zlomeniny u žen v menopauze
- přítomnost osteopenie/osteoporózy na základě RTG vyšetření
- léčba kortikoidy v dávce více než 2,5 mg prednisonu po dobu nejméně 3 měsíců
- endokrinní a metabolická onemocnění jako jsou např. hypertyreóza, hyperparathyreóza, hypogonadismus, hyperkortikalismus
- další choroby – anorexia nervosa, malabsorpční syndrom
- po prodělané nízkotraumatické zlomenině
- zlomeniny v anamnéze u osob starších 65 let
- snížení výšky o 3 cm od 25 let věku
- nízké BMI (pod 19)
- u renální osteopatie
- u revmatoidní artritidy
- k monitoringu osob léčených pro osteoporózu

Tabulka 10 - klasifikace stupně demineralizace skeletu dle WHO na základě senzitometrického vyšetření²⁰

Klasifikace stupně demineralizace	
Normální nález	Hodnota BMD (bone mineral density) či BMC (bone mineral content) v rámci 1 SD (standardní odchylky) nad či pod střední referenční hodnotu mladého dospělého
Nízká kostní hmota (osteopenie)	Hodnota BMD či BMC mezi -1 a -2,5 SD pod střední referenční hodnotou mladého dospělého
Osteoporóza	Hodnota BMD či BMC pod -2,5 SD pod střední referenční hodnotou mladého dospělého
Těžká osteoporóza	Hodnota BMD či BMC pod -2,5 SD pod střední referenční hodnotou mladého dospělého v přítomnosti osteoporotické zlomeniny

5.6 Laboratorní vyšetření

5.6.1 Stanovení minerálů v séru

Zjišťujeme hladiny vápníku, fosfátů a hořčíku. Při interpretaci výsledků přihlížíme k možným onemocněním pacienta (hypo nebo hyperparathyreózy, onemocnění ledvin), skladbě stravy nebo léčbě (diuretika, intoxikace vitamínem D).⁶

5.6.2 Stanovení minerálů v moči

Zjišťuje exkreci vápníku do moči nejlépe z 24 hodinového cyklu sběru moče. Výsledek získáme vynásobením koncentrace vápníku a objemu moči v litrech a poté vydělením hmotností pacienta. Dále zjišťujeme odpad fosforu a hořčíku.⁶

5.6.3 Kalciotropní hormony

Stanovení hladiny parathormonu, kalcitoninu a metabolitů vitamínu D.

5.6.4 Markery kostního obratu

Za fyziologických stavů anebo patologických se uvolňují látky z kostní hmoty, které tvoří osteoklasty nebo osteoblasty. Tyto látky můžeme nalézt v moči i séru. Slouží k diagnostice osteopatií, monitoringu stavu kostního procesu a účinku léčby.

- *Sérová alkalická fosfatáza (ALP)* se tvoří v osteoblastech, je to marker kostní formace. Zvýšení ALP lze nalézt u zvýšené kostní remodelace způsobené hormonální nebo metabolickou poruchou. Hodnoty ALP používáme u diagnostiky sníženého množství kostního minerálu a u metabolických osteopatií.
- *CTX a NTX* (C a N terminální telopeptid kolagenu) jsou markerem kostní resorpce. Vypovídají o osteoklastické aktivitě.
- *PINP* (propeptid kolagenu) vzniká při syntéze kolagenu aktivitou osteoblastů. Je to marker kostní novotvorby.
- *Sérový osteokalcin (OC)* je jedna z bílkovin kostní matrix. Je také markerem kostní formace a tedy i kostního obratu.
- Zjištění hladiny vápníku v moči je markerem kostní resorpce. Dává nám informaci o ztrátách vápníku nejlépe ze sběru moči za 24 hodin.⁶

6 LÉČBA ONEMOCNĚNÍ SKELETU

Léčbu osteoporózy můžeme rozdělit na nefarmakologickou a farmakologickou.

6.1 Vápník

Vápník se nachází v mnoha potravinách. Jeho příjem ve stravě je pro organismus výhodnější, avšak někdy není možné zajistit odpovídající dávku vápníku na den v rámci skladby jídelníčku anebo velikosti porce požadované na objem vápníku v pokrmu. V těchto případech je vhodné užívat doplňky stravy s obsahem vápníku, nejlépe v kombinaci s vitamínem D.

Je vhodné podávat vápník večer před ulehnutím, neboť se tak snižuje noční vrchol osteoresorpce.¹⁹

Za bezpečné se považuje příjem vápníku v denní dávce 1000 – 1500 mg. U osob s močovými kameny je nutné upravit dávkování a nepodporovat možné zvýšené vylučování vápníku ledvinami.¹⁹

6.2 Vitamin D

Suplementace vitamínem D je potřeba v indikovaných případech, tedy tam, kde je očekávaný či prokázaný nedostatek vitamínu D. Na výběr jsou registrované léky v kapkách, tobolkách. Suplementaci vitamínem D můžeme zvolit i při předpokládaném deficitu vitamínu D v populaci např. u starých lidí. Zde můžeme zvolit doplňky stravy, které si můžeme koupit bez předpisu a sami si tak pomoci při ochraně kostní hmoty a následkům deficitu vitamínu D. Suplementaci vitamínem D doplňujeme o příjem vápníku.

Za bezpečné se považuje příjem vitamínu D v denní dávce odpovídající stáří osoby, viz tabulka 9. Dávku je nutné upravit event. redukovat u osob s močovými kameny.¹⁹

6.3 Medikamentózní léčba

Antikatabolické léky zpomalují úbytek kostní hmoty (bisfosfonáty, estrogeny, selektivní modulátory estrogenových receptorů, tzv. SERM, tibolon a stroncium ranelát) a osteoanabolické léky navozují zvýšenou tvorbu nové kostní hmoty (parathormon a jeho derivát teriparatid).^{5,19}

- Perorální bisfosfonáty jsou v ČR léky první volby, jejich nasazení musí být dokumentováno prokázanou osteoporózou dle DXA nebo typickou osteoporotickou zlomeninou.⁵

Bisfosfonáty se používají při léčbě postmenopauzální osteoporózy či jiných kostních chorob (Pagetova choroba, kostní metastázy nádorů, kostní postižení u mnohočetného myelomu). Inhibují kostní resorpci prostřednictvím svého účinku na osteoklasty a jejich prekurzory. Dlouhodobě se hromadí v kostech díky vysoké afinitě k hydroxyapatitu. Nežádoucími účinky může být dráždění

distální části jícnu. Bisfosfonáty perorálně podané se špatně vstřebávají. Bisfosfonáty se mohou podávat perorálně (alendronát, risedronát), parenterálně (zoledronát) anebo bisfosfonáty s možností obojího podání (ibandronát).²⁰

- SERM jsou syntetické látky působící na estrogenní receptory podobně jako estradiol na osteoblastech a osteocytech. V prsu působí jako antagonisté estradiolu a na endometrium mají neutrální vliv. Podávají se ženám po menopauze (do 70 let věku). Léčba těmito preparáty upravuje kostní remodelaci do referenčního rozmezí u žen před menopauzou. Při tříleté léčbě se zvyšuje BMD v oblasti bederní páteře i v oblasti proximálního femuru o více než 2 %. Raloxifen navíc snižuje u žen incidenci karcinomu prsu až o 62 % – 84 %. Nežádoucími účinky při léčbě těmito látkami bývá zvýšené riziko tromboembolických chorob, návaly horka nebo křeče v lýtkách.¹⁹
- Stroncium ranelát je perorální forma léčby osteoporózy, která se užívá odděleně od terapie vápníkem. Přispívá k mírnému vzestupu markerů kostní novotvorby a mírnému snížení markerů kostní resorpce. Snižuje riziko výskytu vertebrálních i nevertebrálních zlomenin.⁵ Používá se při léčbě osteoporózy při BMD $\leq -2,5$ SD. Nežádoucími účinky léčby mohou být průjem, nauzea a bolest hlavy. Nedoporučuje se začínat s léčbou při snížení renálních funkcí a u pacientů se zvýšeným kardiovaskulárním rizikem.¹⁹
- Denosumab je antiresorpčním lékem. Denosumab je protilátka proti RANK ligandu. Denosumab zabraňuje diferenciaci a dozrávání osteoklastů. V tříleté studii FREEDOM byl hodnocen efekt léčby u postmenopauzálních žen oproti placebo. Bylo zjištěno, že denosumab snižuje riziko nových zlomenin obratlových těl o 68 %, zlomenin proximálního femuru o 40 %, jakož i riziko nevertebrálních zlomenin o 20 %.²⁰

6.4 Hormonální terapie

Hormonální terapie zlepšuje střevní absorpci vápníku a jeho tubulární reabsorpci v ledvinách. Hormonální terapii volíme co nejdříve po menopauze v co nejnižší dávce dle individuálního stavu pacientky. Hormonální terapii volíme při předčasné menopauze anebo jinak způsobenému úbytku estrogenů nebo prokázanou osteoporózu po menopauze. Kontraindikací léčby je karcinom prsu nebo endometria, tromboembolická nemoc, jaterní onemocnění či také nedagnostikované gynekologické krvácení. Při ukončení léčby hormony hodnotíme úbytek kostní hmoty, riziko zlomeniny a podle toho volíme další léčbu, zejména nehormonální antiresorpční.¹⁹

6.5 Parathormon

Léčba parathormonem (PTH 1-84) či jeho derivátem teriparatidem (1-34 PTH) se používá u těžké postmenopauzální osteoporózy u žen, u těžké osteoporózy u mužů anebo glukokortikoidy indukované osteoporózy. Nežádoucím účinkem obou preparátů může být hyperkalcémie a hyperkalciurie.²⁰

Při jeho chronicky vyšší sérové koncentraci jako je u primární hyperparathyreózy se zvyšuje kostní resorpce a dochází k úbytku kostní hmoty. Při jeho periodickém podávání v malých dávkách je prokázán jeho osteoanabolický efekt na kost.²⁹

6.6 Doplnující medikace

- Vitamin K₁ má pozitivní vliv na tvorbu osteokalcinu. Jeho nedostatek může mít vliv na snížení BMD a zvýšení rizika zlomenin. Je důležitý pro krevní srážení. Efekt vitamínu K spočívá v karboxylaci vázané glutamové skupiny na karboxylglutamovou, díky které pak mohou příslušné proteiny být aktivní a vázat vápenaté ionty a fosfolipidy. Vitamin K aktivuje některé proteiny, jako je např. osteokalcin, matrix-Gla-protein, koagulační faktory a další. Vitamin K₁ je obsažen hlavně v listové zelenině, kvěťáku, brokolici nebo obilných klíčcích.²³ Vitamin K₁ je možné zakoupit v doplňcích stravy.
- Vitamin K₂ se od vitamínu K₁ liší v délce postranního řetězce, který ovlivňuje jeho biodostupnost a aktivitu. Biodostupnost vitamínu K₂ je tak 6 – 8x vyšší než u vitamínu K₁ a poločas účinku je až v délce 3 dny oproti 4 hodinám u vitamínu K₁. Vitamin K₂ je tvořen hlavně bakteriemi v tenkém a tlustém střevě.²³ Vitamin K₂ můžeme zakoupit jako doplněk stravy.
- Hořčík je uložen v kostech až z 60 %. Je součástí kostního krystalu hydroxyapatitu. Je důležitý pro metabolismus kostní hmoty. Má úlohu v metabolismu ATP a je kofaktorem mnoha enzymů. Podílí se také na konverzi vitamínu D na kalcitriol.^{25,26} V tenkém střevě se ze stravy vstřebává 30 – 40 %. DDD je 300 – 400 mg. Nedostatečný příjem hořčíku může vést ke zrychleným ztrátám kostní matrix a tím k vyšší incidenci fraktur.²⁶
- Zinek a měď jsou minerály důležité pro funkci osteoblastů a kostní mineralizaci. Zinek se podílí na kostní novotvorbě, ovlivňuje i kostní resorpci, aktivuje osteoblasty a podporuje syntézu kolagenu.^{25,26} Nedostatek zinku může ovlivňovat hojení zlomenin. Ve střevě se průměrně vstřebává 20 %. Vstřebatelnost je negativně ovlivněna rafinovanými potravinami, jako jsou cukry a bílé pečivo. Jeho vstřebávání ve střevě může být ovlivněno současným podáváním vápníku.²⁶
- Křemík je součástí skeletu. Je důležitý při růstu kosti, zlepšuje mineralizaci, stimuluje tvorbu kolagenu a je aktivní při tvorbě glykosaminoglykanů.²⁶

6.7 Rehabilitace

Nedílnou součástí léčby je pohybová aktivita. Nejen že zvyšuje kostní hmotu, ale podporuje i svalovou sílu a zlepšuje koordinaci pohybů. Dochází tím i ke snížení rizika pádu.

7 RIZIKOVÉ FAKTORY OSTEOPORÓZY

Rizikový faktor osteoporózy je dlouhodobé podávání glukokortikoidů, dále pak předčasná menopauza anebo malnutrice se ztrátou hmotnosti.⁵

Rizikem osteoporózy může být i nedosažení maximální kostní hmoty při některých onemocněních, která mohou probíhat v dětství, dospívání či časně dospělosti. Právě v dospívání, kdy dochází k akceleraci růstu je důležitý dostatečný příjem vápníku.⁶

7.1 Nemoci spojené s onemocněním skeletu

7.1.1 Hepatální osteopatie

Jaterní onemocnění mají negativní vliv i na kalciofosfátový metabolismus. Dochází k nedostatečné syntéze bílkovin a ovlivnění metabolismu vitamínu D v hepatocytech z hlediska přeměny (hydroxylace) vitamínu D na metabolit 25-hydroxycholecalciferol. Možnost snížené tvorby a sekrece žluči může ovlivňovat emulgaci tuků a vést k malabsorpci vitamínu D.⁷

7.1.2 Renální osteopatie

Chronická renální nedostatečnost přispívá k poruše kalciofosfátového metabolismu a poruše metabolismu bílkovin. Velmi důležitou úlohou ledvin je hydroxylace metabolitu 25-hydroxycholecalciferolu, jenž vzniká v játrech, na 1,25-dihydroxycholecalciferol. Tento aktivní metabolit vitamínu D ovlivňuje absorpci vápníku ze střeva a je odpovědný při mineralizaci kostní hmoty. Další negativní vliv může mít metabolická acidóza, která se objevuje u ledvinného selhání.⁷

7.1.3 Diabetická osteopatie

U diabetiků 1. typu nedostatek inzulínu a IGF-1 je spojen se snížením kostní hmoty a tím zvýšenému riziku zlomenin. Dále se nejen u diabetiků 1. typu, ale i u diabetiků 2. typu negativně v kostním metabolismu uplatňuje hyperglykémie, kdy se předpokládá její negativní vliv na kostní kvalitu.⁷

Orgánové změny, které souvisejí s mikro a makroangiopatií se mohou podílet na zvýšeném riziku pádu a zlomenin.⁷

7.1.4 Onemocnění parathyreoidey

Primární hyperparathyreóza vede k úbytku kostní hmoty. Projevuje se hyperkalcémií, zvýšeným odpadem vápníku v moči a snížením zpětného vstřebávání fosforu v ledvinách.⁷

7.1.5 Onemocnění tyreoidy

Hypertyreóza vede k zvýšení kostní resorpce. Zvyšuje se vylučování vápníku a fosforu ledvinami. Důsledkem tyreotoxikózy bývá snížení kostní denzity a větší riziko vzniku zlomenin.⁷

Zvýšená produkce tyreoidálních hormonů působí přímo prostřednictvím RANKL anebo zprostředkovaně dalšími mechanismy na kostní buňky.¹¹

Ze studie provedené Dr. Hrčkovou a spol. v Olomouci bylo zjištěno, že mezi kontrolními skupinami s tyreotoxikózou a kontrolní skupině bez ní je rozdíl v kostním obratu. Zároveň bylo zjištěno, že pacientky s tyreotoxikózou a postmenopauzou mají vyšší riziko výskytu osteoporózy než pacientky premenopauzální. Tyreotoxikóza zvyšuje riziko výskytu osteoporózy.¹¹

7.1.6 Zánětlivé onemocnění střev

Onemocnění střev se mohou podílet na malabsorpci a malnutrici v měřítku odpovídající aktivitě nemoci. Mezi tyto onemocnění můžeme zařadit např. celiakální sprue či Crohnovu chorobu. Může být ovlivněno vstřebávání minerálů a dalších důležitých nutrientů. U těchto nemocí se navíc k léčbě používají glukokortikoidy, jež mají negativní účinek na kostní metabolismus.²³

7.2 Iatrogenní příčiny onemocnění

Příčinou osteoporózy mohou být léčiva, která zasahují do kostního metabolismu.

7.2.1 Glukokortikoidy

Mezi významné sekundární příčiny osteoporózy patří chronické užívání kortikoidů. Při léčbě pacienta těmito léky dbáme na zvýšený příjem vápníku a vitamínu D a zvýšené pohybové aktivitě. Při léčbě dávkou 2,5 – 5 mg prednisonu či jeho ekvivalentu po dobu minimálně 3 měsíců se zvyšuje riziko zlomeniny. U topické léčby kortikoidy se nepředpokládá zásadní vliv na kostní metabolismus. Při dlouhodobém podávání však jeho negativní vliv vyloučit nemůžeme. Kromě farmakologické terapie glukokortikoidy můžeme pozorovat stejný mechanismus kostního poškození u endogenně zvýšené produkce kortizolu, jako je tomu při Cushingově syndromu. Na riziko fraktur pomýšlíme již při hodnotách BMD $-1,5$ SD. U osteoporózy způsobené léčbou glukokortikoidy se používají při terapii primárně bisfosfonáty, jež výrazným měřítkem snižují riziko zlomeniny. Jako nejvhodnější léčbu v posledních letech považujeme léčbu osteoanabolickou či teriparatidem anebo parathormonem.^{6,21}

Účinek glukokortikoidů na kostní metabolismus:

- Snížená proliferace osteoblastů
- Snížená diferenciací osteoblastů
- Snížení syntézy proteinů kostní matrix
- Zvýšení degradace kolagenu

- Snížení růstových faktorů ovlivňující kost
- Zvýšení apoptózy osteoblastů
- Snížení produkce androgenů a estrogenů
- Snížení absorpce vápníku ve střevě
- Zvýšení vylučování vápníku do moči
- Zvýšení sekrece PTH
- Zvýšení exprese RANKL (proteinu nazývaného osteoklast differentiating factor, jež po vazbě na specifický receptor (RANK) na povrchu preosteoklastů vede k jejich vyzrání v osteoklasty a vysoké osteoresorpci)²⁹

7.2.2 Antikonvulziva

Antikonvulziva negativně ovlivňují kostní metabolismus ovlivněním především jaterních funkcí.⁷

7.2.3 Ostatní léčiva

Antidepresiva, antipsychotika, antibiotika, antacida s hliníkem, cytostatika, isoniazid a jiné léky mají negativní účinek na kvalitu kosti.⁶

Antacida obsahující hliník mohou mít negativní vliv na vstřebávání vápníku anebo fosfátů.⁷

7.2.4 Achlorhydrie, stavy po resekcích žaludku

Achlorhydrie, tedy nedostatečná acidita z důvodu snížené tvorby HCl či stavy po resekcích výkonech na žaludku ovlivňují negativně rozpustnost anorganických kalciových solí. To zapříčiní snížené vstřebávání vápníku v tenkém střevě.²³

V těchto případech je možné podávat kalcium-citrát, který je lépe absorbován. Takto může negativně ovlivnit vstřebávání vápníku i léčba inhibitory protonové pumpy či H-2 blokátory.³³

7.3 Jiné příčiny osteopenií

7.3.1 Maldigesce a malabsorpce

Maldigesce a malabsorpce je možným důvodem snížené kostní hmoty a to z důvodu poruchy trávení, jako je onemocnění žlučníku a žlučových cest, poruchy funkce pankreatu, resekce žaludku nebo tenkého střeva, poruchy vstřebávání spojené se změnou nebo poškozením střevní sliznice.⁷

7.3.2 Veganská strava

Veganská strava má negativní dopad na kostru z důvodu negativní vápníkové bilance a proteinové malnutrice. U laktoovovegetariánů a vegetariánů negativní dopad na skelet nebyl pozorován.²⁶

7.3.3 BMI

BMI pod 19 je rizikovým faktorem osteoporózy.²⁶ Naopak nadváha či obezita je spojena s vyšší hodnotou kostní denzity. Je to dáno zvýšeným mechanickým zatížením skeletu. Některé práce však poukazují na možný negativní vliv obezity, kdy byla pozorována zvýšená adipozita v kostní dřeni.³⁵

7.3.4 Imobilizace

Imobilizace vede k zvýšené osteoklastické resorpci kosti. Vzhledem ke zvýšenému vylučování vápníku do moči dochází k jeho negativní bilanci.⁷

7.3.5 Laktózová intolerance

Laktózová intolerance čili nesnášenlivost mléčného cukru vede ke snížení nebo úplnému vyřazení mléka anebo mléčných produktů ze stravy. Při vyřazení těchto produktů při současné neadekvátní náhradě příjmu vápníku může způsobit jeho nedostatek úbytek kostní hmoty. Laktóza je složena jako disacharid z glukózy a galaktózy a je štěpena enzymem laktázou neboli beta-galaktoglukosidázou ve střevě. Částečný nebo úplný nedostatek se může projevovat průjmem či nadýmáním.

Laktózová intolerance může být geneticky podmíněná, která se projeví už u novorozenců, nebo vzniká po nějakém onemocnění zasahující střevní sliznici (m.crohn, celiakální sprue), jímž se sníží množství laktázy ve sliznici. Dále se může projevit po různých resekcích tenkého střeva anebo resekcích žaludku.

Diagnózu laktózové intolerance získáváme většinou díky anamnestickým údajům a klinickým projevům.

Obsah laktózy se při mléčném kvašení snižuje a proto některé sýry a zakysané výrobky nemusí činit problém u osob s neúplnou laktózovou intolerancí, kdy je aktivita a množství laktázy ještě dostačující.⁷

Incidence laktózové intolerance se v naší populaci odhaduje na 12 – 14 %.²⁶

7.4 Vliv pohlaví na úbytek kostní hmoty

Postmenopauzální ženy ztrácejí až 4 % kostní hmoty za rok vlivem snížené hladiny estrogenu. Ženy tedy mohou ztratit v období mezi 40. – 70. rokem života až 40 % kostní hmoty, u mužů ztráta kostní hmoty v tomto období činí asi 12 %.⁶

Ženy v šestém deceniu života mají prevalenci osteoporózy 15 %, kdežto v devátém deceniu již 70 %. Zásadní je i zvýšení rizika zlomeniny s narůstajícím věkem. Pády jsou u žen častější než u mužů. Pravděpodobnost nízkozátěžové zlomeniny obratle je 3x vyšší oproti mužům.²² U mužů se do jisté míry předpokládá i ochranný vliv testosteronu snížením citlivosti kostních buněk.²⁹ Muži mají vyšší mortalitu v souvislosti s osteoporotickou zlomeninou.³³

8 PREVENCE

8.1 Strava

- V první řadě je to příjem vápníku ve stravě anebo v doplňcích stravy.
- Nejen dostatek vápníku a vitamínu D je důležitý pro kostní hmotu, ale i některé vitamíny se podílejí na tvorbě kvalitní kostní hmoty. Vitamin C se účastní vývoje kolagenu, ovlivňuje osteoblasty a zlepšuje absorpci vápníku. Vitamin K a vitamin D ovlivňuje kostní mineralizaci. Některá antikoagulantia (warfarin) mohou negativně ovlivnit recirkulaci vitamínu K. Vitamin A se podílí na vývoji kostních buněk, které jsou důležité pro kostní remodelaci. Jeho zvýšený příjem v některých kombinacích (multivitaminové přípravky) může však mít i negativní vliv na kostní metabolismus.⁶
- Nadměrný příjem fosfátů (např. limonáda Coca-Cola apod.) ve stravě může negativně ovlivňovat vstřebávání vápníku. Příjem fosforu a vápníku by měl být vyvážený ideálně v poměru 1:1.⁶
- Zvýšený příjem šťavelanů ve stravě může tvorbou oxalátových solí snižovat absorpci vápníku.⁶
- Pro správný vývoj organické kostní hmoty je také důležitý příjem bílkovin ve stravě, který by měl činit 1,0 – 1,5 g bílkovin na kg tělesné váhy.¹⁸ Příjem bílkovin by ale zároveň neměl být příliš vysoký, neboť vede k metabolické acidóze, což má za následek uvolňování pufrů obsahujících vápník z kostí.²³
- Omega–3 a omega–6 mastné kyseliny se podílejí na snížení kostní resorpce, napomáhají resorpci vápníku ve střevě, zvyšují zabudování vápníku do kostí, zvyšují kostní kolagen a mají protizánětlivý vliv na kost.²³
- Spotřeba kofeinu snižuje absorpci vápníku ve střevě a má mimo jiné diuretický účinek, dochází tedy k vyplavování vyššího množství vápníku a hořčíku močí.⁶
- Vysoký příjem chloridu sodného má negativní vliv na vstřebávání vápníku střevem a ledvinami. Zvýšené vylučování vápníku do moči se děje při zvýšeném příjmu sodíku.²⁵

8.2 Pohyb

Pohyb je nedílnou součástí prevence osteoporózy, plavání nebo turistika jsou vhodnými příklady pohybové aktivity u osob léčených pro osteoporózu. Pacienti by se měli při pohybu vyvarovat delšímu stání, prudkých a rotačních pohybů nebo skokům a došlapům z výšky. Udržení svalové síly a pohybové koordinace je i prevencí pádů, které často u rizikových osob končí zlomeninou.⁶

Pohybovou činnost můžeme vykonávat na základě doporučení lékaře nebo si sami aktivně vyhledávat odborné cvičení doporučené při osteoporóze anebo oslovit fyzioterapeuta, který nám připraví cvičební plán.⁶

Pohyb má zásadní vliv na prevenci osteoporózy, uplatňuje se při kostní novotvorbě a remodelaci významným měřítkem.⁶ Mezi doporučená režimová

opatření patří chůze, jogging, tanec, pěší turistika a plavání. Tyto aktivity by se měly postupně navyšovat až na 45 minut 3x až 4x týdně. Rozcvička a silový trénink se doporučuje 2 až 3 dny v týdnu.³⁴

8.3 Kouření a alkohol

Prevenčí je samozřejmě vyhýbat se zvýšenému příjmu alkoholu a nekouřit. Alkohol poškozují játra. Navíc alkohol ovlivňuje stabilitu a zvyšuje riziko pádu. Toxický vliv kouření zvyšuje pravděpodobnost vzniku zlomeniny, zejména obratlových těl a krčku femuru a předpokládá se i horší hojení těchto zlomenin oproti nekuřákům. Kouření u žen po menopauze snižuje BMD až o 10 %. Kouření také zvyšuje metabolismus estrogenů a tím riziko vzniku častějších zlomenin. Kouření poškozují kost a její buňky vlivem toxických látek, vytváří volné radikály, snižuje prokrvení kosti. U mužů snižuje produkci testosteronu, tedy další faktor vedoucí ke snížení BMD.⁶

8.4 Ostatní prevence

- Další prevencí je monitoring onemocnění, která mají přímou souvislost s osteoporózou – vyjmenujme například onemocnění trávicího ústrojí, onemocnění štítné žlázy aj. Prevencí je také sledování pacientů s medikací kortikoidy a jinými léčivými ovlivňujícími kostní hustotu.
- Pobyt na slunci je zajisté taky preventivním opatřením, neboť expozicí slunečnímu záření se tvoří vitamin D v dostatečném množství. Bohužel v našich zeměpisných šířkách je slunečního svitu nedostatek zvláště v zimních měsících a z důvodů zvýšené prevalence rakoviny kůže při slunění se obyvatelstvo v letních měsících snaží chránit krémy s vysokým ochranným filtrem. Tento problém je výrazný u seniorů, u kterých nejen že kůže ztrácí schopnost vitamin D syntetizovat, ale navíc se slunečnímu záření obecně více vyhýbají a někteří senioři tráví podstatnou část dne doma.
- U pacientek s amenoreou nebo předčasnou menopauzou je v rukou gynekologů, kteří mohou tyto pacientky z hlediska osteoporózy preventivně zajistit hormonální léčbou, pokud není žádná kontraindikace.
- Velkou prevencí je také zdravotnická osvěta, aby si lidé uvědomili tento problém, zjistili, že mohou být riziková a dělali pro svůj skelet maximum ještě před klinickou manifestací osteoporotické zlomeniny. V lékárnách jsou k zakoupení i bez receptu přípravky s obsahem vápníku a vitaminu D.
- Při manifestaci nízkozátěžové zlomeniny je třeba tento stav řešit a vyhledat odborníka, který bude situaci aktivně řešit a monitorovat. Odborník může zhodnotit riziko pádů a tím související riziko zlomenin a zahájit léčbu dříve, nežli se vyskytne první zlomenina. Toto hodnocení se opírá o podrobnou anamnézu (nízkozátěžové zlomeniny v anamnéze, riziková medikace apod.), fyzikální vyšetření (posturální stabilita, mobilita, fyzická výkonnost, zraková schopnost, neurologický deficit).³

9 VÝZKUM

9.1 Cíl

Ve spolupráci s Osteocentrem III. interní kliniky 1. LF UK a VFN v Praze jsem se rozhodl zjistit množství přijímaného vápníku ve stravě či doplňcích stravy a jeho vliv na kostní denzitu z výsledků měření kostní denzity a dat z dotazníků. Dalším bodem výzkumu bylo zjistit, zdali jsou v souboru osoby s komorbidním onemocněním, jež může mít vliv na hodnotu kostní denzity. Dále jsem chtěl vyhodnotit rizika osteoporózy, jako jsou zlomeniny, kuřáctví, pohybová aktivita, užití kortikoidů, expozice slunci a zajímal mě i počet osob užívajících suplementaci vápníku a vitamínu D.

9.2 Metodika

9.2.1 Dotazník

Za účelem sběru potřebných dat jsem sestavil dotazník obsahující 34 otázek. Tyto otázky se skládaly z otázek sloužících k hodnocení sledovaného souboru jako je pohlaví, věk, výška, váha, dále otázek zaměřených na konzumaci vápníku a vitamínu D ve stravě nebo doplňcích stravy a otázek zaměřených na zdravotní stav osob, fyzickou aktivitu a jídelní návyky sledovaných osob.

9.2.2 Sběr dat

Data byla získávána z dotazníků rozdávaných klientům Osteocentra III. interní kliniky 1. LF UK a VFN v Praze v termínu od ledna 2014 do února 2014. Dále byly využity data z denzitometrického vyšetření provedených na denzitometrických přístrojích tohoto centra.

Modely přístrojů byly: HologicDiscovery A (S/N 86991), HologicDiscovery A (S/N 80409), HologicQDR 4500A (S/N 45125).

9.2.3 Analýza dat

K analýze dat jsem použil program Microsoft Excel 2007 a tabulky Vápník v potravinách dostupné na stránkách www.osteoporoz.cz. Data byla zpracována do tabulek anebo grafů.

9.2.4 Soubor

V souboru z celkem 21 sledovaných osob byli 4 muži a 17 žen. U všech osob bylo provedeno denzitometrické vyšetření a získaná data vč. dotazníku byla vyhodnocena. Z celkového počtu žen byly 4 ženy před menopauzou a 13 žen po menopauze. Věkový rozptyl sledovaných osob byl od 27 do 76 let. V tabulce 11 nalezneme průměrné hodnoty sledovaného souboru.

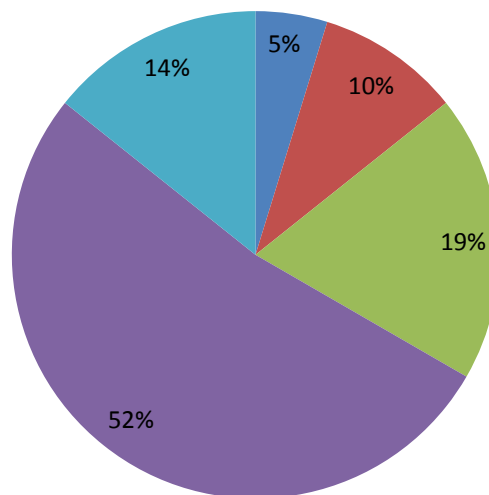
Tabulka 11 - charakteristika souboru dle věku, váhy, výšky a BMI.

	Muži	Ženy před menopauzou	Ženy po menopauze
Počet	4	4	13
Průměrný věk (roky)	65	38	67
Průměrná váha (kg)	80	71	74
Průměrná výška (m)	1,78	1,69	1,63
Průměrné BMI (kg/m ²)	25	25	28

Graf 1 - věkové zastoupení sledovaných osob

Věk sledovaných osob:

■ 20 - 30 let ■ 31 - 40 let ■ 51 - 60 let ■ 61 - 70 let ■ 71 - 80 let

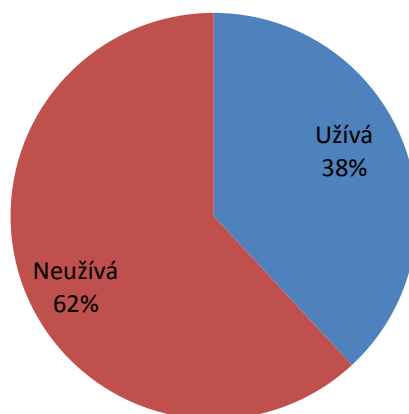


10 HODNOCENÍ

10.1 Užití léčiv a doplňků stravy s obsahem vápníku a vitamínu D.

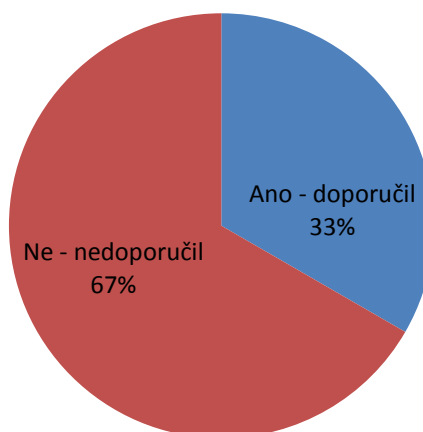
Ve sledovaném souboru 21 osob uvedlo, že 8 z nich užívá léčiva anebo doplňky stravy s obsahem vápníku a/nebo vitamínu D. Většinou se jednalo o léčiva Vigantol, Caltrate Plus a Calcichew D3 a doplňky stravy s blíže neurčeným názvem.

Graf 2 - procentuální zastoupení uživatelů léčiv anebo doplňků stravy s obsahem vápníku a/nebo vitamínu D



Dále byl celkem 7 osobám doporučen zvýšený příjem vápníku anebo vitamínu D a 14 osob uvedlo, že jim toto doporučení nebylo sděleno. Výsledky uvádí graf 3.

Graf 3 - procentuální zastoupení respondentů, jimž byl doporučen/nedoporučen zvýšený příjem vápníku anebo vitamínu D formou doplňků stravy anebo stravou samotnou



10.2 Strava

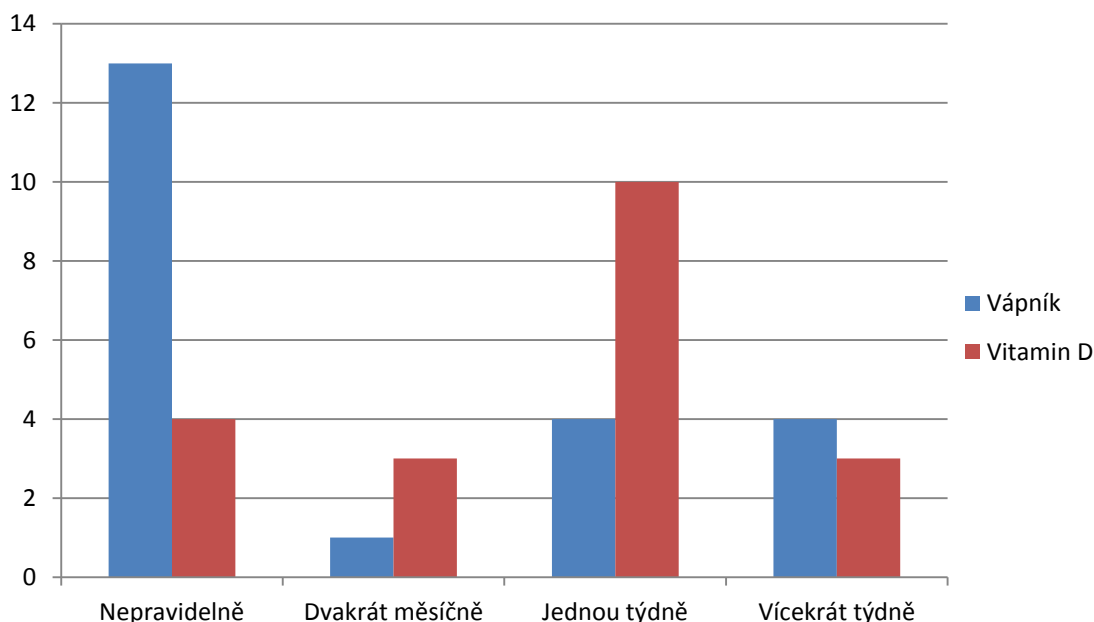
Strava je přirozeným zdrojem vápníku a vitamínu D. Ve sledovaném souboru jsem se zaměřil na otázky, zdali sledované osoby mají ve stravě dostatečný příjem vápníku a vitamínu D.

Ze zdrojů vápníku jsem se ptal na tyto potraviny: mák, sezam, mandle, květák, lískové ořechy.

Ze zdrojů vitamínu D jsem se ptal na tyto potraviny: mořské ryby (losos, makrela, tuňák), žloutek, játra, rostlinné tuky.

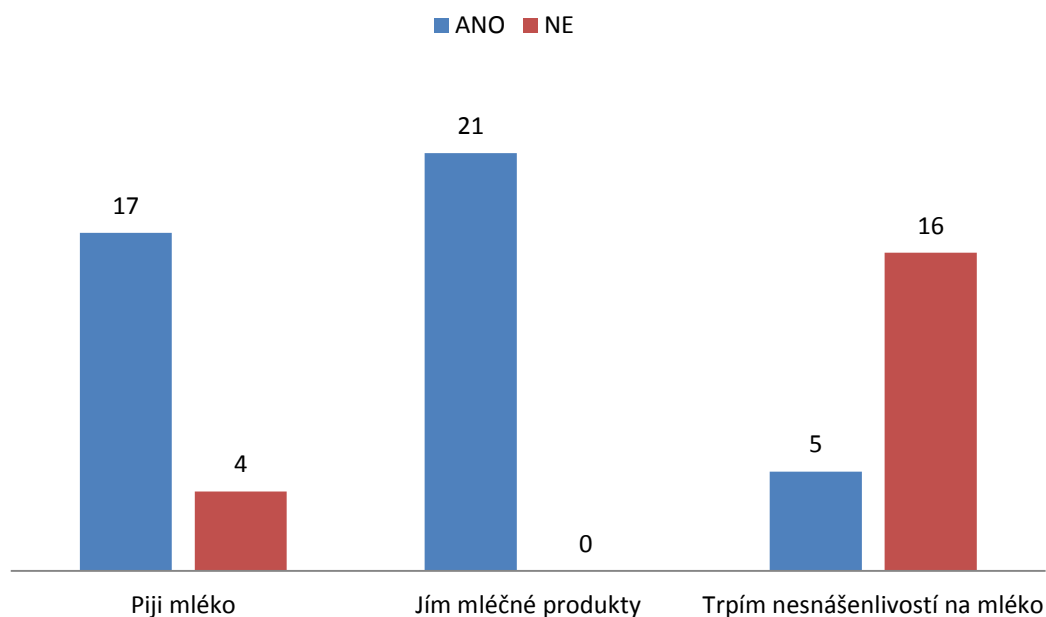
Z dotazníku vyplynulo, že většina sledovaných osob má v jídelníčku pestrou stravu a nezaznamenal jsem tedy nikoho, kdo by vyznával alternativní způsob stravování, jako jsou vegetariáni, vegani či makrobiotici, což ostatně potvrdili v samostatné otázce na toto téma.

Graf 4 - počet respondentů, kteří využívají zdroje vápníku a vitamínu D v potravinách a frekvence příjmu těchto zdrojů



Mléko a mléčné produkty jsou jedním z vhodných zdrojů příjmu vápníku i vitamínu D. Proto jsem se v dotazníku zaměřil, jestli sledované osoby pijí mléko, jestli na něj případně trpí nesnášenlivostí anebo jestli jedí mléčné produkty. Výsledky jsou shrnuty v grafu 5.

Graf 5 – osoby, kteří pijí/nepijí mléko, jedí/nejedí mléčné produkty anebo trpí/netrpí nesnášenlivostí na mléko



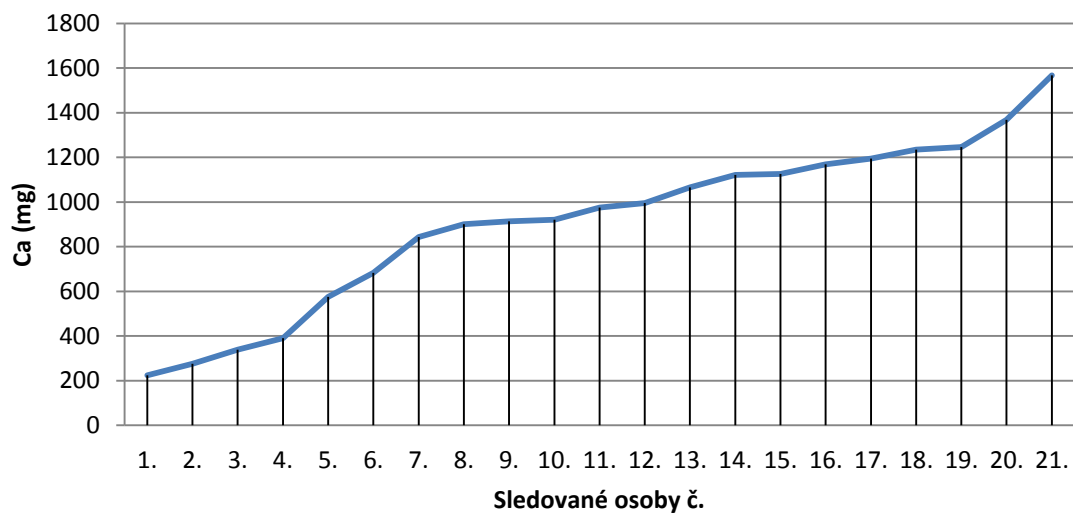
Z toho uvedlo že:

- a) 2 respondenti mléko nepijí a netrpí nesnášenlivostí na mléko.
- b) 2 respondenti mléko nepijí a trpí nesnášenlivostí na mléko.
- c) 3 respondenti pijí mléko v menším množství, ale trpí nesnášenlivostí na mléko.

Jedna z podotázek byla na příjem stravy za poslední 1 – 2 roky, kde 14 respondentů uvedlo, že příjem se nijak nezměnil, 6 respondentů uvedlo, že příjem potravy se snížil a v jednom případě se zvýšil příjem sýrů.

Část dotazníku byla zaměřena pouze na otázky příjmu mléka a mléčných produktů, z nichž jsem vypočítal průměrný denní příjem vápníku hrazený těmito potravinami bez ohledu na další potraviny denně konzumované s obsahem vápníku. Vybrány byly primárně potraviny, u kterých je předpoklad denní konzumace. Někteří sledovaní uvedli frekvenci užití těchto potravin za týden, to bylo zprůměrováno a zaneseno do denní spotřeby. Graf 6 nám ukazuje 21 osob a jejich hodnotu příjmu vápníku mlékem a mléčnými produkty od nejnižšího příjmu vápníku za den po nejvyšší příjem vápníku za den.

Graf 6 - hladina přijímaného vápníku z mléka a mléčných potravin u jednotlivých osob

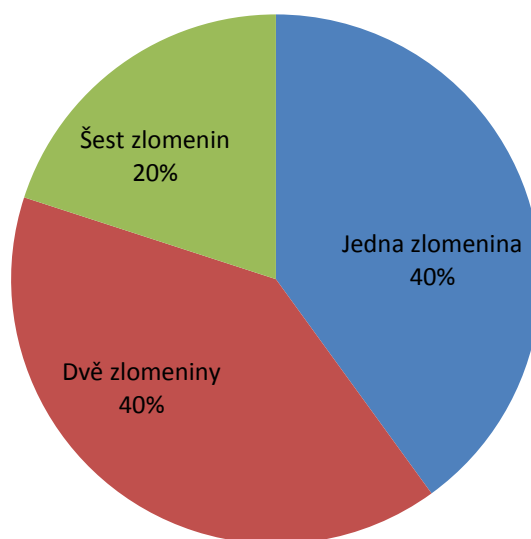


10.3 Rizikové faktory

V dotazníku jsem se zaměřil i na otázky, z nichž jsem zjišťoval rizikové faktory vzniku nebo průběhu osteoporózy. Důležitou otázkou bylo, zdali měli sledované osoby již nějakou zlomeninu, především nízkozátěžovou. Dotazoval jsem se tedy na zlomeniny krčku kosti stehenní, obratlů, paže, předloktí nebo zápěstí. Celkem 6 osob uvedlo, že prodělali zlomeninu v minulosti. Z toho jedna žena uvedla, že zlomenina u ní proběhla v dětském věku pravděpodobně vinou úrazu, proto byla vyřazena z pohledu rizikovosti a není vzata do grafu. Podotázkou bylo, kolikrát již zlomeninu kosti prodělali. Počet zlomenin u sledovaných osob je zanesen v grafu 7, kde jedna žena utrpěla šest zlomenin, dvě ženy měly dvě zlomeniny a dvě ženy měly jednu zlomeninu.

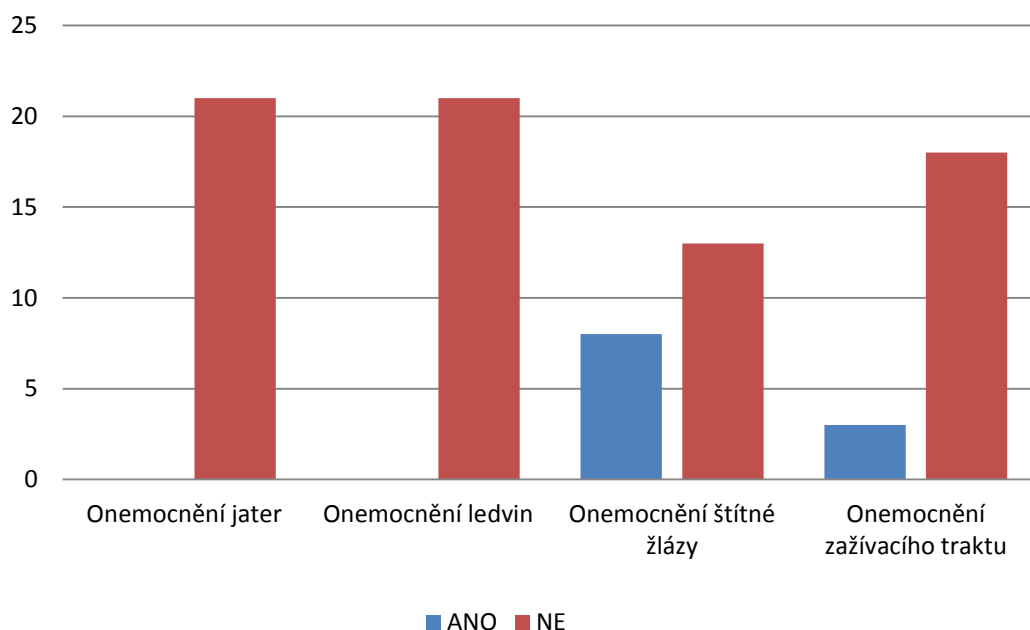
Z rizikových faktorů je i genetická zátěž, tedy další mojí otázkou bylo, jestli se v rodině někdo léčí s osteoporózou nebo zdali měl někdo v rodině zlomeniny. Toto potvrdili 3 respondenti.

Graf 7 - počet zlomenin a jejich procentuální zastoupení u sledovaných osob



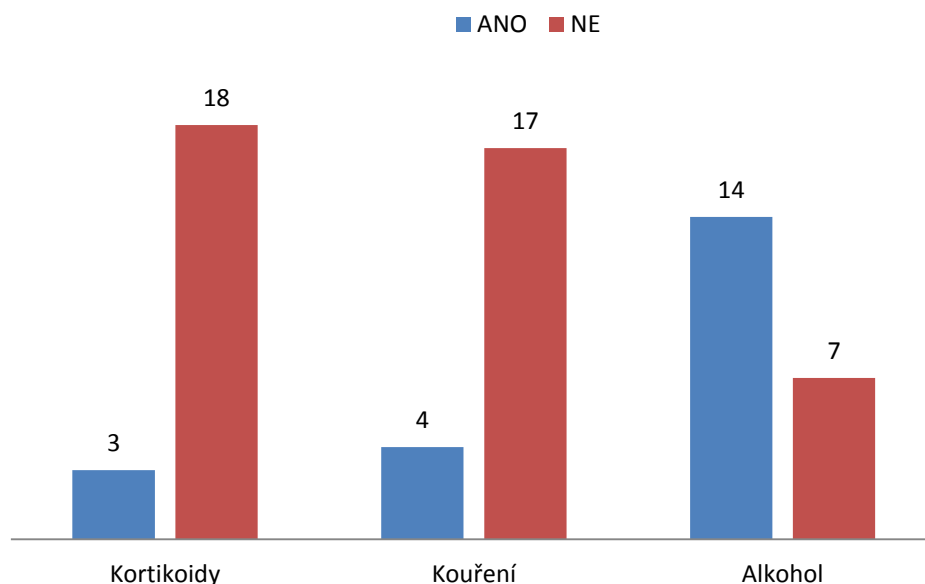
Komorbidity mohou ovlivnit průběh i léčbu osteoporózy nebo kostního metabolismu. Proto jsem se v dotazníku zaměřil, zdali sledované osoby mají nějaká onemocnění, která by kostní metabolismus mohla ovlivňovat. Tyto výsledky jsou shrnuty v grafu 8, kde 8 osob potvrzuje, že se léčí s onemocněním štítné žlázy, z toho v jednom případě navíc s onemocněním zažívacího traktu a další 2 osoby se léčí s onemocněním zažívacího traktu.

Graf 8 - počet osob s dalším onemocněním



Do dotazníku jsem zanesl další otázky, které mohou anebo mají vliv na riziko vzniku nebo průběhu osteoporózy. Tyto otázky shrnovaly, zdali je sledovaný léčen kortikoidy, kouří anebo pije alkohol. Výsledky uvádí graf 9.

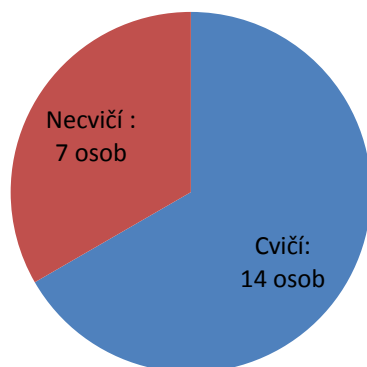
Graf 9 - rizikové faktory průběhu/léčby osteoporózy anebo kostního metabolismu



- 1) Všechny osoby, jež uvedli kuřáctví, kouří natolik dlouho a dostatečný počet cigaret, jež může mít vliv na kosti.
- 2) Všechny osoby, jež uvedli pití alkoholu, pijí alkohol příležitostně anebo v malém množství, jež by nemělo mít vliv na kost.

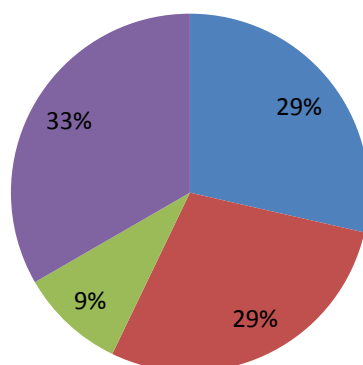
Pohyb je nedílnou součástí prevence a léčby osteoporózy, proto jsem se v dotazníku zaměřil i na otázku pohybové aktivity. Zajímalo mě, zdali sledované osoby cvičí, jak často cvičí a jak fyzicky náročnou mají práci. Výsledky shrnují grafy 10 – 12.

Graf 10 - počet cvičících/necvičících osob



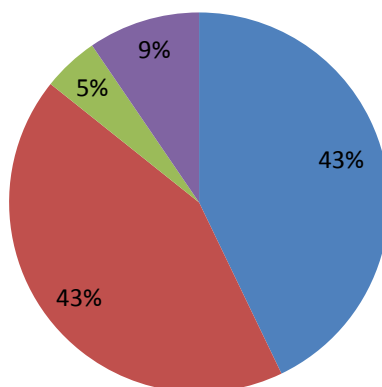
Graf 11 - frekvence cvičení

■ 1-2 hodiny týdně ■ 3-5 hodin týdně ■ Více hodin týdně ■ Necvičím



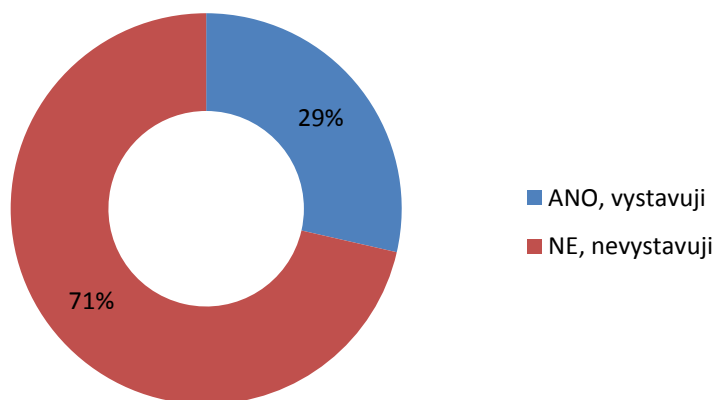
Graf 12 - typ fyzické náročnosti práce

■ Lehká ■ Střední ■ Těžká ■ Nepracuji



Poslední otázkou z pohledu rizikovosti vzniku či průběhu osteoporózy bylo, zdali sledované osoby vystavují svou pokožku slunci za účelem syntézy vitamínu D nezbytného pro správný kostní metabolismus. Ze zkoumaného souboru odpovědělo 6 respondentů, že se vystavuje slunečnímu záření a 15 respondentů se nevystavuje slunečnímu záření. Výsledky uvádí graf 13.

Graf 13 - procentuální zastoupení respondentů, kteří se (ne)vystavují slunečnímu záření

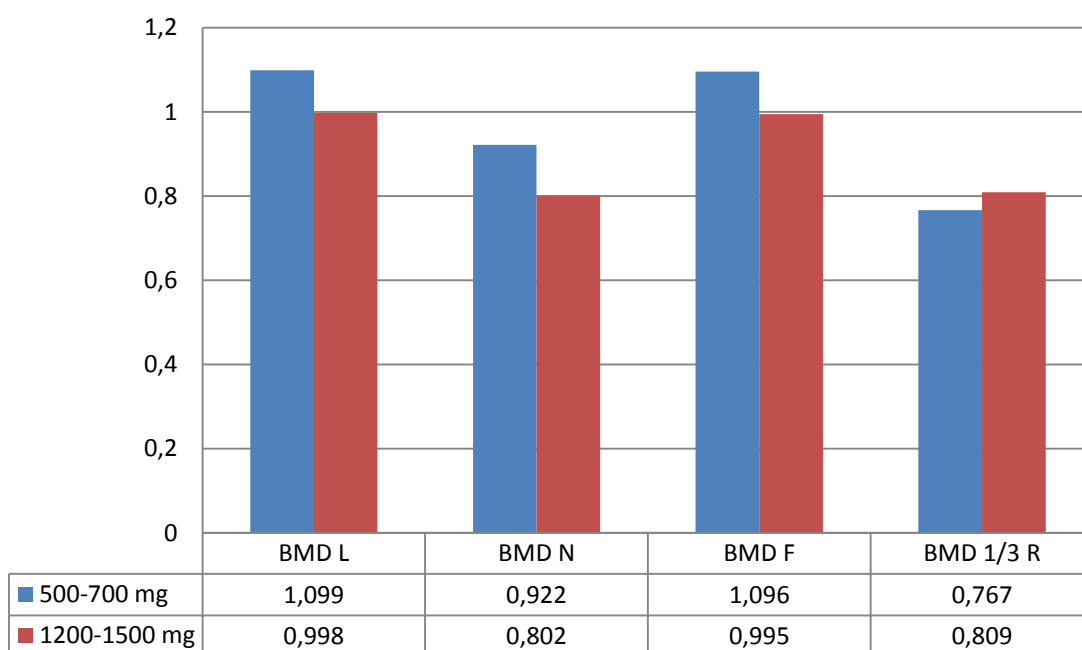


10.4 BMD

U hodnocení kostní denzity (BMD) jsem se zaměřil na hodnoty BMD L – bederní obratle L₁-L₄, BMD N – krček femuru, BMD F – proximální femur a BMD 1/3 R – 1/3 distálního radia. Vzhledem k tomu, že pouze jedna žena uvedla, že se léčí s osteoporózou, tak jsem výsledky nerozdělil na skupinu léčených a skupinu neléčených pro osteoporózu, ale výsledky denzitometrie jsem shrnul ve skupinách muži, ženy před menopauzou a ženy po menopauze. Všechny hodnoty u zkoumaných skupin (muži, ženy před menopauzou a ženy po menopauze) jsou zprůměrovány.

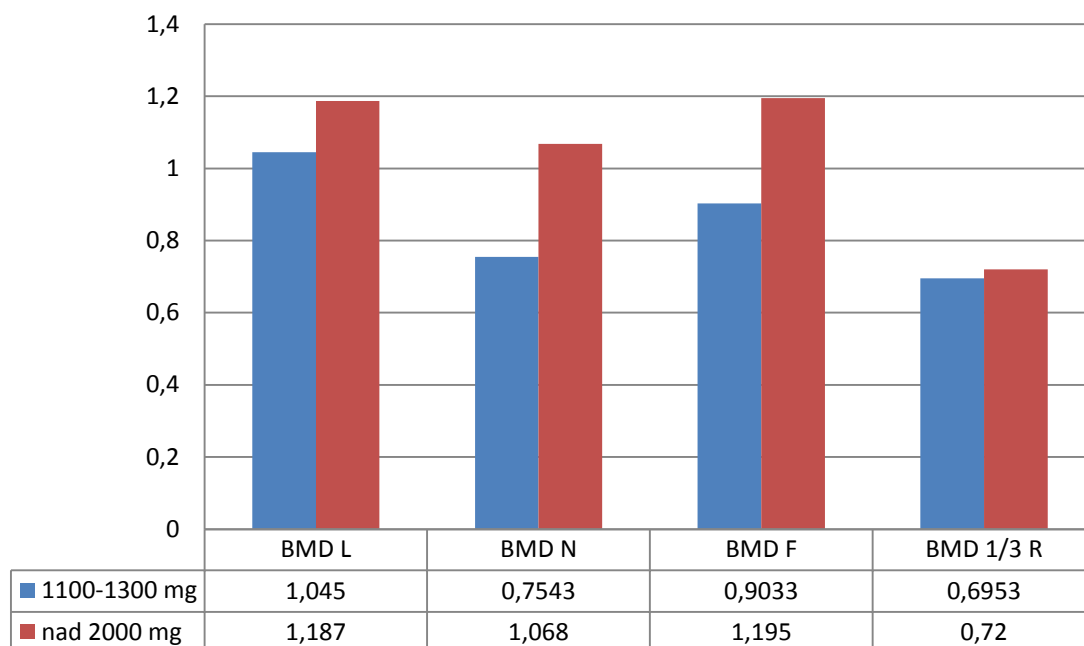
Ze skupiny mužů výsledky grafu 14 ukazují na hodnotu kostní denzity vyšší u mužů s příjmem vápníku mezi 500 – 700 mg než u mužů s příjmem vápníku vyšší, a to sice 1200 – 1500 mg. Rozdíly jsou u všech čtyř sledovaných skupin BMD, nejsou ovšem výrazné.

Graf 14 - vztah přijímaného vápníku ze stravy a léků/doplňků stravy k BMD u mužů



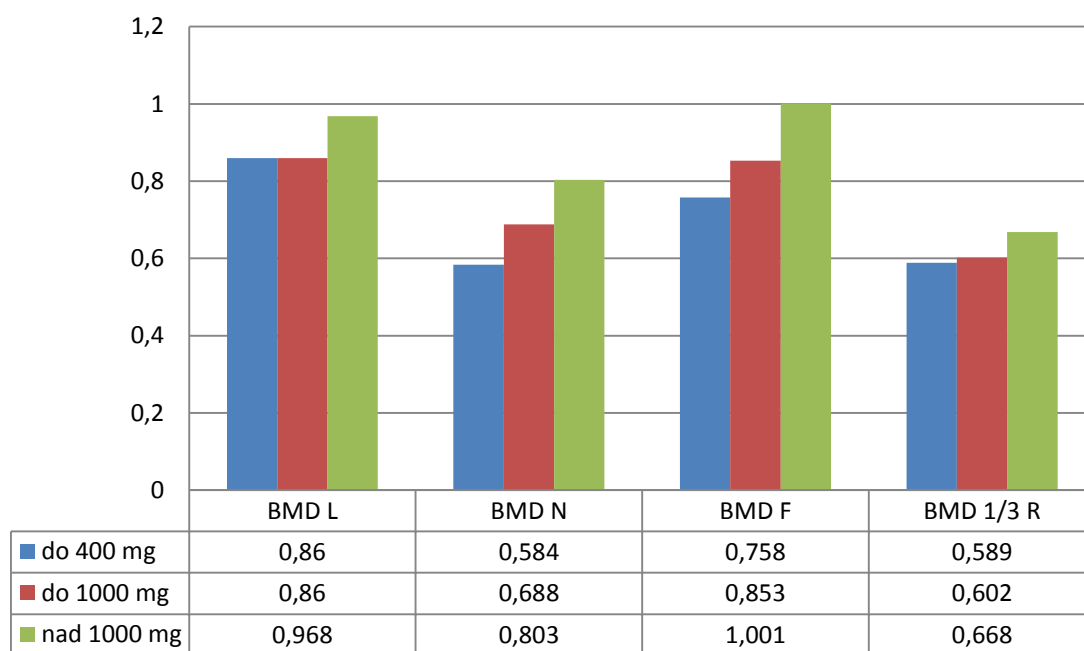
Na grafu 15 je vidět, že lepší hodnoty kostní denzity u všech zkoumaných skupin BMD mají ženy užívající nad 2000 mg denně oproti ženám užívajících 1100 – 1300 mg vápníku denně.

Graf 15 - vztah přijímaného vápníku ze stravy a léků/doplňků stravy k BMD u žen před menopauzou



Na grafu 16 lze nalézt vztah mezi velikostí dávky vápníku a hodnoty BMD, kde se stoupající dávkou stoupá hodnota BMD u všech skupin BMD.

Graf 16 - vztah přijímaného vápníku ze stravy a léků/doplňků stravy k BMD u žen po menopauze



11 DISKUZE

Shrnutí výsledků výzkumu jsou popsána v této kapitole. Některé výsledky mohou být zkreslené, neboť do hodnocení jsem zařadil malý soubor osob. Pro větší objektivitu výsledků by bylo vhodné zařadit větší soubor. V hodnocení příjmu vápníku jsem použil otázky pouze na hlavní druhy mléčných potravin a dále jsem již nezařadil potraviny, které obsahují také vápník, byť v menším množství a přitom jsou konzumovány denně. Tato absence vybraných potravin s obsahem vápníku ovšem do jisté míry mohla zkreslit výsledky příjmu vápníku. Pro větší přesnost by byl vhodný obsáhlý dotazník zahrnující mnoho potravin obsahujících vápník anebo vitamin D pro hodnocení jeho denního příjmu potravinami.

Z výzkumu jsem zjistil, že 38 % užívá léčiva a/nebo doplňky stravy s obsahem vápníku nebo vitaminu D. To považuji za nedostatečné vzhledem k zjištěným výsledkům BMD. Vyšší příjem těchto přípravků nejlépe v kombinaci vápník s vitaminem D by mohl mít větší pozitivní vliv na hodnoty kostní denzity, jak již bylo popsáno v mnoha člancích. Osvěta v tomto doporučení by byla vhodná již z pohledu prevence osteoporózy jakožto onemocnění, které se mnohdy manifestuje až zlomeninou.

Rizikové faktory přinášející problémy v léčbě nebo průběhu osteoporózy bychom taktéž neměli opomíjet a cíleně je vyhledávat. Z výzkumu mi vyšlo, že významnou komorbiditou je onemocnění štítné žlázy, jež má na kostní metabolismus důležitý vliv. Proto včasné rozpoznání této nemoci a její kompenzace může upravit i hustotu kostní hmoty. Léčba kortikoidy byla zjištěna u 3 osob, u těchto pacientů by se měl bedlivěji kontrolovat stav BMD z důvodu známého negativního působení kortikoidů na kost. Kouření a užití alkoholu bylo zjištěno taktéž u několika osob, avšak žádný ze sledovaných neužíval alkohol v takové míře, aby to mělo významný vliv na kost. V souboru se ovšem našli 4 osoby, jejichž kouření je v takové míře, že může ovlivňovat stav kostí. U respondentů jsem se ptal na pohybovou aktivitu a z výsledků bych doporučil její navýšení z důvodu zlepšení svalové síly a prevence pádů. Za naprosto nedostatečné považuji míru vystavení slunečnímu záření, kde celých 71 % respondentů uvedlo, že svou pokožku nevystavuje slunečnímu záření. Z velké většiny šlo o osoby starší, u kterých se dá předpokládat, že jsou častěji doma anebo jim slunce nedělá dobře. Navíc ve vyšším věku se snižuje syntéza vitaminu D v kůži. U takových osob je tedy nesmírně důležitá suplementace vitaminem D, kterou bych zde doporučil. Vitamin D sám zlepšuje rizika pádů. Z práce je jasné, že vitamin D má nezastupitelný efekt na využití vápníku v kostním metabolismu a zlepšuje i jeho vstřebávání. Relativně velký počet respondentů odpověděl kladně na užití potravin, jež přirozeně obsahují velké množství vápníku a/nebo vitaminu D. Více jak polovina sledovaných osob je užívá jednou týdně. Avšak i tak bych se pokusil v rámci prevence poučit sledované osoby o navýšení příjmu vápníku v potravě či doporučil užívat některý z kalciových preparátů. U osob trpících laktózovou nesnášenlivostí bych doporučil

náhradní suplementaci vápníku léčivy nebo doplňky stravy, neboť mléko a mléčné produkty jsou jedním z nejčastěji používaných a dobrých zdrojů vápníku.

Výsledky denzitometrického měření ukazují, že u skupiny mužů dosahují lepší výsledky BMD osoby, jejichž průměrný denní příjem je 500 – 700 mg vápníku oproti osobám přijímajících 1200 – 1500 mg denně. Vyšší hodnoty BMD by se ovšem měly shodovat spíše s denním příjmem vápníku 1200 – 1500 mg jako DDD pro muže v této věkové kategorii. Tento výsledek je jistě spojen s tím, že počet sledovaných mužů byl nízký. Předpokládám, že muži, kteří měli vyšší příjem vápníku a nižší kostní denzitu byli primárně riziková a teprve až po analýze BMD byli poučeni o nutnosti vyššího příjmu vápníku a vitamínu D ve stravě či v podobě suplement.

Výsledky BMD u žen před menopauzou ukazují, že lepších výsledků dosáhla skupina žen užívajících nad 2000 mg vápníku denně oproti skupině přijímajících 1100 – 1300 mg vápníku denně. Nicméně u těchto výsledků mohlo dojít k jistému zkreslení, neboť skupina žen přijímajících nad 2000 mg vápníku denně byla menší než skupina přijímajících 1100 – 1300 mg vápníku denně.

Výsledky BMD u žen po menopauze taktéž ukazují, že vyšší průměrný denní příjem vápníku zlepšuje hodnoty kostní denzity.

Práce by byla komplexnější, kdyby se jednotlivý denní příjem vápníku dal do srovnání s denním příjmem vitamínu D, abychom viděli vztah těchto dvou činitelů na kostní denzitu, avšak jednotlivý denní příjem vitamínu D stravou v této práci zahrnut není.

12 ZÁVĚR

Tato práce shrnuje známé poznatky o vápníku, vitaminu D a osteoporóze. Z těchto poznatků a výsledků denzitometrického měření vyplývá, že příjem vápníku a vitaminu D má pozitivní vliv na kostní denzitu. Příjem vápníku stravou je nejpřirozenějším způsob, jak si pro organismus vápník zajistit. Tato práce ukazuje, že v případě nedostatku příjmu vápníku v potravě je nutné zajistit dostatečnou suplementaci vápníku a vitaminu D formou léčiv anebo doplňků stravy, alespoň na minimální denní doporučené dávky pro jednotlivé kategorie.

Vápník a vitamin D nemá jen pozitivní vliv na kostní metabolismus a hodnoty kostní denzity, ale jak ukazuje tato práce, podílí se na více aspektech zdraví člověka, na imunitních reakcích, kontrakci svalů, krevní srážlivosti, zdraví zubů, prevenci pádů aj.

Příjem vápníku a vitaminu D je nezbytný pro náš organismus a udržení jeho zdraví.

Seznam použité literatury

- [1] WILHELM, Zdeněk. Co je dobré vědět o vápníku. *Praktické lékařství* [online]. 2007, roč. 3, č. 4, s. 184-189 [cit. 2013-12-17]. Dostupné z: [http://www.solen.cz/artkey/lek-200704-0009.php?back=%2Fsearch.php%3Fquery%3Dkalcium%26sfrom%3D0%26spage%3D300009.php](http://www.solen.cz/artkey/lek-200704-0009.php?back=%2Fsearch.php%3Fquery%3Dkalcium%26sfrom%3D0%26spage%3D300009.php?back=%2Fsearch.php%3Fquery%3Dkalcium%26sfrom%3D0%26spage%3D300009.php)
- [2] Vitamin D v potravinách. *Osteoporoz.cz* [online]. [cit. 2013-11-29]. Dostupné z: <http://www.osteoporoz.cz/vitamin-d-v-potravinach>
- [3] JENŠOVSKÝ, Jiří. Prevence osteoporózy. *Interní medicína pro praxi* [online]. 2010, roč. 12, č. 3, s. 163-166 [cit. 2013-12-17]. Dostupné z: http://www.solen.cz/artkey/int-201003-0012_Prevence_osteoporozy.php?back=%2Fsearch.php%3Fquery%3Dkalcium%26sfrom%3D30%26spage%3D30
- [4] VYSKOČIL, Václav. Vitamin D. *Klinická farmakologie a farmacie* [online]. 2011, roč. 25, č. 2, s. 72-75 [cit. 2013-12-17]. Dostupné z: http://www.solen.cz/artkey/far-201102-0005_Vitamin_D.php?back=%2Fsearch.php%3Fquery%3Dkalcium%26sfrom%3D60%26spage%3D30
- [5] HRDÝ, Petr a Pavel NOVOSAD. Léčba osteoporózy – současné možnosti. *Interní medicína pro praxi* [online]. 2010, roč. 12, č. 12, s. 579-582 [cit. 2013-12-19]. Dostupné z: http://www.solen.cz/artkey/int-201012-0002_Lecba_osteoporozy_8211_soucasne_moznosti.php?back=%2Fsearch.php%3Fquery%3Dkalcium%26sfrom%3D60%26spage%3D30
- [6] VYSKOČIL, Václav. Osteoporóza a ostatní nejčastější metabolická onemocnění skeletu. Praha: Galén, 2009. ISBN 978-80-7262-637-3.
- [7] KOCIÁN, Jiří. Osteoporóza a osteomalacie. Praha: Triton, 1997. ISBN 80-85875-37-3.
- [8] ČIHÁK, Radomír. Anatomie 1. Praha: Grada, 2001. ISBN 80-7169-970-5.
- [9] Vápník v potravinách. *Osteoporoz.cz* [online]. [cit. 2013-11-30]. Dostupné z: <http://www.osteoporoz.cz/vapnik-v-potravinach>
- [10] KAŠPAROVÁ, Lenka. *Calcium-sandoz forte 500mg por tbl eff 20x500mg: článek 0016013* [AISLP]. 2004 [cit. 2013-12-05]
- [11] HRČKOVÁ Yvona, Hana ŠARAPATKOVÁ, Jana VRÁBKOVÁ a Jarmila INDRÁKOVÁ. Tyreotoxikóza a kost. *Interní medicína pro praxi* [online]. 2006, roč. 5, s. 249-251 [cit. 2013-12-19]. Dostupné z: <http://www.solen.cz/artkey/int-200605->

0011.php?back=%2Fsearch.php%3Fquery%3Dkalcium%26sfrom%3D120%26spage%3D30

[12] FOJTÍK, Zdeněk. Podpůrná léčba preparáty kalcia, její výhody a úskalí. *Interní medicína pro praxi* [online]. 2008, roč. 10, č. 5, s. 254-258 [cit. 2013-12-19]. Dostupné z: <http://www.solen.cz/artkey/int-200805-0013.php?back=%2Fsearch.php%3Fquery%3Dkalcium%26sfrom%3D120%26spage%3D30>

[13] MARETH, Tomáš. Nedostatek vitamínu D ve stáří. *Interní medicína pro praxi* [online]. 2004, roč. 2, s. 59-60 [cit. 2013-12-21]. Dostupné z: <http://www.solen.cz/artkey/int-200402-0002.php?back=%2Fsearch.php%3Fquery%3Dkalcium%26sfrom%3D150%26spage%3D30>

[14] Kalciofosfátový metabolismus. *Wikiskripta.eu* [online]. [cit. 2014-02-03]. Dostupné z: http://www.wikiskripta.eu/index.php/Kalciofosf%C3%A1tov%C3%BD_metabolismus

[15] Vitamin D. *Wikipedia.cz* [online]. [cit. 2014-02-03]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Vitam%C3%ADn_D

[16] VESELÝ, Ondřej. Vitamin D, křivice, osteomalacie. *Ústav patologické fyziologie, Univerzita Palackého v Olomouci* [online]. 2012 [cit. 2014-02-03]. Dostupné z: <http://pfyziolffup.upol.cz/castwiki2/?p=8255>

[17] HLÚBIK, Pavol a Jana FAJFROVÁ. Vitamin D – aktuální situace. *Interní medicína pro praxi* [online]. 2008, roč. 10, č. 6, s. 295-297 [cit. 2013-12-21]. Dostupné z: <http://www.solen.cz/artkey/int-200806-0008.php?back=%2Fsearch.php%3Fquery%3Dkalcium%26sfrom%3D150%26spage%3D30>

[18] LUCHAVOVÁ, Mária a Ivan RAŠKA. Novinky a možnosti prevence a léčby osteoporózy. *Interní medicína pro praxi*. [online]. 2011, roč. 13, č. 2, s. 70-74 [cit. 2014-02-05]. Dostupné z: http://www.solen.cz/artkey/int-201102-0003_Novinky_a_moznosti_prevence_a_lecby_osteoporozy.php?back=%2Fsearch.php%3Fquery%3Dkalcium%26sfrom%3D150%26spage%3D30

[19] ŠTĚPÁN, Jan. Farmakoterapie osteoporózy I.: Vápník, vitamin D, hormonální léčba, selektivní modulátory receptorů pro estrogeny a stroncium ranelát. *Praktické lékařství* [online]. 2009, roč. 5, č. 4, s. 168-171 [cit. 2014-02-05]. Dostupné z: <http://www.solen.cz/artkey/lek-200904-0004.php?back=%2Fsearch.php%3Fquery%3Dkalcium%26sfrom%3D150%26spage%3D30>

- [20] HORÁK, Pavel, Martina SKÁCELOVÁ, Martin ŽUREK, Andrea SMRŽOVÁ a Hana CIFERSKÁ. Nové léky u postmenopauzální osteoporózy. *Medicína pro praxi* [online]. Solen, 2011, roč. 8, č. 3, s. 104-110 [cit. 2014-02-05]. Dostupné z: http://www.solen.cz/artkey/med-201103-0003_Nove_leky_u_postmenopauzalni_osteoporozy.php?back=%2Fsearch.php%3Fquery%3Dkalcium%26sfrom%3D150%26spage%3D30
- [21] SCHEINOST, Michal, Karel PAVELKA, Simona SKÁCELOVÁ, Gabriela ŠIMKOVÁ a Radka SVOBODOVÁ. Prevence a terapie glukokortikoidy indukované osteoporózy. *Interní medicína* [online]. 2006, roč. 9, s. 389-392 [cit. 2014-02-05]. Dostupné z: <http://www.solen.cz/artkey/int-200609-0005.php?back=%2Fsearch.php%3Fquery%3Dkalcium%26sfrom%3D180%26spage%3D30>
- [22] JENŠOVSKÝ, Jiří. Vitamin D – nezastupitelná součást léčby osteoporózy. *Interní medicína* [online]. 2009, roč. 11, č. 1, s. 13-15 [cit. 2014-02-06]. Dostupné z: <http://www.solen.cz/artkey/int-200901-0002.php?back=%2Fsearch.php%3Fquery%3Dkalcium%26sfrom%3D180%26spage%3D30>
- [23] FOJTÍK, Petr, Ondřej URBAN, Přemysl FALT a Pavel NOVOSAD. Výživa a sekundární osteoporóza. *Interní medicína* [online]. 2009, roč. 11, č. 12, s. 561-568 [cit. 2014-02-06]. Dostupné z: http://www.solen.cz/artkey/int-200912-0008_Vyziva_a_sekundarni_osteoporozu.php?back=%2Fsearch.php%3Fquery%3Dkalcium%26sfrom%3D180%26spage%3D30
- [24] ROSS, A. Catharine et al. The 2011 Report on Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D from the Institute of Medicine: What Clinicians Need to Know. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism* [online]. 2011, roč. 96, č. 1, s. 53–58 [cit. 2014-02-17]. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov.ezproxy.is.cuni.cz/pmc/articles/PMC3046611/>
- [25] BROULÍK, Petr a Antonín KAZDA. Výživa a její vztah ke kostnímu metabolismu. *Interní medicína* [online]. 2009, roč. 11, č. 3, s. 111-114 [cit. 2014-02-09]. Dostupné z: <http://www.solen.cz/artkey/int-200903-0003.php?back=%2Fsearch.php%3Fquery%3Dho%F8%E8%EDk%26sfrom%3D0%26spage%3D30>
- [26] KUČEROVÁ, Irena. Výživa v prevenci a v léčbě osteoporózy. *Interní medicína* [online]. 2010, roč. 12, č. 9, s. 450-453 [cit. 2014-02-09]. Dostupné z: http://www.solen.cz/artkey/int-201009-0015_Vyziva_v_prevenci_a_v_lecbe_osteoporozy.php?back=%2Fsearch.php%3Fquery%3Dho%F8%E8%EDk%26sfrom%3D0%26spage%3D30

- [27] BRETŠNAJDROVÁ, Milena, Marie TERRICHOVÁ a Petr ZÁVODNÝ. Kalcium a vitamin D u seniorů. *Medicína pro praxi* [online]. 2011, roč. 8, č. 4, s. 163-166 [cit. 2014-02-09]. Dostupné z: http://www.solen.cz/artkey/med-201104-0004_Kalcium_a_vitamin_D_u_senioru.php?back=%2Fsearch.php%3Fquery%3Dho%F8%E8%EDk%26sfrom%3D0%26spage%3D30
- [28] SOCHOROVÁ, Klára a Jiřina BARTŮŇKOVÁ. Vitamin D a imunitní systém – teorie a vlastní zkušenosti. *Interní medicína* [online]. 2007, roč. 1, s. 28-30 [cit. 2014-02-17]. Dostupné z: <http://www.solen.cz/artkey/int-200701-0007.php?back=%2Fsearch.php%3Fquery%3Dvitamin%20k%26sfrom%3D0%26spage%3D30>
- [29] BROULÍK, Petr. Dvojitý účinek parathormonu na kostní tkáň. *Interní medicína* [online]. 2008, roč. 10, č. 5, s. 224-226 [cit. 2014-02-17]. Dostupné z: <http://www.solen.cz/artkey/int-200805-0005.php?back=%2Fsearch.php%3Fquery%3Ddenzita%26sfrom%3D90%26spage%3D30>
- [30] Hyperkalcemie. *Wikiskripta.eu* [online]. [cit. 2014-02-17]. Dostupné z: <http://www.wikiskripta.eu/index.php/Hyperkalcemie>
- [31] Hypokalcemie. *Wikiskripta.eu* [online]. [cit. 2014-02-17]. Dostupné z: <http://www.wikiskripta.eu/index.php/Hypokalcemie>
- [32] FRAX WHO Fracture Risk Assessment Tool. *shef.ac.uk* [online]. [cit. 2014-02-17]. Dostupné z: <http://www.shef.ac.uk/FRAX/?lang=cz>
- [33] BRESLER, Priscilla A. Osteoporosis. *Primary Care Reports* [online]. 2013, r. 19, č. 4, s. 45-59 [cit. 2014-03-18]. Dostupné z: <http://eds.b.ebscohost.com.ezproxy.is.cuni.cz/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=4&sid=52eb56a7-afd0-47fd-945c-ea053a1c0ab3%40sessionmgr110&hid=101>
- [34] DOLBOW, David R. a Ashraf S. GORGEY. Non-Pharmacological Management of Osteoporosis. *Clinical Kinesiology (Online Edition)* [online]. 2013, r. 67, č. 2, s. 5-9 [cit. 2014-03-18]. Dostupné z: <http://eds.b.ebscohost.com.ezproxy.is.cuni.cz/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=11&sid=2d93d8e6-fcb8-4380-846d-eb58a4494c1f%40sessionmgr115&hid=101>
- [35] SHARMA, Sudhaa, Vishal R. TANDON, Shagun MAHAJAN, Vivek MAHAJAN a Annil MAHAJAN. Obesity: Friend or foe for osteoporosis. *Journal of Mid-life Health* [online]. 2014, r. 5, č. 1, s. 6-9 [cit. 2014-03-18]. Dostupné z: <http://www.jmidlifehealth.org/text.asp?2014/5/1/6/127782>
- [36] What is Osteoporosis. *International Osteoporosis Foundation* [online]. [cit. 2014-04-22]. Dostupné z: <http://www.iofbonehealth.org/what-is-osteoporosis>

Seznam příloh

Příloha č. 1 – Seznam tabulek.....	59
Příloha č. 2 – Seznam grafů.....	60
Příloha č. 3 – Seznam použitých zkratek.....	61
Příloha č. 4 – Dotazník.....	62

Příloha č. 1 – Seznam tabulek

Tabulka 1 - obsah Ca v potravinách ⁹	11
Tabulka 2 - obsah Ca v doplňcích stravy anebo lécích.....	14
Tabulka 3 - doporučené denní dávky vápníku ²⁴	18
Tabulka 4 - obsah vitamínu D v potravinách ²	19
Tabulka 5 - obsah vitamínu D v doplňcích stravy nebo lécích.....	20
Tabulka 6 - obsah metabolitu vitamínu D v lécích.....	21
Tabulka 7 - hladiny kalcidiolu v séru ¹³	22
Tabulka 8 - denní doporučená dávka vitamínu D ²⁴	24
Tabulka 9 - maximální přípustná denní dávka vitamínu D ²⁴	24
Tabulka 10 - klasifikace stupně demineralizace skeletu dle WHO na základě senzitometrického vyšetření ²⁰	28
Tabulka 11 - charakteristika souboru dle věku, váhy, výšky a BMI.	40

Příloha č. 2 – Seznam grafů

Graf 1 - věkové zastoupení sledovaných osob.....	40
Graf 2 - procentuální zastoupení uživatelů léčiv anebo doplňků stravy s obsahem vápníku a/nebo vitamínu D.....	41
Graf 3 - procentuální zastoupení respondentů, jimž byl doporučen/nedoporučen zvýšený příjem vápníku anebo vitamínu D formou doplňků stravy anebo stravou samotnou.....	41
Graf 4 - počet respondentů, kteří využívají zdroje vápníku a vitamínu D v potravinách a frekvence příjmu těchto zdrojů	42
Graf 5 – osoby, kteří pijí/nepijí mléko, jedí/nejedí mléčné produkty anebo trpí/netrpí nesnášlivostí na mléko	43
Graf 6 - hladina přijímaného vápníku z mléka a mléčných potravin u jednotlivých osob ..	44
Graf 7 - počet zlomenin a jejich procentuální zastoupení u sledovaných osob	45
Graf 8 - počet osob s dalším onemocněním.....	46
Graf 9 - rizikové faktory průběhu/léčby osteoporózy anebo kostního metabolismu.....	46
Graf 10 - počet cvičících/necvičících osob.....	47
Graf 11 - frekvence cvičení	47
Graf 12 - typ fyzické náročnosti práce.....	47
Graf 13 - procentuální zastoupení respondentů, kteří se (ne)vystavují slunečnímu záření .	48
Graf 14 - vztah přijímaného vápníku ze stravy a léků/doplňků stravy k BMD u mužů.....	49
Graf 15 - vztah přijímaného vápníku ze stravy a léků/doplňků stravy k BMD u žen před menopauzou	50
Graf 16 - vztah přijímaného vápníku ze stravy a léků/doplňků stravy k BMD u žen po menopauze	50

Příloha č. 3 – Seznam použitých zkratk

ALP – alkalická fosfatáza
ATB – antibiotikum
ATP – adenosintrifosfát
BMC – bone mineral content
BMD – bone mineral density
BMD F – kostní denzita celkového proximálního femuru
BMD L – kostní denzita bederních obratlů L₁ – L₄
BMD N – kostní denzita krčku femuru
BMD 1/3 R – kostní denzita 1/3 distálního radia
Ca – vápník
D₂ – ergokalciferol
D₃ – cholekalciferol
DDD – denní doporučená dávka
DS – doplněk stravy
DXA – dvouenergiová rentgenová absorpciometrie
EKG – elektrokardiograf
EU – Evropská Unie
F – fluor
FRAX – Fracture Risk Assessment Tool
GIT – gastrointestinální
gtt. – kapky
IFN – interferon
IL – interleukin
I.U. – international unit
L – léčivo
Mg – hořčík
mg – miligramy
ml – mililitry
μg – mikrogramy
OC – osteokalcin
P – fosfor
PTH – parathormon
RANKL – receptor activator of nuclear factor- κ B ligand
RTG – rentgen
SD – směrodatná odchylka
SERM – selektivní modulátory estrogenních receptorů
SÚKL – Státní ústav pro kontrolu léčiv
WHO – World Health Organization

Příloha č. 4 – Dotazník

Dotazník

Dobrý den, jsem student 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a rád bych Vás požádal o vyplnění dotazníku k mé bakalářské práci na téma – Vliv příjmu vápníku ve stravě na kostní denzitu a vliv vitamínu D na kostní denzitu. Na této práci spolupracuji se zdejší ordinací osteologického centra. Dotazník je anonymní a dobrovolný.

Děkuji, Michal Dominik

1. Kolik Vám je let?.....
2. Výška:..... Váha:.....
3. Jste muž nebo žena?
Muž Žena
4. Pokud jste žena, jste po přechodu (menopauze)?
ANO NE
5. Léčíte se s osteoporózou?
ANO NE
6. Měl(a) jste již někdy zlomeninu kosti (krček stehenní kosti, obratel, paže, předloktí, zápěstí)?
ANO NE
Pokud ano, kolikrát?.....
7. Máte příbuzné (rodiče, prarodiče, sourozenci), kteří se léčí s osteoporózou nebo měli v minulosti problém s kostmi?
ANO NE
8. Užíváte doplňky stravy anebo léky s obsahem vápníku?
ANO NE
Pokud Ano vypište jaké a dávkování:.....
9. Užíváte doplňky stravy anebo léky s obsahem vitamínu D?
ANO NE
Pokud Ano vypište jaké a dávkování:.....
10. Užíváte kortikoidy?
ANO NE
11. Jíte pravidelně pestrou stravu?
ANO NE
12. Jíte mořské ryby (losos, makrela, tuňák), žloutek, játra, rostlinné tuky jako dobrý zdroj vitamínu D?
ANO NE
Pokud Ano, dokáže říct jak často?.....
13. Jíte mák, sezam, mandle, květák, lískové ořechy jako dobrý zdroj vápníku?
ANO NE
Pokud Ano, dokážete říct jak často?.....

14. Jste vegetarián / vegan / makrobiotik?
ANO NE
15. Pijete mléko (samostatně anebo s jakoukoliv potravinou)?
ANO NE
16. Trpíte nesnášenlivostí na mléko nebo mléčné produkty?
ANO NE
17. Jíte mléčné potraviny (sýry, jogurty, zakysané výrobky)?
ANO NE
18. V jakém množství vypijete mléka za den, kolik sklenic - 200ml?
A) 0 B) 1 C) 2 D) více:.....
19. V jakém množství vypijete kefirového / acidofilního mléka za den, porce - 200ml?
A) 0 B) 1 C) 2 D) více:.....
20. V jakém množství sníte sýr za den?
Ementál: A) 1-2 plátky B) 3-5 plátků C) více:.....
Eidam: A) 1-2 plátky B) 3-5 plátků C) více:.....
Žervé: A) 1 lžice (10 gramů) B) 2 lžice C) více:.....
Hermelín: A) osmina B) čtvrtina C) polovina D) více:.....
Tavený sýr: A) 1 trojúhelníček B) 2-3 trojúhelníčky C) více:.....
21. Kolik jogurtů sníte za den (1 kelímek = 150g)?.....
22. Kolik tvarohu sníte za den (buď měkký anebo tvrdý)?
A) 0 lžic B) 1 lžice (10 gramů) C) 2 lžice D) více:.....
23. Doporučil Vám někdo zvýšený příjem vápníku anebo vitamínu D formou stravy anebo doplňků stravy?
ANO NE
24. Léčíte se s onemocněním jater?
ANO NE
25. Léčíte se s onemocněním ledvin?
ANO NE
26. Léčíte se s onemocněním štítné žlázy?
ANO NE
27. Léčíte se na nějaké onemocnění se zaživacím traktem?
ANO NE
28. Kouříte?
ANO NE
Pokud ANO, kolik cigaret za den a kolik let.....
29. Pijete alkohol?
ANO NE
Pokud ano, napište prosím v jakém množství / jak často.....
30. Cvičíte nebo se věnujete pohybové aktivitě (pravidelné delší procházky)?
ANO NE

31. Jak často cvičíte / věnujete se pohybové aktivitě?
A) 1-2 hodiny týdně B) 3-5 hodin týdně C) více:.....
32. Jaký typ práce máte? Fyzicky:
A) lehká B) střední C) těžká
33. Vystavujete svou pokožku slunci?
ANO NE
34. Změnil se Váš příjem potravy za poslední 1-2 roky?
ANO NE

