

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4131 - Zemědělství

Studijní obor: Agropodnikání

Katedra: Katedra genetiky, šlechtění a výživy zvířat

Vedoucí katedry: prof. Ing. Jindřich Čítek, CSc.

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Výživa člověka jako součást prevence osteoporózy  
a osteomalacie**

Autor: Markéta Brabcová

Vedoucí bakalářské práce: Dr. Ing. Jaromír Kadlec

ČESKÉ BUDĚJOVICE, 2011

**ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**  
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Markéta BRABCOVÁ**  
Osobní číslo: **Z09393**  
Studijní program: **B4131 Zemědělství**  
Studijní obor: **Agropodnikání**  
Název tématu: **Výživa člověka jako součást prevence osteroporózy  
a osteomalacie**  
Zadávací katedra: **Katedra genetiky, šlechtění a výživy**

**Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :**

Cílem bakalářské práce je zpracovat literární studii zabývající se prevencí osteoporózy a osteomalacie u člověka s důrazem na výživu a stravovací návyky. Literární studie bude zahrnovat charakteristiku významných civilizačních chorob u člověka, kterými jsou osteoporóza a osteomalacie. Studentka zpracuje příčiny a důsledky jejich vzniku a zaměří se na rizikové skupiny obyvatelstva. Důraz literární studie bude kladen na prevenci vzniku chorob, především z hlediska zásad racionální výživy, zásobenosti důležitými mikronutrienty a jejich interakcemi s kalorickými živinami. Výživa bude dána do souvislosti s dalšími faktory, které se mohou podílet na vzniku osteoporózy a osteomalacie.

Rozsah grafických prací: dle úvahy  
Rozsah pracovní zprávy: cca 50 stran  
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná

Seznam odborné literatury:


- Kocián, J.: Osteoporóza a osteomalacie. Praha, Triton, 1997, 207 s.  
Štěpán, J.: Osteoporóza v praxi. Praha, Triton, 2003, 160 s.  
Kunová, V.: Zdravá výživa. Praha, Grada Publishing 2004, 136 s.  
Müllerová, D.: Zdravá výživa a prevence civilizačních nemocí. Praha, Triton 2003, 100 s.  
Časopis společnosti pro výživu: Výživa a potraviny. Czech Nutrition Society Praha  
Pokorný, J. a kol.: Základy výživy a výživová politika. Praha, VŠCHT 2002, 219 s.  
Petrásek, R.: Co dělat, abychom žili zdravě. Praha, Vyšehrad 2004, 128 s.  
Velíšek J., 1999: Chemie potravin I., II., III. Osis, Tábor, 352 s., 304 s., 342 s.

Vedoucí bakalářské práce: **Dr. Ing. Jaromír Kadlec**  
Katedra genetiky, šlechtění a výživy

Datum zadání bakalářské práce: **30. března 2010**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **15. dubna 2011**

  
prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc.  
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA  
studijní oddělení  
Studentská 13  
370 05 České Budějovice

  
doc. Ing. Jindřich Čítek, CSc.  
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 30. března 2010

## Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá onemocněním osteoporózou a osteomalácií. Je zde popsáno složení kostí, historie výskytu osteoporózy, charakteristika osteoporózy, osteomalacie a rozdíl mezi těmito kostními chorobami. V další části se práce zaměřuje na prevenci osteoporózy z hlediska výživy. Je zde rozebírán vliv minerálních látek, vitamínů a hormonů na tvorbu kosti.

Osteoporóza je staré onemocnění. Již na některých starých čínských a řeckých malbách můžeme vidět ženy s osteoporózou. Předčasná osteoporóza byla také nalezena na kosterních pozůstatcích mladých žen pocházejících z 3. - 5. století našeho letopočtu. Příčinou osteoporózy takto mladých žen byl příjem chleba s vyšším obsahem fytátu, který váže kalcium. Osteomalacie je z celé skupiny kostních metabolických osteopatií nejméně časté onemocnění. Vyskytuje se i v rozvojových zemích v Indii a Pákistánu, ale i u muslimských menšin ve Spojeném království. Vzniká z nedostatku vitamínu D.

Cílem této práce bylo zjistit vliv výživy člověka na onemocnění kostí. Kost není trvale utvořena, dochází k její neustálé tvorbě a odbourávání. Osteoporóza je způsobena porušením rovnováhy mezi tvorbou nové kosti a jejím odbouráváním. S věkem převažuje odbourávání kosti nad její novotvorbu, dochází k úbytku celkové kostní hmoty a k nadměrnému úbytku všech složek kostí – minerálů – zejména vápníku. Z tohoto důvodu jsou důležité zásoby vápníku v kostech. Ke zrychlenému úbytku kostní hmoty dochází i vlivem pohlavních hormonů. Jedná se o menopauzální osteoporózu, která postihuje ženy v menopauze. U mužů se projevuje v pozdějším věku a má mírnější průběh. Osteomalacie je způsobená poruchou mineralizace kostí. Kostní hmoty je dost, ale chybí jí minerály. K mineralizaci kostí potřebujeme dostatek vitamínu D, vápník, fosfor, hořčík a stopové prvky bór a fluor.

Osteoporóza a osteomalacie se v posledních letech stávají významným problémem v rozvinutých zemích. To souvisí s prodlužující se délkou života. Náklady na léčbu osteoporózy a osteomalacie jsou vysoké, proto je kladen stále větší důraz na prevenci. S prevencí bychom měli začít co nejdříve, protože nedostatek vápníku ve výživě dětí a mládeže působí v dospělém věku zdravotní problémy a vznik osteoporózy. Nejdůležitějším preventivním opatřením je dostatek vápníku a vitamínu D. Dále je to pohyb, pobyt na slunci, dostatečný příjem minerálů – hořčíku, fosforu, fluoru a vitamínů – vitamínu C, K a B<sub>12</sub> ze stravy. Negativně působí na kost

nadměrná spotřeba proteinů a kofeinu, ta způsobuje vylučování vápníku močí. Strava bohatá na ovoce a zeleninu zvyšuje zásaditost prostředí, které snižuje vylučování vápníku močí.

**Klíčová slova:** osteoporóza; osteomalacie; kost; vápník; vitamín D

## **Abstrakt**

The purpose of this baccalaureate work is to study diseases related to osteoporosis and osteomalacia. It describes the composition of the bones, historical occurrence of osteoporosis, the characteristics of the osteoporosis and osteomalacia, as well as the differences between these osseous diseases. Furthermore, the present work focuses on the prevention of osteoporosis from the nutrition point of view. It analyses the influence of mineral substances, vitamins and hormones on the formation of bones.

Osteoporosis is an old disease. Women suffering from osteoporosis can be seen already on some Chinese and Greek paintings. Premature osteoporosis has been noticed also in skeletal residues of young women stemming from the 3rd - 5th centuries A.D. In such young women, the osteoporosis was due to consumption of bread containing a higher portion of phytate which bonds calcium. Within the whole group of osseous metabolic osteopathias, the osteomalacia is the least frequent one. It can be found also in developing countries like India and Pakistan, but also in Muslim minorities living in the United Kingdom. It originates in the shortage of vitamin D.

The purpose of this work was to find out to which extent the human nutrition influences bone diseases. A bone is never a finished product, it is subject to a continuous process of creation and destruction. Osteoporosis is a result. In aging individuals, the destruction of bones predominates over the creation of new ones, the total osseous substance decreases as such and there is an excessive decrease in all bone components - minerals, especially in calcium. This is why calcium reserves in bones are so important. The level of sexual hormones as well can cause an accelerated decrease in osseous substance. We refer here to the so-called menopausal osteoporosis which occurs in women. In men, it occurs at a later age and has a milder course. Osteomalacia is originated by a malfunction of the mineralisation of bones. There is a sufficient quantity of osseous substance, however, what is missing are minerals. A good mineralisation of bones requires enough vitamin D, calcium, phosphorus, magnesium and trace elements boron and fluorine.

Osteoporosis and osteomalacia are, in the last years, an increasingly serious problem in the developed countries, as a consequence of the increasing life expectancy. The treatment of osteoporosis and osteomalacia is very expensive, and this is why so much emphasis is placed in their prevention. Prevention measures

should be commenced as soon as possible, because lack of calcium in the infant food and in the nutrition of young people causes health problems and is the inception stage of osteoporosis. The most important preventive measure is a sufficient supply of calcium and vitamin D. Other measures are physical training and exercises, staying in the sun, a sufficient supply of minerals - magnesium, phosphorus, fluorine and vitamins, especially vitamins C, K and B<sub>12</sub> from the daily food. A negative effect on the bones is caused by excessive consumption of proteins and caffeine, which leads to calciuria. A nutrition rich in fruits and vegetables increases the alkalinity of the environment, which reduces the calciuria.

**Keywords:** osteoporosis; osteomalacia; bone; calcium; vitamin D

## **Poděkování**

Na tomto místě bych chtěla poděkovat panu Dr. Ing. Jaromíru Kadlecovi za cenné rady, připomínky a odbornou pomoc s prací.



## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Výživa člověka jako součást prevence vzniku osteoporózy a osteomalacie vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů uvedených v seznamu citované literatury. Současně prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím, aby tato bakalářská práce byla zveřejněna elektronickou cestou v přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích dne 8.4.2011

.....  
Brabcová Markéta

## Obsah

<b>1. Úvod</b> .....	<b>9</b>
<b>2. Kost a její složení</b> .....	<b>10</b>
<b>3. Historie výskytu osteoporózy</b> .....	<b>13</b>
<b>4. Charakteristika osteoporózy</b> .....	<b>14</b>
4.1 Typy osteoporózy .....	15
4.2 Vliv pohlaví na osteoporózu.....	15
<b>5. Charakteristika osteomalacie</b> .....	<b>17</b>
<b>6. Prevence osteoporózy</b> .....	<b>18</b>
6.1 Kouření a alkohol .....	19
6.2 Pohybová aktivita .....	21
6.3 Strava .....	22
<b>7. Minerály – stopové prvky</b> .....	<b>25</b>
<b>7.1 Minerály ovlivňující tvorbu kostí</b> .....	<b>26</b>
7.1.1 Vápník.....	27
7.1.2 Hořčík.....	29
7.1.3 Fosfor .....	31
<b>8. Vitamíny</b> .....	<b>32</b>
8.1 Vitamíny ovlivňující tvorbu kostí .....	32
8.1.1 Vitamín D.....	33
8.1.2 Vitamín C.....	36
8.1.3 Vitamín K.....	38
8.1.4 Vitamín B <sub>12</sub> .....	40
<b>9. Hormony</b> .....	<b>42</b>
9.1 Parathormon .....	42
9.2 Kalcitonin .....	42
9.3 Hormony štítné žlázy a pohlavní hormony .....	43
9.4 Hormony kůry nadledvin.....	43
<b>10. Závěr</b> .....	<b>44</b>
<b>11. Literatura</b> .....	<b>46</b>

## 1. Úvod

Osteoporóza se stala významným problémem v rozvinutých zemích, kde se střední délka života pohybuje okolo 70 – 80 let. Osteoporóza zvyšuje nebezpečí vzniku zlomenin. U starších lidí se zvyšuje procento nemocnosti a úmrtnosti v souvislosti s touto chorobou. S přibývajícím věkem totiž dochází k oslabení obranyschopnosti a ke zhoršené schopnosti hojení.

Dříve byla tato choroba považována za nepříliš závažné onemocnění. V poslední době je v průmyslových zemích zaznamenán stále větší výskyt osteoporózy - prořídnutí kostí. Počet onemocnění roste spolu s počtem automobilů, jezdících schodů a výtahů. Dnes je považována za civilizační chorobu. V České republice trpí osteoporózou různého typu a stupně téměř milion obyvatel. V devadesátých letech narůstá o toto onemocnění zájem ze stran lékařů a pacientů, ale i různých farmaceutických firem. Kromě léčby, která kostní stav nezlepší, pouze ho udrží na určité úrovni, je důležitá zejména prevence.

Preventivní opatření souvisí s naším životním stylem. Mezi preventivní opatření řadíme pohyb, běžný pobyt na slunci a dostatečný příjem vápníku. Riziko onemocnění stoupá u lidí, kteří mají sedavé zaměstnání a ani po skončení pracovní doby nevěnují pozornost pohybu. V posledních letech byla vydána spousta publikací s radami a tipy na cvičení. Důležitý je i příjem vápníku z potravy. Zvláště u dětí by měl být kladen důraz na dostatečný přísun vápníku, protože nedostatek vápníku ve výživě dětí a mládeže působí v dospělém věku zdravotní problémy a vznik osteoporózy.

Počet lidí, kteří onemocní osteoporózou a osteomalácií, se každoročně prudce navyšuje a náklady spojené s léčbou se odhadují na miliardy eur ročně pro celou Evropu. Vytvořením preventivních programů můžeme minimalizovat náklady vynaložené na léčbu osteoporózy a osteomalacie ve vyšším věku. Cílem těchto programů je udržet kostní hmotu na dobré úrovni co nejdéle, omezit ztrátu kostní hmoty spojenou s věkem a předejít tak nebezpečným zlomeninám, popřípadě úmrtí.

## 2. Kost a její složení

Skelet tvoří 15–20 % hmotnosti těla. Funkce kostí jsou: mechanická opora, homeostatický orgán metabolismu minerálů a je místem hemopoézy. Kost také plní funkci depozita minerálů – tu v organismu reprezentuje mezibuněčná hmota kosti, ve které je vázán především fosforečnan vápenatý  $[\text{Ca}_3(\text{PO})_2(\text{OH})_2]$  a uhličitan vápenatý ( $\text{CaCO}_3$ ). Asi 67 % hmotnosti každé kosti tvoří minerální soli a na kolagen připadá 37%. Kost má velmi intenzivní látkovou výměnu (DYLEVSKÝ, 2009).

BLAHOŠ (1995) uvádí, že kost je tvořena z 1/3 bílkovinou matrix a ze 2/3 minerálem. Matrix je tvořen z kolagenu 1. typu z 90 %, to je fibrilární bílkovina trojrozměrné struktury a z jiných bílkovin např. osteokalcinu, osteonektinu, osteopontinu a sialoproteinu a to z 10 %. Koncentrace osteokalcinu v krvi odráží kostní novotvorbu. Je nejdůležitějším praktickým ukazatelem kostní novotvorby. Každá kost je složena z kosti kompaktní, která je umístěna na povrchu, a kosti houbovitě. Povrch kosti je tvořen okosticí. To je vazivový obal, který kost živí. Vnitřek kosti tvoří kostní dutina, která je vyplněna kostní dřeví, v níž dochází k tvorbě červených a bílých krvinek (KOHOUT, PAVLÍČKOVÁ, 1995).

Kosti vznikají procesem osifikace. K tvorbě základní kostní hmoty je potřebný vitamín C a dostatek bílkovin. Vitamín C napomáhá k tvorbě kolagenních vláken. Osifikace začíná již v průběhu nitroděložního života a je ukončena okolo 15. až 25. roku života. Kost není trvale utvořena, dochází k její neustálé tvorbě a odbourávání. Zvýšenou aktivitou dochází k hypertrofii kosti (zbytnění) a naopak při nevyvíjení činnosti mluvíme o ubývání kosti (atrofii). Atrofie je označována jako osteoporóza. U mladého člověka převládá tvorba nové kosti nad úbytkem a celková kostní hmota přibývá. Kolem 30. roku života a déle začíná úbytek kostní hmoty převládat nad tvorbou. Z tohoto důvodu je důležitý dostatečný příjem vápníku do 30. roku života. Utváření kostní hmoty podporuje zejména tělesná aktivita, ženské a mužské pohlavní hormony, růstový hormon a hormony štítné žlázy, vápník v potravě a vitamín D v dostatečném množství. Negativně na tvorbu kosti působí nedostatečná tělesná aktivita, nehybnost a zvýšená hladina kortikoidů (hormonů kůry nadledvin), která je podávána pacientům s astmatem nebo

revmatickými nemocemi. Špatný vliv má i zvýšená hladina hormonů štítné žlázy a parathormonu (příštítných tělísek). Riziko se zvyšuje i u lidí trpících podvýživou, chronickým alkoholismem a nedostatkem pohlavních hormonů – zejména u žen po menopauze (KOHOUT, PAVLÍČKOVÁ, 1995).

Kost je tvořena organickou i anorganickou (minerální) složkou. V dětství převažuje složka organická a v dospělosti je kost tvořena ze 70 % složkou anorganickou a z 30 % složkou organickou. Organická část se skládá z kostních buněk a amorfní základní hmoty (osteoidu), kam se ukládají minerální látky. Ke kostním buňkám patří osteocyty, osteoblasty a osteoklasty. Základní kostní hmota je tvořena osteoblasty. Z osteoblastů se vytvoří osteocyty. Osteoklasty se podílejí na resorpci kostní tkáně. Minerální část je tvořena z 85 % hydroxyapatitem (sloučenina vápníku a fosforu), z 10 % uhličitanem vápenatým, fluoridem vápenatým a hořečnatým. Máme dva typy kosti – kost kompaktní a kost houbovitou. Houbovitá kost je sestavena do trámečků, proto ji říkáme také trámčitá neboli trabekulární (KOHOUT, PAVLÍČKOVÁ, 1995).

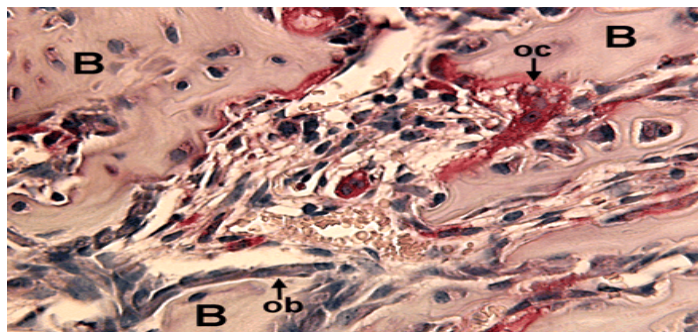
DYLEVSKÝ (2009) uvádí, že osteoblasty vznikají z tzv. kmenových buněk, které jsou v kostní dřeni. Blasty vystýlají celý vnitřní povrch dřevných dutin kosti jako tzv. „kost lemující buňky“. Tyto buňky produkují kolagen 1. typu, který je základní složkou mezibuněčné kostní hmoty. Osteoblasty produkují i nekolagenní kostní bílkoviny: osteokalcin, osteonektin, proteoglykany a sialoproteiny. Pro všechny typy kostních bílkovin se používá i název osteoid. Tvorba osteoidu probíhá nerovnoměrně a jeden osteoblast denně vyprodukuje asi 1-2  $\mu\text{m}^3$  bílkovin. Když tloušťka vrstvy bílkovin obklopující osteoblast dosáhne asi 20  $\mu\text{m}$ , přestává blast tvořit osteoid a začíná jeho mineralizace.

Do délky rostou kosti v místě tzv. růstové chrupavky, což je proužek původního chrupavčitého základu kosti, který leží mezi diafýzou a epifýzami. Buňky se dělí a přibývají ve vrstvě bližší kloubním koncům a na opačné ploše dochází k osifikaci. Tento děj významně podporují pohlavní hormony. Kolem 18-20 let věku (u dívek i dříve) však jejich zvýšený výdej dělení buněk chrupavky zastavuje, chrupavka osifikuje a růst do délky definitivně končí. Do tloušťky přibývá kost na zevním povrchu, pod okosticí (MERKUNOVÁ, OREL, 2008).

Osteoklast je buňka resorbující kost. Podle Dylevského jsou osteoklasty poměrně pohyblivé buňky, které během resorbce kloužou po povrchu kosti (až 390  $\mu\text{m}$  denně) a produkují enzymy degradující kostní kolagen. Skutečný rozklad kolagenu kolagenázami však zajišťují osteoblasty, protože kolagenázu produkují pouze osteoblasty. Při resorpci kosti vytvářejí tedy osteoklasty jakousi první buněčnou frontu – „řezací kužel“, který každý den likviduje poměrně stálé množství kosti. Resorpcí je nejen uvolňován prostor pro kostní novotvorbu, ale kost je také remodelována. V dospělém věku nejsou osteoblasty v kosti rovnoměrně rozloženy a mezi 20. - 45. rokem „obsahují“ pouze 2-8% kostní tkáň (DYLEVSKÝ, 2009).

Odolnost a pružnost kostí je velmi důležitá. Závisí na ní zatížitelnost kostí. Jessel uvádí, že kyčelní kloub musí unést zátěž více než 250 kg a kost kyčelního kloubu musí odolávat zkroucení a nárazům a odpružit je, proto musí obsahovat elastické složky. Pružnost kosti zajišťují kolagenní látky. Ty jsou uspořádány lamelovitě a jsou propojeny krystaly kalcia a fosfátu (JESSEL, 2005).

**Obrázek č. 1: Kostní buňky (PATLAK, 2001)**



Osteoklasty (OC) jsou zodpovědné za rozpad kostí a chrupavek. Nacházejí se uvnitř buňky a jsou zbarveny do tmavě červené barvy. Osteoblasty (ob) obkládají povrch kosti. Tmavší barva kosti je způsobena přítomností ribozomů (PATLAK, 2001).

### 3. Historie výskytu osteoporózy

Osteoporóza je staré onemocnění. Již na některých starých čínských a řeckých malbách jsou vyobrazeny ženy s tvarem osteoporotické hrudní hyperkyfózy. Smrčka a spol. z Brna objevili na pohřebišti Hadi Quitna v Egyptě předčasnou osteoporózu na kostrách mladých žen ze 3. – 5. století našeho letopočtu. Příčinou vzniku osteoporózy u takto malých žen byl příjem chleba s vyšším obsahem fyátů, ten váže ve střevě kalcium. Další příčinou je úbytek minerálů při parazitárních chorobách (např. ankylostomiáza a schistosomiáza). Obě choroby se vyskytovaly běžně v Etiopii, ale výskyt osteoporotických zlomenin tam byl zanedbatelný.

Průměrný věk žen byl jen něco nad 50 let. Mimořádně vysoký byl příjem mléka. To dokazují i zbytky kostry nalezené na území dnešní Etiopie v roce 1974. Jednalo se o kostru asi dvacetileté dívky 110-120 cm vysoké, která vážila zhruba 30 kg a žila před třemi milióny let. Příjem kalcia byl asi 1200 mg denně. Soudíme tak z mimořádně pevných kostí. V období 2500–2000 před n. l. byla osteoporóza objevena i na kostrách severoamerických Indiánů. V roce 1885 Pommer uvedl rozdíly mezi pojmy osteoporóza a osteomalacie. K jasnějšímu definování prořidnutí kostí dochází až koncem minulého století. Pojem senilní osteoporóza se objevil začátkem tohoto století. Po druhé světové válce byla vydána monografie Albrighta a Reifensteina *The Parathyroid Gland and Metabolit Bone Disease*, tzv. bible osteologů, která přinesla zásadní pokrok v osteologii (BLAHOŠ, 1995).

V roce 1770 John Hunter objevil díky svým experimentům se zvířaty a pozorování lidských čelistí, že dochází k tvorbě nové kosti a ke zničení nebo vstřebávání staré kosti.

V roce 1922 Elmer McCollum objevil vitamín D, který má významnou roli v kostním zdraví. Také zjistil, že podporuje schopnost střeva vstřebávat vápník z potravy a tím pomáhá předcházet osteoporóze.

V rozmezí let 1923-1925 byl Adolphem Hansonem a Jamesem Collipem nezávisle izolován parathormon. Bylo prokázáno, že parathormon ovlivňuje hladinu vápníku v krvi (PATLAK, 2001).

Došlo ke sporu o izolaci parathormonu. Collip na zasedání americké fyziologické společnosti oznámil, že úspěšně připravil účinný extrakt

z parathormonu a objev byl přisuzován jemu. Dva roky předtím však Hanson publikoval zprávu o podobném úspěchu v časopise Vojenský chirurg. Hanson se pokoušel získat patent pro izolaci parathormonu – bezúspěšně. Hanson a Collip připravili aktivní extrakt z hormonu. K izolaci parathormonu v čisté formě došlo až v roce 1950. Bylo zjištěno, že extrakty připravené podle způsobu Hansona a Collipa obsahovaly fragmenty tohoto hormonu, které byly biologicky aktivní, ale nestabilní (LI, 1992).

O pět let později říká Hans Selye, že malé dávky parathormonu se nacházejí v kostech potkanů.

V roce 1930 Fuller Albright poukazuje na to, že většina jeho pacientů s osteoporózou jsou ženy po menopauze a definuje postmenopauzální osteoporózu. Hormon estrogen vyvolává nahromadění vápníku v kostech. Snížení estrogenu po menopauze vede k úbytku kostní hmoty.

V roce 1970 objevili výzkumníci látky zvané cytosiny, které ovlivňují kostní rozvoj a činnost. O deset let později zjišťují, že cytosiny ovlivňují vývoj a aktivitu osteoklastů.

V roce 1990 vstupují biofosfáty jako antiosteoporotické léky na trh. Dochází k odhalení růstových faktorů a dalších sloučenin, které stimulují produkci a aktivitu osteoblastů (PATLAK, 2001).

#### **4. Charakteristika osteoporózy**

Prořídnutí kostí je způsobeno porušením rovnováhy mezi tvorbou nové kosti a jejím odbouráváním. Tento proces je ovlivněn věkem. Po 30. roce života je odbourávání kostí větší než její novotvorba. Vlivem vystupňování tohoto procesu a úbytku celkové kostní hmoty pod určitou hranici u různých věkových skupin dochází k onemocnění osteoporózou. Jde o nadměrný úbytek všech složek kostí – minerálů (zejména vápníku, kalcia) a organické části (hlavně bílkovin, kolagenu). Prořídnutím se mění mechanická funkce kosti a i při malé zátěži se výrazně zvyšuje riziko zlomenin. Nejtypičtějšími zlomeninami jsou zlomeniny krčku stehenní kosti, dolního předloktí (Collesova zlomenina) a zlomeniny obratlů páteře.

Osteoporóza má dlouho bezpříznakový průběh a ani první projevy tohoto onemocnění nejsou typické. Jde zejména o bolesti v zádech, které



narůstají se zvyšujícím se pohybem a zatížením. Onemocnění se může projevit náhlou a prudkou bolestí s vystřelováním do nohou a břicha. Podle Kohouta jsou tyto bolesti způsobeny kompresivní zlomeninou obratlů nejčastěji v oblasti dolní hrudní nebo horní bederní páteře, vyvolávají křeč zádového svalstva a znemožňují tak pohyb. Následně se může objevit i rozpětí střečních kliček, popřípadě i střeční neprůchodnost. Z důvodu vícečetných kompresivních zlomenin páteře a vznikem tzv. klínových obratlů se zvětšuje hrudní kyfosa a dochází k utvoření kulatých zad - hrbu (KOHOUT, 2001).

#### **4.1 Typy osteoporózy**

Rozeznáváme primární osteoporózu typu I a typu II a sekundární osteoporózu. *Osteoporóza typu I (postmenopauzální)* je onemocnění žen po přechodu. Postihuje častěji ženy. Projevuje se kompresivními frakturami obratlů a patologickými zlomeninami distálního předloktí. *Osteoporóza typu II (senilní)* se objevuje ve vyšším věku u obou pohlaví. Patologické fraktury postihují kromě již zmíněných míst hlavně krček kosti stehenní a proximální humerus. *Sekundární osteoporózu* vidáme např. u Cushingova syndromu (při užívání kortikoidů), hypertyreózy, hypogonadizmu, hyperparatyreózy, malasorbce atd. Komplikací fraktur je imobilizace, která zvyšuje riziko plicní embolie a žilní trombózy (NAVRÁTIL et. al., 2008).

#### **4.2 Vliv pohlaví na osteoporózu**

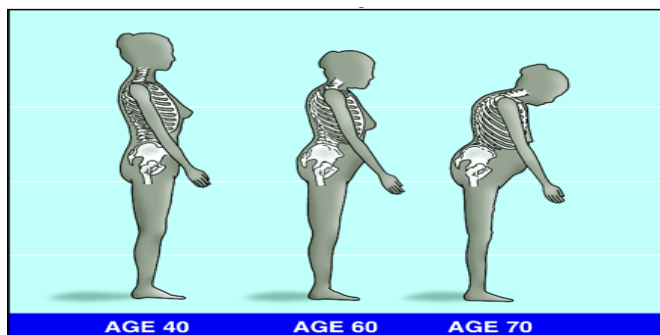
V České republice trpí osteoporózou na 1 milión obyvatel a každý rok dojde ke vzniku více než 10 000 zlomenin krčku stehenní kosti. Rozdílný výskyt osteoporózy můžeme pozorovat v souvislosti s pohlavím. Osteoporóza u žen je mnohem častější než u mužů, proto byla dříve označována za chorobu žen. Asi u 1/3 žen dochází ke vzniku řídnutí kostí po menopauze, postmenopauzální osteoporóza. Úmrtnost, v souvislosti se zlomeninou krčku stehenní kosti, je v ČR 10 – 20 %. Podle údajů ÚZIS Praha v letech 1981 – 1989 je zvýšený výskyt zlomenin krčku stehenní kosti u mužů 70 – 79letých a u mužů nad 80 let zhruba o 30 %. U žen 70 – 79letých a 80letých se výskyt zlomenin zvýšil asi o 40 %. U mladších skupin obyvatelstva byl nárůst zlomenin nepatrný (BLAHOŠ, 1995). V průběhu života ženy ztratí asi 30 %

své kortikální kostní hmoty a 50 % trabekulární kostní hmoty (NAVRÁTIL et. al., 2008).

U mužů dochází k osteoporóze méně často. Ke zrychlenému úbytku kostí vlivem úbytku pohlavních hormonů u mužů nedochází mezi 45. a 55. rokem jako u žen v menopauze, ale o 15 – 20 let později. Osteoporóza se proto u mužů projeví v pozdějším věku a má mírnější průběh. Ztráty minerálů u mužů jsou zhruba 1 % ročně a u žen 2 – 4 %. Muži mají také oproti ženám silnější kostru a dožívají se nižšího věku než ženy, takže i vznik senilních osteoporóz je nižší než u žen. Mezi rizikové faktory vzniku osteoporózy u mužů patří věk nad 65 let, věkem snížená celková hmotnost a hlavně svalová síla quadricepsu a hladina estradiolu (vzniká přeměnou testosteronu aromatázou). Hladina estradiolu je důležitější než hladina testosteronu samotného. Méně časté rizikové faktory jsou snížený přívod Ca u hypertoniků, snížená tvorba DNA v osteoblastech a chronická bronchitida, která není léčená kortikoidy (KOCIÁN, 2002).

Osteoporózou jsou ohroženy ženy i muži se sníženou nebo vymizelou gonadální funkcí. Zvýšené riziko vzniku osteoporózy je u nemocných žen i mužů, kteří trpí chronickými chorobami trávicího ústrojí, laktózovou intolerancí, malabsorbčním syndromem, chronickým renálním a jaterním onemocněním, hyperkortizolismem, hyperparatyreózou, tyreotoxikózou, diabetem 1. typu, při dlouhodobé léčbě kortikoidy a hormony štítné žlázy a u stavů po transplantaci ledvin. Dalšími rizikovými faktory u zlomeniny krčku stehenní kosti můžou být: zlomenina krčku stehenní kosti u matky – s tím je spojeno dvakrát vyšší riziko oproti ženám, jejichž matky zlomeninu neměly, pokles tělesné hmotnosti a vyšší věk. Nežádoucí je nadměrná konzumace kávy, alkoholu, dlouhodobé užívání benzodiazepinových a antikonvulzních léků a kouření. Nevyhovující je také sedavý způsob zaměstnání a ohrožení jsou lidé, kteří jsou na nohou méně než 4 hodiny denně (BLAHOŠ, 1995).

**Obrázek č. 2:** Žena s postmenopauzální osteoporózou (PATLAK, 2001)



Na obrázku vidíme ženu s postmenopauzální osteoporózou, která se během stárnutí potýkala s četnými zlomeninami obratlů. Nakonec u ní došlo ke zhroucení obratlů, které způsobuje zakřivení páteře. Zakřivení páteře je spojeno se ztrátou výšky, nakloněním hrudního koše, žena má hrb a vystouplé břicho.

## 5. Charakteristika osteomalacie

Toto onemocnění se řadí do kostních metabolických osteopatií. Osteomalacie (měknutí kostí) je z celé skupiny nejméně časté. Podle Broulíka je charakterizováno defektem mineralizace organické matrix, to vede k hromadění špatně nebo málo mineralizovaného osteoidu na povrchu kortikální a trabekulární kosti. U osteomalacie je porucha mineralizace dlouhodobá (SVAČINA et. al., 2010).

Osteomalacie je metabolická kostní choroba, která vzniká z nedostatku vitamínu D. Poprvé odlišil osteomalacii od osteoporózy německý patolog Pommer. Osteomalacie se vyskytuje i v rozvojových zemích – v Indii a Pákistánu, ale i u obyvatel Izraele a muslimských menšin ve Spojeném království. Důvodem jsou stravovací návyky a také vysoký obsah fytátů a vlákniny v potravě, které snižují absolutní množství volného vápníku. Nevhodná je i vegetariánská strava, neboť nepřijímáme dostatek živočišných bílkovin z masa a vajec (VYSKOČIL, 2009).

Nedostatek vitamínu D je způsoben malým příjmem v potravě, minimálním pobytem na slunci (zejména u starších lidí), nedostatečným vstřebáváním (při trávicích onemocněních) nebo při nedostatečné metabolické aktivaci (choroby jater a ledvin). U dospělých je deficit častější a

jeho projevy méně nápadné – difuzní bolesti kostí (hlavně v kyčlích) a svalová slabost. Kostí mohou být citlivé i na pohmat. Osteomalacii doprovází zvýšená hladina parathormonu, snížená nebo normální hladina vápníku a snížená hladina vitamínu D (NAVRÁTIL et. al., 2008).

Deficit vitamínu D způsobuje neschopnost vstřebávat vápník a fosfor. K počátečním příznakům osteomalacie patří nervozita, bolestivé svalové křeče a znečitlivění končetin. Též může dojít k vývoji abnormalit na kostech, které měknou. Tím dochází k vyboulení kolen, skolióze (abnormálnímu zakřivení páteře), k zužování hrudního koše atd. (BALCH, 1998).

Rozdíl mezi osteomalacií a osteoporózou je ten, že při osteoporóze ubývá kostní hmota – kosti řídnou, stávají se pórovitými a snadno se lámou, zatímco při osteomalacii je kostní hmoty dost, ale chybí jí minerály. K mineralizaci kostí potřebujeme dostatek vitamínu D, vápník, fosfor, hořčík a stopové prvky bór a fluor. Vhodné jsou potraviny jako hlávkové zelí, melasa, mandle, kokosové ořechy, pomeranče. Nevhodné jsou pšeničné klíčky a špenát. Květák, brokolice a zelí (včetně kyselého) poskytují tělu lehce vstřebatelný vápník (PAMPLONA-ROGER, 2009).

## **6. Prevence osteoporózy**

Jsme v epidemii osteoporózy. Ve Spojených státech má osteoporózu 10 milionů Američanů a náklady na léčbu se odhadují na 17,9 miliard dolarů ročně. Ve Spojeném království, jsou 3 mil. osob postižených, a odhadované náklady pro celou Evropu, jsou více než € 13.9 mld.EUR ročně. Potřebujeme vytvořit strategii k udržení zdraví kostí během celého životního cyklu a předcházet tak onemocnění osteoporózou v pozdějším věku. Tím dojde i ke snížení nákladů za léčbu osteoporózy (LANHAM-NEW, 2006).

Prevence se liší v dospívání a ve vyšším věku. Cíle preventivních programů jsou optimalizovat vývoj kostry a maximalizovat vrcholnou hodnotu kostní hmoty v období skeletární zralosti, předejít ztrátě kostní hmoty spojené s věkem a omezit sekundární příčiny a také předcházet zlomeninám tím, že minimalizujeme rizikové faktory (VYSKOČIL, 2009).

Mezi preventivní opatření řadíme omezení kouření a pití alkoholu, pravidelnou pohybovou aktivitu a v neposlední řadě zdravou výživu s dostatečným množstvím vitamínů a minerálů.

## 6.1 Kouření a alkohol

Kouření má vliv na sekreci hormonů, z nichž některé jsou spojeny s významnými klinickými důsledky. Tyto účinky jsou zprostředkovány účinkem nikotinu a také toxiny, např. thiokyanatanu. Kouření ovlivňuje funkci hypofýzy, štítné žlázy, nadledvinek, varlat a vaječnicků, metabolismus vápníku a působí na metabolismus vitamínu D. U kuřáků dochází ke snížení hustoty kostních minerálů a to vede k častějšímu výskytu onemocnění osteoporózou ve srovnání s nekuřáky (KAPOOR, JONES, 2005).

Kouření je také více spojováno s nezdravým a sedavým způsobem života, který má nepříznivý vliv na kosti. Také má inhibiční účinek na tvorbu kosti. Na druhé straně by snížení hladiny parathormonu spojené s kouřením mohlo mít pozitivní vliv, protože parathormon je spojen se sníženou hustotou kostních minerálů. Snížení parathormonu by však vedlo ke zvýšenému vylučování vápníku a docházelo by k hydroxylaci vitamínu D. Kouření snižuje sérové hladiny vitamínu D. Ze studie vyplývá, že kouření snižuje hustotu kostních minerálů v kyčli a v distálním předloktí u mužů. To je závislé především na době kouření a ne na dávce. Pokud přestaneme kouřit, negativní vliv se snižuje (SNEVE et. al., 2008).

Kouření má vliv na látkovou výměnu kosti. JESSEL (2005) uvádí, že na jedné straně dochází k zúžení cév a tím ke zhoršení regenerační schopnosti a výstavby kostí a na druhé straně škodí kouření hlavně játrům a to souvisí se sníženou aktivitou důležitého vitamínu D. Vlivem kouření se v kostech hromadí škodlivé látky - kadmium a olovo. Negativně působí kouření na výstavbu kostní hmoty sníženou funkcí plic. Stejně riziko onemocnění osteoporózou má žena po přechodu i mladá kuřačka. Vyšetření potvrdila úbytek kostní hmoty u žen, které kouřily, v průměru o 5-10 %. Kouření má dopad na 20 % všech zlomenin krčku stehenní kosti. Riziko se snižuje, pokud ženy přestanou kouřit.

Malé množství vykouřených cigaret za den způsobí snížení hladiny v séru parathormonu a kouření je silně spojeno s onemocněním osteoporózou. I mírné kouření jedné až pěti cigaret denně snižuje hladinu parathormonu zhruba o 15 %. Normální hladina je obnovena asi do jednoho roku od odvyknutí kouření. Kouření má výraznější vliv na kosti u mužů a u starších osob (SNEVE et. al., 2008).

VYSKOČIL (2009) uvádí, že kouření ovlivňuje řadu procesů, které vedou ke snížení kvality kostí. Snižuje produkci estrogenu u žen, estrogenní depo, produkci testosteronů u mužů, přeměnu nadledvinových androgenů na estrogeny. Pokud používáme u žen po menopauze jako prevenci úbytku kostní hmoty hormonální substituční terapii, kouřením dochází ke snížení účinku terapie (KAPOOR, JONES, 2005). Dále zvyšuje rozpad estrogenu v játrech, vytváří volné radikály a poškozuje kost a její buňky prostřednictvím toxických látek. Hlavní škodlivou látkou pro osteoblasty je nikotin a jeho derivát kotinin. Někteří odborníci jsou přesvědčeni, že antiestrogenní účinky kouření jsou natolik silné, že eliminují účinek estrogenní terapie v menopauze.

Kouření může způsobit nižší tělesnou hmotnost a nižší koncentraci sexagenů. Kromě kouření má na zdraví kostí vliv i alkoholismus. Způsobuje jednak přímou inhibici funkce osteoblastů a nepřímou (hypogonadismus, mobilita, malnutrice) (SVAČINA et. al., 2010).

Mírný příjem alkoholu nevykazuje negativní vliv na kost. V nadměrné konzumaci však snižuje absorpci významných stavebních prvků pro kost a poškozuje játra, která aktivují vitamín D. Zvýšená konzumace alkoholu také ovlivňuje nezbytný příjem z potravy. Má diuretické účinky a to vede ke zvýšeným ztrátám minerálů. Chronická konzumace alkoholu narušuje svalovou koordinaci a zvyšuje riziko pádů. Alkohol pak přímo poškozuje kostní buňky (VYSKOČIL, 2009).

Pozitivní vztah mezi příjmem alkoholu a hustotou kostního minerálu byl zjištěn u žen po menopauze a starších žen. Je možné, že alkohol stimuluje produkci nadledvinek. Víno obsahuje antioxidanty. Objevila se spekulace, že bór, který je bohatým zdrojem červeného vína, může hrát roli v metabolismu kostí. Skromný příjem alkoholu (1-2 sklenky vína denně) může pomoci snížit úbytek kostní hmoty (MACDONALD et. al., 2004).

Pivo je hlavním zdrojem křemíku v potravě - zejména u mužů a rozdíl mezi jednotlivými druhy pív není významný. Víno a alkohol jsou zanedbatelnými zdroji přijatelného křemíku. Křemík má vliv na tvorbu kostí. Hlavní složka vína je resveratrol. Z výzkumu vyplynulo, že léčba resveratrolem měla vliv na hustotu kostního minerálu. Autoři dospěli k závěru, že estrogenní resveratrol by mohl hrát roli v ochraně proti úbytku kostní hmoty u postmenopauzálních žen s nízkým stavem estrogenu. Z biologické aktivity resveratrolu dále vyplývá, že její estrogenní aktivita může pomoci zabránit úbytku kostní hmoty po menopauze. Studie ukazují, že mírný příjem alkoholu – zejména piva a vína, může chránit zdraví kostí. U mužů se za škodlivý považuje příjem více než 2 alkoholických nápojů denně (TRUCKER et. al., 2009).

## 6.2 Pohybová aktivita

Nedostatek pohybu způsobuje úbytek kostní hmoty. Pohyb je důležitý k zabudování potřebných materiálů do kostní struktury. Jessel uvádí, že při pohybu přenášejí svaly a šlachy pozitivní vzruchy na kosti a povzbudí je k budování kostní hmoty a k odolávání zátěži. Kvalita kostí a svalstva spolu souvisí. Člověk s dobrou fyzickou kondicí může dobře chodit a bez problémů se hýbat a zvedat břemena. Také nemívá závratě, které provázejí pády a následně zlomeny. U aktivních osob se hojí zlomeniny i jiná zranění rychleji. Aktivním způsobem života můžeme až o 50 % snížit pravděpodobnost onemocnění osteoporózou (JESSEL,2005).

Fyzická aktivita je nezbytná pro dosažení maxima kostní hmoty v dospívání. U běžců a tanečnic, kteří jsou vystaveni nadměrné fyzické zátěži, může docházet k úbytku kostní hmoty. Důvodem je nevyvážený nepříznivý účinek hypogonadismu a nedostatečné hmotnosti (SVAČINA et. al., 2010).

VYSKOČIL (2009) uvádí, že cvičení by mělo být pravidelné s rovnoměrnou intenzitou. Studie prokázaly, že ženy, které věnují denně půl hodiny chůzi, mají pevnější kosti než ty, co tuto aktivitu nevyvíjejí. Vhodné je, aby aktivita způsobovala zatížení co největšího počtu svalových skupin. Doporučuje se zejména chůze a aerobní cvičení v kombinaci se silovým cvičením. Kost nejlépe reaguje na zátěž během dětského věku a adolescence.

Větší pozornost je třeba věnovat pacientům s osteoporózou a anamnézou zlomenin.

### 6.3 Strava

Strava je jedním z ovlivnitelných rizikových faktorů. Dříve bylo navrženo, že strava obohacená o ovoce a zeleninu a malé množství mléka by měla být považována za doplněk k léčbě osteoporózy (PRYNNE et. al., 2006).

Strava může mít pozitivní nebo negativní dopad na zdraví kostí. Působí na změnu struktury kosti, rychlost kostního metabolismu, na homeostázu vápníku a na další minerální prvky. Z hlediska prevence jsou důležité minerální látky - vápník, hořčík, fosfor, sodík, draslík, dále různé stopové prvky a vitamíny - D, E, K, C, B. Příjem minerálů i vitamínů může být ovlivněn různými typy diet – vegetariánství atd. (CASHMAN, 2007).

Značný podíl vegetariánů se nachází v západních zemích. V rámci Evropské unie tvoří vegetariáni  $\approx 5\%$  populace. Studie zjistily vztah mezi výskytem zlomenin kyčle a vegetariánským příjmem bílkovin. S vysokým příjmem rostlinných bílkovin měli vegetariáni nižší riziko zlomeniny krčku kosti stehenní. Musíme rozlišovat mezi veganskou a lactoovovegetariánskou dietou, protože ta obsahuje mléčné výrobky a vejce ve stravě. Vliv na kostní hustotu byl způsoben především veganskou stravou, lactoovovegetariánská strava neměla výrazně negativní vliv na hustotu kostí (HO-PHAM et. al., 2009).

JESSEL (2005) uvádí, že bychom měli dbát na správnou regulaci acidobazické rovnováhy. Hodnotu pH naměříme v ranní moči pomůckami, které jsou k dostání v lékárnách. Hodnota pH se má nacházet v rozmezí 6,5 – 7, to je organismus dostatečně nasycen zásadami. Potraviny bohaté na zásady jsou zelenina a rýže. Zelenina je důležitá nejen pro acidobazickou rovnováhu, ale i pro dostatek minerálů, který je v ní obsažen. Doporučeny jsou mléčné produkty jako jogurt, kysané mléko, tvaroh, čerstvý sýr. Jsou dobře stravitelné. Z bílkovin mají hlavní význam ty, co jsou obsaženy v rybách nebo sýru. Nedoporučuje se pít sladkých nápojů a konzumace potravin s vyšším obsahem fosforu jako jsou uzeniny a maso. Vysoká konzumace cukru přispívá ke vzniku



osteoporózy. Cukr odebírá organismu vitamíny a minerální látky k jeho zpracování a brání vstřebávání vápníku ve střevě.

Nadměrná spotřeba proteinů a kofeinu zvyšuje vylučování vápníku močí a strava skládající se z masa, ryb a měkkýšů okyseluje krev. Zvýšenou kyselost krve tělo vyrovnává tím, že z kostí uvolňuje alkalické minerály, např. vápník. Ztrátu vápníku způsobuje i snížená tvorba hormonů v menopauze. Sója a sójové výrobky obsahují fytoestrogeny, rostlinné hormony, které částečně nahrazují nedostatečnou činnost vaječnicků, riziko osteoporózy se může jejich pravidelnou konzumací snížit (PAMPLONA-ROGER, 2009).

Strava bohatá na ovoce a zeleninu může mít za následek více zásadité prostředí, které snižuje vylučování vápníku močí. Ovoce a zelenina jsou také bohatým zdrojem antioxidantů, jako jsou vitamin C a beta-karoten. Ty by mohly působit v boji proti oxidačnímu stresu, což bylo prokázáno, že je negativně spojen s hustotou kostního minerálu u dospělých (PRYNNE et. al., 2006).

Studie ukazuje na pozitivní vztah konzumace ovoce a zeleniny na zdraví kostí. Konzumace ovoce a zeleniny upravila obsah kostního minerálu a měla vliv na celkovou kostní denzitu u dospívajících chlapců a dívek ve věku 16-18 let. U starších žen ve věku 60-83 let byl také pozorován pozitivní vliv na obsah kostních minerálů. Pokud by se u starších žen zdvojnásobil příjem ovoce a zeleniny, mělo by to za následek 5% přírůstek kosti v oblasti páteře (LANHAM-NEW, 2006).

Podle McGartlanda a jeho spolupracovníků z Centra pro výživu a zdraví v Severním Irsku byl větší příjem ovoce spojen s vyšší hustotou minerálů patní kosti u dívek ve věku 12 let, nikoliv u chlapců (MCGARTLAND et. al., 2004).

Studie ukazuje, že vyšší příjem ovoce a zeleniny, může mít pozitivní vliv na stav kostního minerálu u dospívajících chlapců a dívek a starších žen, a to zejména v oblasti páteře a krčku stehenní kosti. Světová zdravotnická organizace doporučuje konzumovat denně zhruba pět porcí ovoce a zeleniny (400g). Pouze 25 % mladistvých, 38 % mladších žen a 50 % starších mužů a žen v aktuální studii mělo příjem ovoce a zeleniny  $\geq 400$  g za den. Zejména u mladých lidí by bylo účelné doporučit zvýšení příjmu ovoce a zeleniny (PRYNNE et. al., 2006).

Účinky stopových prvků v prevenci vzniku osteoporózy nejsou tak známé. Studie ukázaly, že kombinace několika minerálů – zinku, manganu a mědi s vápníkem byly schopny s nižším úbytkem kostní hmoty v oblasti páteře u žen po menopauze. Bor není tak významným prvkem, takže neexistují žádné doporučené dávky. Přesto studie zjistila, že 3 mg boru denně můžou mít pozitivní vliv na kosti. Bor obsahují ovoce, zelenina, ořechy, vejce, víno a sušené potraviny. Měď působí na propojení kolagenu, proto velké nedostatky mědi mají významný vliv na kost. Zásadní nedostatek zinku vede ke snížení růstu kostí. Zatím existuje jen málo důkazů, že zinek má vliv na kosti a osteoporotické zlomeniny. Zvýšený příjem železa v potravě byl spojen s větší kostní denzitou ve všech místech (NIEVES, 2005).

HEANEY (2009) uvádí, že 30 % zinku, který je uložen v těle, se nachází v kostech. Je potřebný pro metabolismus kostí. Nedostatek zinku je spojován se sníženou kostní hmotou a opožděným růstem. Je potřeba provést studie u dospělých.

Nové údaje ukazují, že značná část americké populace nesplňuje doporučení pro příjem vápníku, draslíku a hořčíku. Pouze 30 % Američanů spotřebuje doporučenou dávku vápníku nebo nad doporučenou dávku. Zvýšená spotřeba mléčných výrobků měla pozitivní vliv na příjem draslíku ve všech věkových skupinách. Pokud spotřeba mléčných výrobků tvoří 3-4 porce, splní požadavky na draslík téměř 20 % Američanů a současně s tím se také zvýší příjem draslíku (NICKLAS et. al., 2009).

S nízkým obsahem draslíku ve stravě stoupá hladina vápníku v moči a to platí i naopak. Je možné, že vysoký příjem draslíku může kompenzovat kostní resorpci. U žen po menopauze, kterým byla podávána strava s obsahem soli + citranem draselným po dobu 4 týdnů, bylo zaznamenáno výrazně nižší vylučování vápníku a nižší kostní resorpce než u žen, které dostávaly stravu s obsahem soli + placebo (HEANEY, 2009).

Musíme si uvědomit, že správná strava je důležitým preventivním opatřením ovlivňujícím osteoporózu. Jídelníček bychom měli upravit tak, aby obsahoval stravu bohatou na vápník a vitamín D. Vhodné potraviny jsou mléko, mléčné výrobky, sója, mandle, tofu, hlávkové zelí, kokosové ořech, pomeranče, listová zelenina, tuřín. Omezit nebo vyloučit bychom měli vyžralé

sýry, sůl, tuky, rafinovaný cukr, čokoládu, povzbuzující nápoje, alkohol a sladké limonády (PAMPLONA-ROGER, 2009).

## 7. Minerální látky

Minerální látky jsou pro život organismu nezbytné. Musí být součástí potravy, protože organismus si je neumí sám vytvořit. Nemají žádnou energetickou hodnotu. Mají význam pro růst a tvorbu tkání, aktivují, regulují a kontrolují látkovou výměnu v těle a také se účastní na vedení nervových vzruchů. Při respektování odborných výživových doporučení nehrozí riziko nedostatku minerálních látek. Pokud konzumujeme ovoce a zeleninu, kvalitní oleje, libové maso, ryby, celozrnné výrobky, luštěniny, polotučné mléčné výrobky a používáme zelené koření, nemusíme přijímat minerální látky v potravinových doplňcích (PIŤHA, 2009).

BALCH (1998) uvádí, že fungují jako koenzymy a tím umožňují tělu vykonávat vlastní funkce včetně produkce energie, růstu a hojení. Jsou zapojeny do činností enzymů, proto jsou nezbytné pro správné využívání vitamínů a dalších živin. Množství jednotlivých prvků v organismu závisí na vzájemném poměru některých prvků. Minerální látky jsou ukládány především v kostech a svalech. V případě konzumace extrémně vysokých dávek můžeme vyvolat toxické reakce.

Minerály dělíme na makroprvky (vápník, hořčík, sodík, draslík, fosfor, chlor a síra), mikroprvky (železo, chróm, jód, zinek, měď, mangan, selen a další) a stopové prvky (křemík, vanad, nikl a další). Potřeba makroprvků v organismu je počítána v gramech, u mikroprvků v miligramech a u stopových prvků je potřeba minimální – v mikrogramech (PIŤHA, 2009).

Podle VELÍŠKA (2002) minerální látky obsažené v potravinách interagují s vodou, s přítomnými organickými látkami i navzájem mezi sebou. Tyto interakce pak ovlivňují biologickou využitelnost prvků ve stravě. O chemickém stavu prvku v potravinách rozhoduje složení potravin, hodnota pH, možnost hydratace kovových iontů, redoxní potenciál systému a s tím související možnost změny oxidačního stupně prvku. Řada důležitých složek potravin jako jsou aminokyseliny, peptidy, bílkoviny, sacharidy, lignin,

organické kyseliny a jiné sloučeniny, můžou vázat minerální látky a tím ovlivňovat jejich využitelnost.

**Tabulka č. 1:** Obsah minerálních látek v těle dospělého člověka (tělesné hmotnosti 70 kg) (Velíšek J. Chemie potravin 2, 2002)

Prvek	Celkové množství	Jednotka
Ca	1000 - 1500	g
Mg	25 - 40	g
K	140 - 180	g
Na	70 - 100	g
P	420 - 840	g
S	cca 140	g
Cl	70 - 110	g
Fe	3,0 - 5	g
Zn	1,4 - 3	g
F	0,8 - 2,5	g
Si	1,4	g
Cu	100 - 180	mg
Mn	10,0 - 20	mg
Mo	5,0 - 10	mg
Co	1 - 1, 5	mg
Ni	10	mg
Cr	5	mg
V	1,0 - 20	mg
I	10,0 - 30	mg
Se	10,0 - 20	mg

## 7.1 Minerální látky ovlivňující tvorbu kostí

Minerální látky mají vliv na kostní zdraví. Jedná se zejména o vápník, hořčík, fosfor, fluor, mangan, bor a další. Tyto minerální látky ovlivňují kostní zdraví, aktivují osteoblasty, zvyšují hustotu kostního minerálu a podporují aktivitu některých vitamínů a citlivost kostní tkáně k některým hormonům. Jsou nezbytné pro zdravý růst a vývin kostí (VYSKOČIL, 2009).

Nedostatek minerálních látek způsobuje oslabení, křehkost kostí a to vede k častějšímu výskytu zlomenin. Největší význam pro kosti má vápník, který je nezbytný pro jejich zdravý vývin a růst. Některé minerály ovlivňují

kostní zdraví nepřímo, např. bór ovlivňuje metabolismus vápníku, hořčíku, fosforu a vitamínu D, které jsou důležité pro prevenci osteoporózy.

Minerální látky nepůsobí pouze jako prevence vzniku kostního onemocnění, ale usnadňují hojení a snižuje dobu hojení zlomenin. Pokud zvýšíme příjem některého minerálu, měly bychom zvýšit i příjem minerálu, který je s ním ve vzájemném poměru, např. vápník a fosfor 2:1. ZITTLAU (2006) uvádí, pokud zvýšíme jen příjem fosforu a minerály nebudou v poměru 2:1, může docházet k nedostatku vápníku a zvýší se riziko vzniku osteoporózy.

### **7.1.1 Vápník (Calcium)**

Vápník je minerál, který má velmi důležitou úlohu v našem organismu. V dospělém věku za normálních okolností je příjem a výdej vápníku v rovnováze, tzn. že množství, které organismus denně přijímá také vyloučí. Denní potřeba vápníku se liší v souvislosti se životním obdobím člověka. Vyšší dávka vápníku je potřeba zejména v období růstu, v těhotenství a při kojení. Naše tělo si z potravy odebere průměrně 800 mg vápníku za den. Zažívacím traktem se vstřebá asi 50 až 60 % (to je 400 až 500 mg). Kohout uvádí, že do zažívacího traktu se vápník také vylučuje, průměrně 300 mg za den. Odpad stolicí je kolem 600 mg vápníku za den. Do těla se dostane v průměru 200 mg vápníku za den. Močí se denně vyloučí 8000 mg vápníku a zpětně organismus vstřebá 7800 mg vápníku, to znamená, že močí se z těla vyloučí 200 mg vápníku. Hlavním regulátorem hladiny vápníku v těle jsou parathormon a 1,25-dihydroxycholecalciferol. Dalšími hormony, které ovlivňují metabolismus vápníku, jsou tyroxin, androgeny, estrogeny, kortikoidy, růstový hormon a kalcitonin. Nedostatek nebo nadbytek těchto hormonů může vést ke vzniku osteoporózy (KOHOUT, PAVLÍČKOVÁ, 1995).

Podle BROULÍKA (2003) je v těle zdravého člověka o hmotnosti 70 kg je asi 1,3 kg kalcia. Nejvíce kalcia se nachází v kostech a zubech (99 %), poté v buňkách měkkých tkání (1 %) a v extracelulární tekutině (0,1 %). Téměř k zdvojnásobení zásob kalcia v kostech dochází během puberty. Pokud se neudrží stav vnitřního prostředí kalcia v celém těle na určité úrovni, není zajištěno zásobování tkání kalciovými ionty. Koncentrace celkového

sérového kalcia se pohybuje mezi 2,15 a 2,75 mmol.l<sup>-1</sup>. Průměrná hodnota ionizovaného kalcia je 1,0 – 1,4 mmol.l<sup>-1</sup>. Je to kolem 50 % celkového kalcia v séru a ostatních extracelulárních tekutinách. Na albumin je vázán zbytek kalcia - 40 % nebo je kompletován s anionty – asi 10 % (fosfát, hydrogenuhličitan nebo citrát).

KOHOUT (1995) uvádí, že množství vápníku v organismu nezávisí jen na příjmu, ale i na schopnosti vstřebávání vápníku v tenkém střevě. Největší schopnost sorpce je v dětství (přibližně 75 %) a s věkem klesá. U dospělých se pohybuje mezi 30 – 60 %. Závisí na hladině aktivního metabolitu vitamínu D v séru a na hladině cukrů v potravě. K sorpci vápníku v tenkém střevě dochází dvěma způsoby - transcelulární (enterocytem) a paracelulární cestou (mezi buňkami). Paracelulárně je vápník sorbován pasivní difuzí pouze, když koncentrace vápníku ve střevní dutině docílí hodnot vyšších než 2 mmol/l. Aktivní transport vápníku se uskuteční, když je koncentrace nižší než 2 mmol/l a váže se na bílkovinný přenašeč kalbindin. Při nedostatku vápníku, kdy vylučování je dlouhodobě vyšší než příjem, dochází k rozvoji osteoporózy.

Mléko a mléčné výrobky (jogurty a jogurtové nápoje, mléčné koktejly a sýry) jsou hlavním zdrojem vápníku. Další zdroje vápníku jsou sardinky, ořechy, semena, pistácie, mák, celozrnný chléb, maso (drůbež, ryby, zvěřina, libové hovězí). Z ovoce zejména sušené fíky, švestky, meruňky (kromě vápníku obsahují také hodně draslíku). Vápník nalezneme i v koření (petržel, pažitka, mletá paprika, majoránka) a nápojích (minerálky a bylinné čaje). V některých potravinách s vysokým obsahem vápníku je obsažena i kyselina šťavelová (špenát, rybíz, angrešt) nebo fytát (vláknina), ty se ve střevě poutají na vápník, který se hůře vstřebává. Úbytek vápníku způsobuje strava bohatá na bílkoviny a sůl. Vápník se vylučuje ledvinami (BLAHOŠ, 1997).

Nedostatek vápníku je způsoben sníženou resorpcí vápníku střevem. K tomu dochází při chorobách zažívacího traktu a při onemocnění celiakií, syndromu krátkého střeva, chronických průjmech, onemocnění jater a žlučových cest, stavech při operaci žaludku, laktózové intoleranci, hypovitaminóze D a při ostatních chronických chorobách. Dále má vliv používání hliníkových látek snižujících kyselost žaludečních šťáv a kličkových diuretik (KOHOUT, PAVLÍČKOVÁ, 1995).

KOCIÁN (1997) uvádí, že vstřebávání vápníku můžeme zlepšit rozdělením jeho denní dávky do menších dávek, protože při zvýšeném množství klesá schopnost střevní absorpce kalcia.

Šafránek uvádí, že vstřebatelnost vápníku závisí na jeho zdroji z potravy. Využitelnost vápníku ze stravy většinou nepřesahuje 50 % z celkového vápníku obsaženého v dané potravě (ŠAFRÁNEK, 2010).

**Tabulka č. 2:** Vstřebatelnost vápníku u různých potravin (ŠAFRÁNEK, L. Co je to osteoporóza, 2010)

Vstřebatelnost (v %)	Druhy potravin
> 50	květák, růžičková kapusta, brokolice, kapusta, tuřín, řeřicha
= 30	mléko, jogurty, sýry, kalciem obohacené sójové produkty a tofu
= 20	mandle, sezam, sladké brambory, fazole
< 5	špenát, rebarbora

**Tabulka č. 3:** Přírodní zdroje vápníku (ZITTLAU J. Jak se léčit vhodnou stravou, 2006)

Potravina	Vápník mg/100 g	Potravina	Vápník mg/100 g
máslový sýr (50% tuku)	700	mléko plnotučné	120
burské ořechy	40	mák	1460
vejce na měkko	56	pistácie	136
lískový ořech	226	petrželová nať	203 - 244
jogurt (plnotučný)	120	plátek platýze	60
lněné semínko	260	sezamová semena	670

### 7.1.2 Hořčík (Magnézium)

Tento prvek významně ovlivňuje zdraví kostí. VELÍŠEK (2002) uvádí, že asi 60 % hořčíku je uskladněno v kostech, zbytek pak ve svalech a jiných tkáních. Doporučená denní dávka hořčíku pro dospělého muže je 350 mg a pro ženy 300 mg. Během těhotenství a kojení by měla být dávka zvýšena na 450 mg.

Musíme si hlídat vhodný poměr vápníku a hořčíku, který činní 2 : 1. Dávku hořčíku bychom měli rozdělit na několik menších dávek, protože větší

množství hořčíku způsobuje průjem. Hořčík aktivuje osteoblasty, zvyšuje hustotu kostního minerálu, aktivuje vitamín D a podporuje citlivost kostní tkáně k parathormonu a aktivnímu vitamínu D. Dále podporuje transport vápníku z kosti do kosti a výrazně ovlivňuje kontraktilitu svaloviny (VYSKOČIL, 2009).

Podle VELÍŠKA (2002) resorpce hořčíku z potravy probíhá v tenkém střevě. Účinnost resorpce ze stravy činí při normální dávce hořčíku u zdravého člověka asi 40-50 %. Z potravy chudé na hořčík se tento prvek vstřebává více. Nadbytečné množství hořčíku je z těla vylučováno močí. Kyselina fytová a některé složky vlákniny v potravě také snižují resorpci hořčíku.

Využití hořčíku ovlivňuje mnoho faktorů. Mléčný cukr a vitamíny řady B zlepšují jeho vstřebávání. Naopak nasycené kyseliny z masa a salámů jeho příjem omezují. Alkohol, hormonální antikoncepce, fyzický a psychický stres zvyšují potřebu hořčíku (ZITTLAU, 2006).

Nedostatek hořčíku způsobuje hlavně konzumace alkoholu, bílého pečiva a sladkostí, přebytek živočišných bílkovin a tuků, nedostatek zeleniny, ořechů a luštěnin a také časté užívání utišujících léků. Hořčík bychom měli tělu dodávat spolu s vápníkem, vitamínem B<sub>6</sub> a lecitinem. Přijímáme-li mnoho hořčíku bez vápníku, zablokuje se jeho vstřebávání a naopak. Proto máme konzumovat mandle, sóju, luštěniny, ovesné vločky, otruby, syrovou listovou zeleninu a ovoce (ČERNÁ, 2002).

**Tabulka č. 4:** Přírodní zdroje magnézia (ZITTLAU J. Jak se léčit vhodnou stravou, 2006)

Potraviny	Hořčík (mg/100 g)	Potraviny	Hořčík (mg/100 g)
hrášek	120	šalvěj	160
ovesné vločky	140	šestizrnný chléb	70
mangold	70	slunečnicová semena	420
mák	330	tofu	100
piniová semena	270	celozrnné müsli	120
portulák	150	hořká čokoláda	130



### 7.1.3 Fosfor (Phosphorus)

Fosfáty mohou způsobit problémy, když se poměr k vápníku vybočí z rovnováhy. Ideální poměr vápníku a fosforu je 2:1. Pokud se poměr vápníku obrátí, dojde k nedostatku vápníku a objeví se riziko osteoporózy. Příjem potravin s přidávaným fosfátem by se měl zredukovat, protože fosfor je přidán na úkor vápníku. Denní potřeba je asi 1000 mg fosforu, u těhotných žen je 1100 mg (ZITTLAU, 2006).

Tělo dospělého člověka obsahuje asi 420-840 g fosforu. V kostech a zubech se nachází 80-85 %. Hlavní prvky kostní hmoty jsou vápník, fosfor a fluor. Fosfor je obsažen ve většině potravin v množství nad 100 mg.kg<sup>-1</sup>. Výjimku tvoří rafinované tuky a rafinovaný cukr, tam je obsah fosforu pouze stopový. Bohatým zdrojem fosforu jsou ořechy, sýry a ostatní mléčné výrobky. U kravského mléka je poměr Ca/P asi 1,2:1, zatímco u mateřského mléka asi 2:1. Řada potravin rostlinného původu s vysokými koncentracemi fosforu obsahuje značná množství málo využitelné kyseliny fytové a jejich solí fytátů (VELÍŠEK, 2002).

Fosfáty společně s vápníkem tvoří hlavní součást kostí. Přesuny fosfátů v organismu jsou úzce spojeny s pohybem vápníku. Hladina obou je regulována vitamínem D. K poruchám vývoje kostí dochází, pokud nepřijímáme potravou fosfor. Projevilo se to příznaky připomínající nedostatek vitamínu D a následným pokřivením kostí (rachitis). Spolu s vápníkem podporuje správnou tvorbu kostí. Nejbohatší na fosfor jsou ořechy, luštěniny, obilniny, ovesné vločky, hnědá rýže, mléčné výrobky, vnitřnosti a maso (KVASNIČKOVÁ, 1998).

**Tabulka č. 5:** Přírodní zdroje vápníku (ZITTLAU J. Jak se léčit vhodnou stravou, 2006)

Potravina	Fosfor	Potravina s přidávanými fosfáty	Fosfor
	mg/100 g		mg/100 g
bílé fazole	426	prášek do pečení	8430
hrách	375	sójová omáčka	211
ovesné vločky	390	smetana do kávy (umělá)	350
knäckebröt, žitný	300	sýrové nudle	210
celozrnné	340	tavený sýr	1200
pšeničné klíčky	1100	zmrzlina	170

## 8. Vitamíny

Vitamíny jsou organické esenciální složky potravy a mají důležitou úlohu v mnohých biochemických reakcích organismu. Působí jako katalyzátory a podílejí se na oxidačně – redukčních procesech. K znehodnocení vitamínů často dochází nevhodným skladováním a špatnou kuchyňskou úpravou. Vitamíny bychom měli přijímat v přirozené formě v celém komplexu látek, protože nejlépe působí s ostatními látkami (ČERNÁ, 2002).

Vitamíny se dělí do dvou skupin a to na rozpustné v tucích - lipofilní (A, D, E, a K) a ve vodě – hydrofilní (B a C). Podle VELÍŠKA (2002) je reverzní kapacita pro korinoidy (vitamín B<sub>12</sub>) 3-5 let a u vitamínu A 1-2 roky. U folacinu je reverzní kapacita 3-4 měsíce, u vitamínu K a C, riboflavinu, pyridoxinu a niacinu 2-6 týdnů a u thiaminu pouze 4-10 dní.

PIŤHA (2009) uvádí, že vitamíny se nacházejí v rostlinách, potravinách rostlinného původu, v mléce, mase, vnitřnostech a vejcích. V organismu se téměř neukládají a musí být plynule dodávány. Jsou důležité pro látkovou výměnu.

Při nedostatku nějakého vitamínu dochází k hypovitaminose. To může vést k úplnému nedostatku projevující se poruchou některých biochemických procesů, tedy k avitaminose. Nadměrný příjem vitamínů se nazývá hypervitaminosa. Množství vitamínů může být také ovlivněno přítomností některých složek potravin, které neumožňují plné využití vitamínů nebo je dokonce inhibují. Tuto vlastnost mají antivitamíny (antagonisti vitamínů). Antivitamíny přeměňují některé enzymy na neúčinné látky. Také tvoří s některými látkami nevyužitelné komplexy (VELÍŠEK 2002).

### 8.1 Vitamíny ovlivňující tvorbu kostí

Vitamíny působí příznivě na tvorbu kosti a celkové kostní zdraví. Jedná se zejména o vitamín D, K, C a vitamíny skupiny B. Tyto vitamíny podporují kostní tvorbu, podílí se na růstu a obnově kostí. Regulují obnovu kostní tkáně, ovlivňují vývoj kostních buněk a mají vliv na vývoj kolagenu.

Vitamíny také podporují činnost některých minerálů a pomáhají s jejich zabudováním do kostí (VYSKOČIL, 2009).

Největší význam z hlediska prevence má vitamín D. Vitamín K má skoro stejnou funkci v kostním metabolismu jako vitamín D.

### **8.1.1 Vitamín D (Kalciferol)**

Vitamín D je chemický hormon, který se vytváří v těle. Je rozpustný v tucích. Na rozdíl od ostatních vitamínů se nedostává do těla jen zvenku. V těle dochází k jeho tvorbě působením ultrafialového záření ze slunečního světla a vzniká ve dvou chemických sloučeninách. První sloučenina vzniká z cholesterolu a jde o tzv. **cholecalciferol**, vitamín D<sub>3</sub>. Nalezneme ho v rybím tuku a v oleji z rybích jater (ryby svůj přebytek vitamínu D skladují právě v tuku a játrech). Druhá sloučenina vzniká z ergosterolu a jde o **ergocalciferol**, který je označován jako vitamín D<sub>2</sub>. Vitamín D získáváme potravou hlavně v tresčích játrech, rybách (sardinky, losos, makrela), dále také v másle a čerstvém mléce.[2]

Vitamín D<sub>2</sub>, ergocalciferol, se vyskytuje v potravinách rostlinného původu a vitamín D<sub>3</sub>, cholecalciferol, nalezneme v potravinách živočišného původu. Vitamín D je znám jako antirachitický vitamín. Společně s parathormonem a kalcitoninem je významný v regulaci homeostázy vápníku a pro metabolismus fosforu (HLÚBIK, FAJFROVÁ, 2008).

Vitamín D je důležitý pro zajištění životních funkcí po celý život. Přijímáme ho potravou (hlavně v mléčných produktech a v rybách) a přes kůži formou ultrafialového záření. Nejdůležitější je dostatečný přísun vitamínu D v období růstu, tzn. v dětství a v období dospívání. Nedostatek vitamínu D je docela častý (BLAHOŠ, 1995).

Poprvé byl popsán, jako látka rozpustná v tucích, počátkem tohoto století. Zjistilo se, že dokáže zabránit vzniku křivice a také ji vyléčit. Ve 20. letech byl učiněn objev, že vitamín D vzniká v kůži vlivem slunečního záření a zhruba před 40 lety se průzkumy dochází k tomu, že příjem vitamínu D kůží je podstatně důležitější než příjem z potravy (BLAHOŠ, 1997).

KOHOUT (1995) uvádí, že je jediným vitamínem, který si lidský organismus dokáže sám vytvořit. Z cholesterolu vzniká provitamín D a působením ultrafialového záření v kůži se mění na provitamín D<sub>3</sub>

(cholecalciferol). Z estrogeneru se tvoří stejným způsobem provitamin D<sub>2</sub>. V játrech a poté v ledvinách probíhá proces hydroxylace a je vytvořen účinný vitamín D. Ten je 25x účinnější než provitamin D. Tvorbu vitamínu D ovlivňuje snížená hladina vápníku a snížená hladina fosforu v krvi a zvýšená hladina parathormonu. Vitamín D zvyšuje hladinu vápníku zvýšeným vstřebáváním ze střeva a ledvin. Ve vysokých dávkách odbourává vápník z kostí a nedostatkem vitamínu D vzniká u dospělých měknutí kostí (osteomalacie) a u dětí křivice (rachitis).

Tělo je schopno si vitamín D samo vyrobit pouze tehdy, pokud je pokožkou přijímán dostatek světla. Pro samotvorbou vitamínu stačí denně 30 minut pobytu venku. Vitamín D je rozpustný v tucích, proto další podmínkou je příjem tuku nebo oleje potravou, aby mohlo dojít k jeho zhodnocení (ZITTLAU, 2006).

Podle BLAHOŠE (1995) normální přívod vitamínu D je 400 – 500 IU denně. U lidí, kteří nemají přívod vitamínu D ze slunečního záření, např. osádka ponorek, je k udržení normální koncentrace nutná dávka 600 IU /den. V USA byly v zimním období prováděny studie na příjem vitamínu D. Bylo prokázáno, že nedostatkem vitamínu D trpělo až 40 % dospělých osob a až 60 % starších osob a téměř všichni umístění v domovech důchodců a jiných podobných zařízeních. Lidé, umístění v domovech, přijímají vitamín D pouze z potravy a denní příjem činí 50 – 150 IU. Koncentrace vitamínu D pod 25 nmol/l v krvi vede ke vzestupu parathormonu a koncentrace pod 15 nmol/l souvisí se vzrůstem alkalické fosfatázy a parathormonu. To má za následek urychlení kostního obratu s výslednou negativní kostní bilancí.

K nedostatku vitamínu D v těle nejčastěji u starších osob a u chudších vrstev obyvatelstva, kteří nekonzumují stravu bohatou na vitamíny v takovém množství. Problémy s nedostatkem vitamínu D mají také Asiaté, protože jsou zvyklí na stravu obsahující malé množství vitamínu D. Vitamín D je ukládán v tukové tkáni, proto může dojít k jeho předávkování. V játrech působí ve vysoké koncentraci toxicky. [1]

Podle HLÚBIKA (2008) může intoxikace nastat pouze z orálního příjmu. Intoxikaci nikdy nezpůsobí přílišné slunění. Symptomy akutní otravy se u dospělých dostaví při dávkách vyšších než 1,25 mg vitamínu D. Při otravě se dostaví nauzea, zvracení, diarhoea a bolesti hlavy. U akutní otravy byly u

postižených pozorovány i srdeční arytmie, křeče, polyurie, proteinurie, žíznivost a hyperkalcémie.

Vitamín D zvyšuje vstřebávání vápníku ze střeva a jeho nadbytek způsobuje zvýšenou koncentraci vápníku v krvi. Přebytek způsobuje křehnutí kostí, zvýšené ukládání vápníku v ledvinách, plicích a cévách. [2]

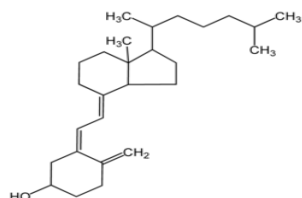
HLÚBIK, FAJFROVÁ (2008) uvádí, že nedostatek vitamínu D se projevuje jako osteomalacie, která způsobuje demineralizaci a restrukturalizaci už plně vyvinutých kostí. Typické jsou proužkovité restrukturalizované zóny, ve kterých může docházet ke spontánním frakturám a ohýbání dlouhých kostí. Nemocní také trpí bolestmi celé kostry a myopatií. Na rozvoji osteoporózy v pokročilém věku se také podílí suboptimální přívod vitamínu D. Osteoporóza je charakterizována redukcí anorganických i organických kostních tkání a současně s tím hrubnutí jejich struktury. S přibývajícím věkem klesá schopnost syntetizovat vitamín D v kůži. Starší lidé tráví většinu času doma a klesá u nich příjem vitamínu D ze slunečního záření. Autoři Evropské studie SENECA uvádějí deficit tohoto vitamínu u 47% starších lidí.

Nedostatečná hladina vitamínu D nebo malé množství jeho aktivního metabolitu kalcitriolu způsobuje osteomalacii. Osteomalacie se projevuje měkčutím kostí, neohraňenými bolestmi skeletu a celkovou slabostí. Kostí ztrácejí svojí pevnost. Nutná je dobrá funkce jater a ledvin a odpovídající množství slunečního svitu (PÁNEK, 2002).

Osteomalacii léčíme přidáním vitamínu D s vápníkem. Dávky jsou vyšší než u osteoporózy (NAVRÁTIL et. al., 2008).

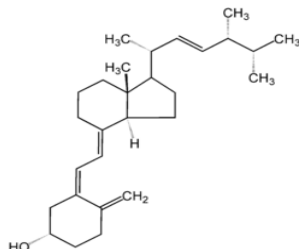
### Chemickou strukturu cholekalciferolu uvádí **obrázek č. 1:**

(Zdroj: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Kalciferol>)



Chemickou strukturu ergokalciferolu uvádí obrázek č. 2:

(Zdroj: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Kalciferol>)



**Tabulka č. 7:** Obsah kalciferolů ve vybraných potravinách  
(ŽÁČEK Z., ŽÁČEK A. Potravinové tabulky, 1994)

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

### 8.1.2 Vitamín C (kyselina L-askorbová)

V těle plní mnoho funkcí. Vitamín rozpustný ve vodě. Je málo odolný proti vodě, kyslíku, světlu a horku. Zvyšuje příjem železa a podporuje činnost vitamínu E (ZITTLAU, 2006). Je jedním z nejméně stálých vitamínů. Největší ztráty jsou výluhem a oxidací. Celkové ztráty se pohybují mezi 20 – 80 % (VELÍŠEK, 2002).

VYSKOČIL (2009) uvádí, že je potřebný pro vývoj kolagenu, stimulaci osteoblastů a zlepšení absorpce vápníku. Také je prokázán pozitivní vztah na kostní objem. Minimální denní dávka je 60 mg. Ideální je 1000 mg askorbátu

vápníku, z něhož je neutralizována kyselina askorbová. Vysoké dávky vitamínu C jsou neúčinné, protože dva dny po zvýšeném příjmu je zvýšeno vylučování vitamínu C močí. Pokud nedodává dále zvýšené dávky vitamínu, může 2-3 dny vznikat hypovitaminóza.

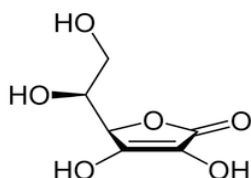
Nejbohatší na vitamín C je ovoce a zelenina. Nejvíce vitamínu C je v čerstvém ovoci a čerstvé zelenině. Tepelnou úpravou a nevhodným skladováním dochází ke ztrátám vitamínu C. U potravin rostlinného původu závisí obsah vitamínu C i na vegetačních podmínkách, stupni zralosti, způsobu posklizňového zpracování a na dalších faktorech. Z rostlin jsou nejvíce bohaté na vitamín C ovoce acerola (pochází ze Západoindických ostrovů), šípek, černý rybíz, petržel kadeřavá. Vitamín C nalezneme také u brambor, i když během uskladnění po dobu zimních měsíců u nich obsah vitamínu klesá. Vitamín najdeme i u klíčících semen.

Z potravin živočišného původu jsou to pouze játra. Vitamín C se přidává k potravinám jako potravinářské aditivum v konzervářské a kvasné technologii, např. při výrobě šunky, u konzervovaného ovoce a ovoce skladovaného v mrazírnách, při výrobě piva jako prevence tvorby nežádoucích změn chuti a aroma v důsledku oxidace. Zde je obsah vitamínu C zanedbatelný (VELÍŠEK, 2002).

Vitamín C se podílí na syntéze kolagenu, na vývoji kostí a chrupavek a podporuje jejich růst. Doporučená denní dávka vitamínu C je 75 mg. Hypovitaminóza se projevuje narušením stavby kostí, v dětství osteomalácií. Dochází ke krvácením do kloubů a jejich deformacím. Avitaminóza způsobuje otok kloubů, křehkost kostí a svalovou atrofii. [4]

### Chemickou strukturu vitamínu C uvádí **obrázek č. 3:**

(Zdroj: [http://cs.wikipedia.org/wiki/Vitam%C3%ADn\\_C](http://cs.wikipedia.org/wiki/Vitam%C3%ADn_C))



**Tabulka č. 8:** Přírodní zdroje vitamínu C (ZITTLAU J. Jak se léčit vhodnou stravou, 2006)

Potraviny	Vitamín C	Potraviny	Vitamín C
	(mg/100 g)		(mg/100 g)
květák	75	mandarinky	54
brokolice	115	pomeranče	50
grapefruit	60	paprikové lusky	140
guave	270	petržel	166
brambory	15	růžičková kapusta	112
kiwi	71	rajčata	25
citróny	53		

### 8.1.3 Vitamín K

Vitamín K má dvě přirozeně se vyskytující formy vitamínu K. Vitamín K<sub>1</sub> (fylochinon), který je syntetizován rostlinami. Vitamín K<sub>2</sub> (menachinon), ten je produkován bakteriemi. Můžeme se také setkat se syntetickým vitamínem K<sub>3</sub> (menadion), který se přidává do zvířecích krmiv. V organismu se z něho vytváří vitamín K<sub>2</sub>. Vitamín K<sub>1</sub> působí především v játrech a slouží k srážení krve. Vitamín K<sub>2</sub> má důležitou roli v metabolismu a mineralizaci kostí.<sup>[3]</sup>

Je rozpustný v tucích. Získáváme ho potravou nebo si ho vytvoříme v těle vlastní energií. Je odolný, neublíží mu ani horko a kyslík. Zdraví lidé prakticky netrpí nedostatkem vitamínu K (ZITTLAU, 2006). K nežádoucím reakcím a ztrátě aktivity vitamínu K dochází působením světla, při reakci s redukčními činidly a v alkalickém prostředí. Během skladování a tepelného zpracování potravin nedochází k vysokým ztrátám vitamínu K. Při smažení jsou ztráty vitamínu K zhruba 10-20 %, zatímco při vystavení slunečnímu záření až 50 % (VELÍŠEK, 2002).

VELÍŠEK (2002) uvádí, že u potravin rostlinného původu je bohatým zdrojem vitamínu K zelená listová zelenina (na okraji zelených zelových listů je 3-6 krát vyšší obsah vitamínu než ve žlutých listech uvnitř hlávky). Dobrým zdrojem vitamínu je také většina rostlinných olejů. Hydrogenací rostlinných olejů je produkována forma vitamínu K, která není tak dobře vstřebatelná a je méně aktivní. To má vliv na množství získaného vitamínu K z roztíratelných tuků (MACDONALD et al., 2008). Nízký obsah vitamínu K nalezneme v ovoci, bramborech a obilninách. Středně vysoký



obsah vitamínu K mají maso a masné výrobky. Vysoký obsah vitamínu mají játra.

Dominantní forma vitamín K<sub>1</sub> se nachází v kostech. Hlavním zdrojem vitamínu K<sub>1</sub> je zelená listová zelenina (100g porce obsahuje 200 mg vitamínu K<sub>1</sub>) a některé rostlinné oleje. Konzumace ovoce a zeleniny byla spojena s lepším stavem kostního zdraví populace ze Spojených států a Spojeného království. Znovu se věnuje pozornost hypotéze, že ovoce a zelenina chrání před nadměrnou resorpcí tím, že alkalické metabolity vyrovnávají kyselost způsobenou stravou bohatou na bílkoviny. Alternativním vysvětlením je, že ovoce a zelenina jsou prospěšné, protože poskytují užitečné živiny jako je vitamín K (MACDONALD et al., 2008).

Vitamin K zprostředkovává  $\gamma$ -karboxylaci glutamylu a několika kostních proteinů, např. osteokalcinu. Vysoké sérové koncentrace osteokalcinu a nízké sérové koncentrace vitamínu K jsou spojeny s nižší kostní denzitou a zvýšeným rizikem zlomeniny krčku stehenní kosti. Na toto téma byla provedena studie. Cílem studie bylo vyřešit hypotézu, že vysoký příjem vitamínu K je spojen s nižším rizikem zlomeniny krčku kosti stehenní u žen. Analýza byla prováděna u žen ve věku 38-63 let po dobu 10 let. Z provedené studie vyplynulo, že nízký příjem vitamínu K může zvýšit riziko zlomeniny krčku kosti stehenní u žen (FRESKANICH et. al., 1999).

Vitamín K je zapotřebí pro karboxylaci osteokalcinu. Koncentrace osteokalcinu byly spojeny se zvýšeným rizikem zlomeniny kyčle. Nižší koncentrace cirkulujícího vitamínu K byly zjištěny u žen s osteoporotickými zlomeninami. Nedostatečná karboxylace osteokalcinu byla opravena krátkodobými dávkami vitamínu K (MACDONALD et al., 2008).

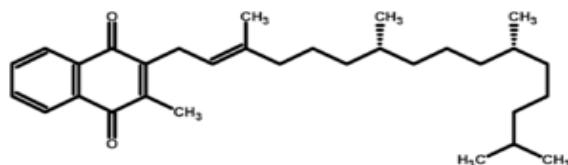
Příjem vitamínu K je vyšší u lidí, kteří preferují zdravý životní styl. Zvýšený příjem ovoce a zeleniny vede ke zvýšenému příjmu přidružených minerálů draslíku a hořčíku, které jsou spojeny s vysokou BMD. Pozitivní vztah mezi vitamínem K a BMD v kyčli a v páteři byl významný i po omezení o účinek draslíku (BOOTH et. al., 2003).

Pokusy prováděné v Japonsku dokazují, že příjmem vitamínu K se snížily zlomeniny kyčle až o 80 %. Musíme však brát v úvahu, že jsou tyto

výsledky zkreslené, neboť v Japonsku jsou jiné stravovací zvyklosti než v ČR (COCKAYNE, 2006).

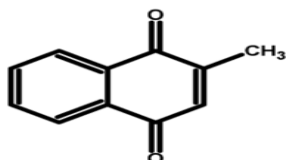
Chemickou strukturu fylochinonu uvádí **obrázek č. 4:**

(Zdroj: [http://www.wikiskripta.eu/index.php?title=Vitamin\\_K&oldid=57817](http://www.wikiskripta.eu/index.php?title=Vitamin_K&oldid=57817))



Chemickou strukturu menachinonu uvádí **obrázek č. 5:**

(Zdroj: [http://www.wikiskripta.eu/index.php?title=Vitamin\\_K&oldid=57817](http://www.wikiskripta.eu/index.php?title=Vitamin_K&oldid=57817))



**Tabulka č. 9:** Přírodní zdroje vitamínu K (ZITTLAU J. Jak se léčit vhodnou stravou, 2006)

Potraviny	Vitamín K	Potraviny	Vitamín K
	( $\mu\text{g}/100 \text{ g}$ )		( $\mu\text{g}/100 \text{ g}$ )
květák	až 3000	brambory	80
fazole zelené	290	hlávkový salát	200
máslo	60	růžičková kapusta	1000
jahody	100	kyselé zelí	1540
vejce na měkko	45	slunečnicový olej	500
kapusta	800	špenát	až 3000
kuřecí maso	300	pšeničné klíčky	70

#### 8.1.4 Vitamín B<sub>12</sub>

Podle VYSKOČILA (2009) vitamín B<sub>12</sub> chrání kosti proti účinkům homocysteinu a jeho zásoby s věkem klesají. Doporučená denní dávka vitamínu B<sub>12</sub> činí 1  $\mu\text{g}$ . Kvůli odhadu závažnosti osteoporózy a prognózy léčby bychom mohli při vyšetření stanovit spolu s cholesterolem i homocystein.

Vitamín B<sub>12</sub> ovlivňuje obsah kostního minerálu a kostní denzitu. Studie prokázaly, že vitamín B<sub>12</sub> má významný vliv proliferaci osteoblastů.

Také byla zvýšena aktivita alkalické fosfatázy v buňkách po stimulaci osteoblastů vitamínem B<sub>12</sub>. Minimální koncentrace vitamínu B<sub>12</sub> je nutná pro pozitivní proliferaci osteoblastů. Makrobiotická strava by mohla vyvolat deficit vitamínu B<sub>12</sub> (DHONUŠHE-RUTTEN et. al., 2003).

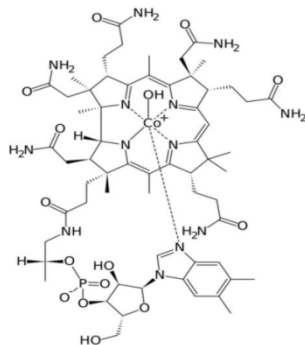
Vitamín B<sub>12</sub> je zapojen do metabolismu homocysteinů. Homocystein brání mineralizaci kostí a byl spojen s osteoporotickými zlomeninami u starších pacientů. Zřetelný je vztah mezi sérovým homocysteinem a BMD u mužů a žen nad 55 let (HEANEY, 2009).

Homocystein je metabolit esenciální aminokyseliny methioninu. Vitamíny skupiny B mají zásadní roli při snižování oxidačního stresu a metylaci různých proteinů. V zemích, kde není kyselina listová přijímána ve stravě, se deficit kyseliny listové pohybuje kolem 20 % a vitamínu B<sub>12</sub> kolem 45 % (HOLSTEIN et. al., 2009).

Vitamín B<sub>12</sub> je obsažen v mase a masných výrobcích, ve vnitřnostech, mléce, mléčných výrobcích a vejcích. V potravinách rostlinného původu je jeho obsah zanedbatelný. Denní příjem v potravě je odhadován na 3 – 31 μg. Deficit vitamínu B<sub>12</sub> je vzácný, vzhledem k jeho vysokému obsahu v potravinách živočišného původu (VELÍŠEK, 2002).

**Chemickou strukturu vitamínu B<sub>12</sub> uvádí obrázek č. 7:**

(Zdroj: [http://wapedia.mobi/cs/Vitam%C3%ADn\\_B12](http://wapedia.mobi/cs/Vitam%C3%ADn_B12))



## 9. Hormony ovlivňující tvorbu kostí

### 9.1 Parathormon

Hormon příštítných tělísek. U vyšších živočichů je nahrazen kalcitoninem (reaguje na změny vápníku v krvi pomaleji). Pokud se sníží hladina vápníku v krvi dochází k tvorbě parathormonu. Snížením tvorby parathormonu dochází ke zvýšení hladiny vápníku a vitamínu D v krvi. Parathormon ovlivňuje uvolnění vápníku z kostí. Ve střevě asi nepůsobí, ale má vliv na hydroxylaci vitamínu D a tím zvyšuje vstřebávání. Také zvyšuje vylučování fosforu močí a vstřebávání vápníku v ledvinových proximálních tubulech. Podle Kohouta parathormon zvyšuje sérovou hladinu vápníku a snižuje sérovou hladinu fosforu. Zvýšená hladina parathormonu souvisí s prořídnutím kostí – osteodystrofií (KOHOUT, PAVLÍČKOVÁ, 1995).

### 9.2 Kalcitonin

Hormon, peptid, který je produkován parafolikulárními C - buňkami štítné žlázy a podílí se na řízení homeostázy kalciumfosfátového metabolismu. Skládá se z 32 aminokyselin. K jeho vzniku dochází v buňkách štítné žlázy. Kohout uvádí, že kalcitonin snižuje odbourávání kostí a snižuje zvýšenou hladinu vápníku v séru. K léčbě osteoporózy se aplikuje lososí kalcitonin, který je 20-100x účinnější než lidský. (KOHOUT, PAVLÍČKOVÁ, 1995).

Kalcitonin prodlužuje životnost a aktivitu osteoblastů a osteocytů (KOCIÁN, 1997).

Podrobné zkoumání kalcitoninu začalo zhruba před 40 lety. Útlumem aktivity osteoklastů blokuje uvolňování vápníku z kostí a zvyšuje vylučování vápníku ledvinami. Má vliv na přechodný útlum aktivity osteoklastů, který po několika týdnech působí na snížení kostní remodelace. V souvislosti s tím dochází k nižší ztrátě trabekulární kosti. Za nevýhodu je považována krátká doba působení. Koncentrace kalcitoninu v séru je 2 – 10 pg/ml (VYSKOČIL, 2009).

### **9.3 Hormony štítné žlázy a pohlavní hormony**

V období růstu podněcuje fyziologická hladina hormonů štítné žlázy tvorbu kosti. Zvýšenou hladinou hormonů štítné žlázy dochází k většímu metabolickému obratu a zrychlení vstřebávání kostí. Podle Kohouta estrogény potlačují vstřebávání kostí u žen a androgeny stimulují tvorbu kosti a částečně také potlačují vstřebávání. U žen po menopauze mizí ochranný efekt estrogenu a dochází v krátké době k výraznému pohlcování kostí s vývojem osteoporózy (KOHOUT, PAVLÍČKOVÁ, 1995).

### **9.4 Hormony kůry nadledvin (kortikoidy)**

Ke zvýšenému odbourávání kosti dochází při zvýšené hladině kortikoidů. Může se jednat o hormony vlastní – hyperkortisolismus (Cushingův syndrom) nebo získané během léčby (astma, revmatická onemocnění, alergická onemocnění, atopický ekzém, Crohnova nemoc, ulcerózní kolitida...) (KOHOUT, PAVLÍČKOVÁ, 1995).

## 10. Závěr

Na základě literární studie je patrné, že preventivní opatření mají významný vliv na léčbu osteoporózy a osteomalacie. V současné době postihuje osteoporóza stále více lidí a tento trend bude narůstat. Odhaduje se, že v České republice trpí osteoporózou skoro milion obyvatel. Důvody, které nás nutí se onemocněním skeletu zabývat, jsou nejen zdravotní, ale i ekonomické a sociální. Léčba osteoporózy je dlouhodobá a finančně velmi náročná. Z tohoto důvodu je třeba věnovat zvýšenou pozornost preventivním opatřením, které sníží riziko vzniku osteoporózy a osteomalacie a budou tak minimalizovat náklady vynaložené na léčbu. Problémem je stále nedostatečná informovanost široké veřejnosti. Preventivní opatření bychom měli začít aplikovat již v raném dětství, kdy je množství kostní hmoty nejlépe ovlivnitelné, neboť největší zásoby vápníku se v kostech ukládají v dětském věku a v období dospívání. V dětství lze také snáze ovlivnit stravovací návyky a preferovat alespoň základy zdravější výživy. Na prevenci není pozdě ani v době, kdy je onemocnění osteoporózou již diagnostikováno. Cílem prevence je zabránit rozvoji onemocnění, omezit další ztrátu kostní hmoty a předcházet komplikacím jako jsou bolesti, omezení hybnosti, zlomeniny, popřípadě úmrtí.

Výživa má v léčbě osteoporózy a osteomalacie rozhodující úlohu. Působí na změnu struktury kosti, rychlost kostního metabolismu a má vliv na funkci minerálních látek i vitamínů. Nejdůležitější je dostatečný příjem vápníku a vitamínu D. Mezi další minerální látky řadíme hořčík, fosfor, draslík, různé stopové prvky a vitamíny K, C a B<sub>12</sub>. Příjem minerálů i vitamínů může být ovlivněn také různými typy diet, např. vegetariánstvím, kdy nedostatečným příjmem minerálů i vitamínů může být negativně ovlivněna hustota kostní hmoty. U stravy bychom měli dbát na správnou regulaci acidobazické rovnováhy. Organismus by měl být dostatečně nasycen zásadami. Doporučené potraviny jsou mléčné produkty jako jogurty, kysané mléko, tvaroh a čerstvý sýr, ryby, čerstvé ovoce a zelenina. Je žádoucí omezení konzumace potravin s vyšším obsahem fosforu, zejména uzenin a masa. Sladké nápoje bychom měli nahradit různými minerálními vodami nebo čajem. Doporučuje se omezit pití kávy, neboť kofein zvyšuje

vylučování vápníku močí. Vysoká konzumace cukru nám také neprospívá, protože cukr odebírá organismu vitamíny a minerální látky k jeho zpracování a tím brání vstřebávání vápníku ve střevě.

Také hormony mají vliv na tvorbu kostí. Parathormon ovlivňuje hladinu vápníku v krvi a působí na uvolnění vápníku z kostí. Snížení jeho tvorby vede ke zvýšení hladiny vápníku a vitamínu D v krvi. Kalcitonin snižuje odbourávání kosti a snižuje zvýšenou hladinu vápníku v séru. Prodlužuje životnost a aktivitu osteoblastů a osteocytů. I pohlavní hormony mají svůj ochranný efekt. Estrogeny potlačují vstřebávání kostí u žen. Po menopauze mizí ochranný efekt estrogenů a dochází k výraznému pohlcování kostí a rozvoji osteoporózy.

Musíme se zamyslet nad tím, zda je lepší konzumovat zeleninu a ovoce v čerstvém stavu nebo ve formě potravinových doplňků. Průzkumy ukazují, že konzumace ovoce a zeleniny je na nízké úrovni. Zejména u mladých lidí by bylo účelné doporučit zvýšení příjmu ovoce a zeleniny, která má pozitivní vliv na kostní hmotu. Na trhu je dnes nepřehledné množství potravinových doplňků a spotřeba ovoce a zeleniny v čerstvém stavu je minimální. Takto bohatý zdroj vitamínů a minerálů však nelze nahradit látkami z potravinových doplňků.

Nezbytným opatřením je zařazení pohybu mezi denní aktivity, protože člověk, který je v dobré fyzické kondici, má lepší kvalitu kostí a riziko zlomenin je u něho nižší. Nemusíme zkoušet složité cviky, postačí nám chůze, která je člověku tak přirozená. Abychom předešli rizikům spojeným s onemocněním osteoporózou a osteomalácií, měli bychom se naučit preferovat zdravý životní styl.

## 11. Literatura

BALCH, James F.; BALCH, Phyllis A. *Bible předpisů zdravé výživy*. Praha: Pragma, 1998. 564 s. ISBN 80-7205-637-9.

BLAHOŠ, Jaroslav. *Osteoporóza trápí vás...*, svazek 1., Praha: Makropulos 1997, 86 s. ISBN 80-86003-02-7

BLAHOŠ, Jaroslav. *Osteoporóza: diagnostika a terapie v praxi*, 1. vydání, Praha: Galén, 1995. 172 s. ISBN 80-85824-26-4

BROULÍK, Petr. *Poruchy kalciofosfátového metabolismu*, 1. vydání Praha: Grada Publishing a. s., 2003. 192 s. ISBN 80-247-0245-2

CASHMAN, Kevin D. Diet, Nutrition, and Bone Health<sup>1,2</sup>. *American Society for Nutrition*. November 2007, vol. 137, no. 11, s. 2507-2512. Dostupný také z WWW:

<<http://jn.nutrition.org/content/137/11/2507S.full?maxtoshow=&HITS=10&hits=100&RESULTFORMAT=1&andorexacttitle=and&andorexacttitleabs=and&fulltext=Osteoporosis%253A+the+role+of+trace+elements+1%252C+2%252C3%252C4+&andorexactfulltext=and&searchid=1&FIRSTINDEX=0&sortspec=match&fdate=1/1/2004&resourcetype=HWCIT>>. ISSN 1541-6100.

COCKAYNE, Sarah; ADAMSON, Joy; LANHAM-NEW, Susan; SHEARER, Martin J.; GILBODY, Simon; TORGERSON, David J. Vitamin K and the Prevention of Fractures : Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials . *Archives of internal medicine*. 26, June 2006, vol. 166, no. 12,s.1256-1261. Dostupný také z WWW: <<http://archinte.ama-assn.org/cgi/reprint/166/12/1256?maxtoshow=&hits=30&RESULTFORMAT=1&andorexacttitle=and&andorexacttitleabs=and&fulltext=vitamins+affecting+bone+formation&andorexactfulltext=and&searchid=1&FIRSTINDEX=0&sortspec=match&fdate=//&resourcetype=HWCIT>>.

ČERNÁ, Drahomíra; ČERNÝ, Karel. *Léčba výživou: Encyklopedie léčivých potravin*. 2. vydání. Martin: Neografie, 2002. 203 s. ISBN 80-88892-49-X.

DHONUKSHE-RUTTEN, Rosalie A M; LIPS, Martine; DE JONG, Nynke;PAW,Marijke J M Chin A; HIDDINK, Gerrit J; DUSSELDORP<sup>†</sup>, Marijke van; GROOT, Lisette C P G M de; STAVEREN, Wija A van. Vitamin B-12 Status Is Associated with Bone Mineral Content and Bone Mineral Density in Frail Elderly Women but Not in Men<sup>1</sup>. *The Amerikan Society for Nutritional Sciences*. March 2003, vol. 133, no. 3, s. 801-807. Dostupný také z WWW: <<http://jn.nutrition.org/content/133/3/801.full>>.

DYLEVSKÝ, Ivan. *Funkční anatomie*. 1. vydání. Praha: Grada Publishing, a. s., 2009. 544 s. ISBN 978-80-247-3240-4.

HEANEY, Robert P. Dairy and Bone Health. *Journal of the American College of Nutrition*. 2009, vol. 28, no. 1, s. 82-90. Dostupné z WWW:<[http://www.jacn.org/cgi/content/full/28/Supplement\\_1/82S](http://www.jacn.org/cgi/content/full/28/Supplement_1/82S)>.



HLÚBIK, Pavol; FAJFROVÁ, Jana Fajfrová. Vitamin D - aktuální situace. *Interní medicína pro praxi*. 2008, vol. 10, no. 6, s. 295–297. Dostupný také z WWW: <<http://www.solen.cz/pdfs/int/2008/06/08.pdf>>.

HOLSTEIN, Joerg H; HERRMANN, Markus; SPLETT, Christina; HERRMANN, Wolfgang; GARCIA, Patric; HISTING, Tina; GRAEBER, Stefan; ONG, Mei Fang; KURZ, Karsten; SIEBEL, Thomas; MENGER, Michael D; POHLMANN, Tim . Low serum folate and vitamin B-6 are associated with an altered cancellous bone structure in humans<sup>1,2,3</sup>. *American Society for Nutrition*. 2009, vol. 90, no. 5, s. 1440-1445 . Dostupný také z WWW: <<http://www.ajcn.org/content/90/5/1440.full>>. ISSN 1938-3207.

HO-PHAM, Lan T; NGUYEN, Nguyen D; NGUYEN, Tuan V. Effect of vegetarian diets on bone mineral density: a Bayesian meta-analysis<sup>1,2,3</sup>. *American Society for Nutrition*. 2009, vol. 90, no. 4 , s. 943-950 . <<http://www.ajcn.org/content/90/4/943.full?maxtoshow=&HITS=10&hits=100&RESULTFORMAT=1&andorexacttitle=and&andorexacttitleabs=and&fulltext=Osteoporosis%253A+the+role+of+trace+elements+1%252C+2%252C3%252C4+&andorexactfulltext=and&searchid=1&FIRSTINDEX=0&sortspec=match&fdate=1/1/2004&resourcetype=HWCIT>>. ISSN 1938-3207.

JESSEL, CH. *Úspěšně proti osteoporóze (preventivní a bolest zmírňující cvičení)*, Munchen: GmbH a Co. KG 2005. 96 s. ISBN 80-7291-145-7

KAPOOR, D; JONES, T. H. Smoking and hormones in health and endocrine disorders . *European Journal of Endocrinology*. 2005, vol. 152, 4, s. 491–499. WWW:<<http://www.ejeonline.org/cgi/content/full/152/4/491?maxtoshow=&HITS=10&hits=90&RESULTFORMAT=1&andorexacttitle=and&andorexacttitleabs=and&fulltext=Osteoporosis+and+smoking&andorexactfulltext=and&searchid=1&FIRSTINDEX=0&sortspec=match&fdate=1/1/2005&resourcetype=HWCIT>>.

KOCIÁN, Jiří. *Osteoporóza a osteomalacie*. 2. vydání. Praha: Triton, 1997. 207 s. ISBN 80-85-875-37-3.

KOCIÁN, Jiří. *Osteoporóza u mužů*, 1. vydání, Praha: Triton 2002. 140 s.

KOHOUT, P., PAVLÍČKOVÁ, J. *Dieta (osteoporóza – dieta bohatá vápníkem)*, edice Dieta, svazek 2, Čestlice: Pavla Mončilová 1995, 123s. ISBN 80-901137-8-8

KVASNIČKOVÁ, Alexandra: *Minerální látky a stopové prvky, esenciální minerální prvky ve výživě*, 1. vydání, ÚZPI Praha, 1998. 128 s. ISBN 80-85120-94-1

LANHAM-NEW, Susan A . Fruit and vegetables: the unexpected natural answer to the question of osteoporosis prevention?<sup>1,2</sup>. *American Journal of Clinical Nutrition*. June 2006, vol. 83, no. 6, s. 1254-1255. Dostupný také z <[http://www.ajcn.org/content/83/6/1254.full?ijkey=6def52481c41e90918d47d631a53be7196143ddc&keytype2=tf\\_ipsecsha](http://www.ajcn.org/content/83/6/1254.full?ijkey=6def52481c41e90918d47d631a53be7196143ddc&keytype2=tf_ipsecsha)>. ISSN 1938-3207.

LI, Alison: J. B. Collip, A. M. Hanson and the isolation of the Parathyroid hormone or Endocrines and Enterprise. *Journal of the History of Medicine*. October 1992, vol. 47, 4, s. 405-438. Dostupný také z WWW: <[http://jhmas.oxfordjournals.org/content/47/4/405.full.pdf+html?ijkey=f29d2b77be6f120f23cd374f56d6d74abd4a59e7&keytype=tf\\_ipsecsha](http://jhmas.oxfordjournals.org/content/47/4/405.full.pdf+html?ijkey=f29d2b77be6f120f23cd374f56d6d74abd4a59e7&keytype=tf_ipsecsha)>.

MACDONALD, Helen M; NEW, Susan A; GOLDEN, Michael H N.; CAMBELL, Marion K; REID, David M. Nutritional associations with bone loss during the menopausal transition: evidence of a beneficial effect of calcium, alcohol, and fruit and vegetable nutrients and of a detrimental effect of fatty acids<sup>1,2,3,4</sup>. *American Journal of Clinical Nutrition*. 2004, vol. 79, no. 1, s. 155-165. <<http://www.ajcn.org/content/79/1/155.full>>.

MCGARTLAND, Claire P; ROBSON, Paula J; MURRAY, Liam J.; CRAN, Gordon W; SAVAGE, Maurice J; WATKINS, David C; ROONEY, Madeleine M; BOREHAM, Colin A. Fruit and vegetable consumption and bone mineral density: the Northern Ireland Young Hearts Project<sup>1,2,3</sup>. *American Journal of Clinical Nutrition*. October 2004, vol. 80, no. 4, s. 1019-1023. Dostupný také z WWW: <<http://www.ajcn.org/content/80/4/1019.full>>. ISSN 1938-3207.

MERKUNOVÁ, Alena; OREL, Miroslav. *Anatomie a fyziologie člověka: pro humanitní obory*. 1. vydání. Praha: Grada Publishing a. s., 2008. 304 s. ISBN 978-80-247-1521-6.

NAVRÁTIL, Leoš, et al. *Vnitřní lékařství: pro nelékařské zdravotnické obory*. 1. vydání. Praha: Grada Publish, a. s., 2008. 424 s. ISBN 978-80-247-2319-8.

NICKLAS, Theresa A; O'NEIL, Carol E; FULGONI, Victor L. The Role of Dairy in Meeting the Recommendations for Shortfall Nutrients in the American Diet. *Journal of the American College of Nutrition*. 2009, vol. 28, no. 1, s. 73-81. [http://www.jacn.org/cgi/content/full/28/Supplement\\_1/73S](http://www.jacn.org/cgi/content/full/28/Supplement_1/73S)>.

NIEVES, Jeri W . Osteoporosis: the role of micronutrients<sup>1,2,3,4</sup>. *American Journal of Clinical Nutrition*. May 2005, vol. 81, no. 5, s. 1232-1239. Dostupný také z WWW: <<http://www.ajcn.org/content/81/5/1232S.full>>. ISSN 1938-3207.

PAMPLONA-ROGER, George D. *Encyklopedie léčivých rostlin*. 1. vydání. Praha: Advent-Orion, spol s. r. o., 2009. 378 s. ISBN 80-7172-542-0.

PÁNEK, Jan; POKORNÝ, Jan; DOSTÁLOVÁ, Jana; KOHOUT, Pavel. *Základy výživy*. 1. vydání. Praha: Svoboda Servis, 2002. 207 s. ISBN 80-86320-23-5.

PATLAK , Margie. Bone Builders: The Discoveries Behind Preventing and Treating Osteoporosis. *The FASEB Journal*. 2001, vol. 15, no. 10, s. 1677. <http://www.fasebj.org/content/15/10/1677.2.full?maxtoshow=&HITS=10&hits=10&RESULTFORMAT=&andorexactitle=and&andorexactitleabs=and&fulltext=discovery+of+osteoporosis&andorexactfulltext=and&searchid=1&FIRSTINDEX=0&resourcetype=HWCIT>>. ISSN 1530-6860.

PIŤHA, Jan; POLEDNE, Rudolf. *Zdravá výživa: pro každý den*. 1. vydání. Praha: Grada Publish, a. s., 2009. 144 s. ISBN 978-80-247-2488-1.

PRYNNE, Celia J; MISHRA, Gita D; O'CONNELL, Maria A.; MUNIZ, Graciela; LASKEY, Ann M; YAN, Liya; PRENTICE, Ann; GINTY, Fiona. Fruit and vegetable intakes and bone mineral status: a cross-sectional study in 5 age and sex cohorts<sup>1,2,3</sup>. *American Journal of Clinical Nutrition*. June 2006, vol. 83, no. 6, s. 1420-1428. Dostupný také z WWW: <<http://www.ajcn.org/content/83/6/1420.full>>. ISSN 1938-3207.

SAHNI, Shivani; HANNAN, Marian T; BLUMBERG, Jeffrey; CUPPLES, Adrienne L; KIEL, Douglas P; TUCKER, Katherine L. American Society for Nutrition Inverse association of carotenoid intakes with 4-y change in bone mineral density in elderly men and women: the Framingham Osteoporosis Study 123. *American Society for Nutrition*. 2008, vol. 89, no. 1, s. 416-424. Dostupný také z WWW: <<http://www.ajcn.org/content/89/1/416.full>>. ISSN 1938-3207.

SNEVE, Monica; EMAUS, Nina; JOAKIMSEN, Ragnar Martin; JORDE, Rolf. The association between serum parathyroid hormone and bone mineral density, and the impact of smoking: the Tromsø Study. *European Society of Endocrinology*. 2008, vol. 158, 3, s. 401-409. Dostupný také z WWW: <<http://www.eje-online.org/cgi/content/full/158/3/401>>.

SVAČINA, Štěpán et. al. *Porucha metabolismu a výživy*. 1. vydání. Praha: Galén, 2010. 505 s. ISBN 978-80-7262-676-2.

ŠAFRÁNEK, Ladislav. *Celostatnimedicina.cz : informační server o zdraví* [online]. První vydání. 19.10.2010 [cit. 2011-03-14]. Co je to osteoporóza?. Dostupné z <<http://www.celostnimedicina.cz/co-je-to-osteoporozha.htm>>.

TUCKER, Katherine L; JUGDAOHSINGH, Ravin ; POWELL, Jonathan J; QJAO, Ning; HANNAN, Marian T; SRIPANYAKORN, Supanee; CUPPLES, Adrienne L; KIEL, Douglas. Effects of beer, wine, and liquor intakes on bone mineral density in older men and women. *American Society for Nutrition*. 2009, vol. 89, no. 4, s. 1188-1196. Dostupný také z WWW: <<http://www.ajcn.org/content/89/4/1188.full>>. ISSN 1938-3207.

VELÍŠEK, Jan. *Chemie potravin* 2. vydání 2. upravené. Tábor: OSSIS, 2002. 320 s. ISBN 80-86659-01-1, ISBN 80-86659-03-8.

VYSKOČIL, Václav. *Osteoporóza a ostatní nejčastější metabolická onemocnění skeletu*. 1. vydání. Praha: Galén, 2009. 507 s. ISBN 978-80-7262-637-3.

ZITTLAU, Jörg. *Jak se léčit vhodnou stravou*. z původního německého originálu Der Lebensmittelmediziner. Brno: Computer Press, a. s., 2006. 224 s. ISBN 80-251-0982-8.

[1]„Vitamin D“ [online]. c2011, Poslední aktualizace 16.2.2011 [cit. 2011-02-23]. Dostupné na www: < [http://cs.wikipedia.org/wiki/Vitam%C3%ADn\\_D/](http://cs.wikipedia.org/wiki/Vitam%C3%ADn_D/)>

[2]„Vitamin D (kalciferol)“ [online]. c2007, Poslední aktualizace 14.2.2011 [cit. 2011-02-16]. Dostupné na www: <<http://www.vseprozdravi.cz/vitaminy-a-mineraly/vitamin-d.html>>

[3] „Vitamin K“ [online]. c2011, Poslední aktualizace 16.2.2011 [cit. 2011-02-23]. Dostupné na [http://cs.wikipedia.org/wiki/Vitam%C3%ADn\\_K/](http://cs.wikipedia.org/wiki/Vitam%C3%ADn_K/)>

[4]„Vitamin C“ [online]. c2011, Poslední aktualizace 22.2.2011 [cit. 2011-02-23]. Dostupné na www: < [http://cs.wikipedia.org/wiki/Vitam%C3%ADn\\_C/](http://cs.wikipedia.org/wiki/Vitam%C3%ADn_C/)>

[5]„Vitamin B“ [online]. c2011, Poslední aktualizace 2.3.2011 [cit. 2011-03-10].Dostupné na www: < [http://cs.wikipedia.org/wiki/Vitam%C3%ADn\\_B12/](http://cs.wikipedia.org/wiki/Vitam%C3%ADn_B12/)>