

Význam vitamínu D v pediatrické praxi

Petr Tláskal

Oddělení léčebné výživy, FN Motol, Praha

Autor se zabývá účinkem vitamínu D na kostní, ale i jiné tkáně lidského organismu. Hodnotí zdroje příjmu a tvorby vitamínu D u dětí. V době mimo sluneční záření je organismus odkázán na příjem vitamínu D potravou nebo na jeho substituci. Prováděná preventivní doporučení k doplňování příjmu vitamínu D u kojenců jsou v souladu s potřebami dětského organismu. Otázkou však je, zda jsou tato opatření v naší republice dostatečná. Odpověď na položenou otázku mohou přinést pouze další cílené studie.

Klíčová slova: účinek vitamínu D, prevence hypovitaminózy.

Significance of vitamin D in pediatric practice

The author deals with the effect of vitamin D on bone as well as other tissues of the human body. The sources of vitamin D intake and production in children are assessed. During periods of time without exposure to sunlight, the organism is dependent on vitamin D intake through food or on its replacement. The currently employed preventive recommendations to supplement vitamin D intake in infants are in accordance with the needs of a child's organism. However, there is a question whether these measures are sufficient in the Czech Republic. Further targeted studies will be required to address this issue.

Key words: effect of vitamin D, prevention of hypovitaminosis.

Prakt. lékařem. 2014; 10(1): 12–15

Vitamin D je tvořen skupinou biologicky aktivních látek (kalciferolů), které organismus získává potravou nebo účinkem slunečního záření. V potravinách rostlinného původu je obsažen ergokalciferol (D_2). Z živočišné potravy získáváme cholekalciferol (D_3). V metabolických procesech lidského organismu vzniká z cholesterolu dehydrocholesterol, který v kožní epidermis absorbuje složky slunečního záření o délce 290–320 nm a mění se tím na vitamin D_3 . Hydroxylací v játrech se mění vitamin D_3 i vitamin D_2 na 25-hydroxykalciferol (kalcidiol). Kalcidiol je dále metabolizován v ledvinách, kdy vzniká hormon 1,25-dihydrocholecalciferol (kalcitriol).

Kalcitriol se váže na receptory buněčných jader různých cílových orgánů, ovlivňuje transkripci senzibilních genů a tím i syntézu četných proteinů, které zasahují do metabolických procesů organismu. Kalcitriol především reguluje homeostázu vápníku a metabolismus fosfátů. Aktivuje vstřebávání vápníku a fosfátů ze střeva, zvyšuje tubulární reabsorpci vápníku, zvyšuje ukládání vápníku do kostí, ovlivňuje diferenciaci epitelových buněk kůže a moduluje buněčnou aktivitu imunitního systému. Uvádí se, že aby se mohl účinek vitamínu D uplatnit, musí být organismus dostatečně zajištěn přívodem vápníku.

Syntetickým prekurzorem kalcitriolu (jeho prodrug) je alfakalcidol (1-alfahydroxycholecalciferol). Využívá se u vitamin D rezistentní křivice. Tento

hydroxylovaný derivát je předepisován u pacientů se závažným jaterním nebo renálním selháním, kteří vyžadují farmakoterapii vitamínem D_2 .

Účinek vitamínu D na kostní tkáň

Vitamin D významně ovlivňuje homeostázu vápníku a fosforu v rámci metabolismu, včetně mineralizace kostní tkáně. Ze studií u zvířat je zřejmé, že vitamin D stimuluje geny osteoplastické transformace (1). Vznikající osteoblasty se dále podílí na tvorbě kostní matrix. Nicméně kalcitriol společně s parathormonem působí na kost i tak, že aktivuje osteoklasty a uvolňuje vápník a fosfáty z kostí.

Nedostatek vitamínu D se projevuje v dětském věku rozvojem křivice. Rachitida je osteomalacie, kde dochází k nedostatečné mineralizaci, tím i kalcifikaci kosti. Chrupavčitá složka není dostatečně nahrazována a tím dále formována do kostní tkáně. S uvedenými procesy souvisí klinický nález a obtíže, které křivici charakterizují.

Ukazuje se, že velký vliv na vytváření kostní matrix dítěte má již před jeho narozením hladina vitamínu D těhotné ženy. Postnatální suplementace vitamínu D dítěti již pouze navazuje, případně částečně eliminuje případné nedostatky vytvořeného základu kostní tkáně.³ Některé studie (2) ukazují, že děti narozené ženám s dosta-

tečnou hladinou vitamínu D v době těhotenství mají v kostech vyšší obsah minerálních látek než děti, které se narodily ženám s nižšími hladinami vitamínu D v krvi. Podstatné však je to, že ačkoliv při suplementaci vitamínu D se v kojeneckém věku mineralizace kostí dále zvyšuje, přetrvává i dále u dětí rozdíl kostní mineralizace, jak byl navozen z fetálního období.

Vitamin D je samozřejmě pouze jedním z nutričních faktorů, které se uplatňují při růstu a vývoji kostí dítěte. Vitamin K například stimuluje tvorbu osteokalcinu, bílkoviny, která se vyskytuje v kostní tkáni, je produkována osteoblasty a podporuje mineralizaci kostí. Vápník, fosfor, kvalitní bílkovina a další složky výživy se rovněž intenzivně zapojují do metabolismu kostí.

Mimokostní účinky vitamínu D

V současné době se objevuje stále více publikací o významu vitamínu D v prevenci rozvoje řady nemocí. Podle těchto studií například nízké hladiny vitamínu D v těhotenství zvyšují incidenci dětí k rozvoji astmatu, alergických obtíží a k rozvoji akutních onemocnění dolních dýchacích cest. Vitamin D příznivě ovlivňuje imunitu dítěte. Potlačuje rozvoj imunopatologických reakcí, což organismus chrání před rozvojem některých nemocí, jako jsou diabetes mellitus I. typu, roztroušená skleróza, revmatoidní artritida, lupus erythematosus a další. Vitamin D svým účinkem na svalovou tkáň zlepšuje tělesnou výkonnost jedince. Nedostatek vitamínu D je spojován s obezitou. Existují studie o možném vztahu nedostatku vitamínu D k větší incidenci rozvoje

1. U nás registrován léčivý přípravek Vigantol kapky (cholecalciferol). Calciferol Biotika Forte injekční roztok a Vitamin D Slovakoфарма měkké tobolky obsahují ergokalciferol. Konverze dávků léčivých přípravků ergokalciferolu a cholecalciferolu je 1 : 1.

2. V ČR je registrován léčivý přípravek Alpha D3 měkké tobolky.

3. Dávka vitamínu D (cholecalciferol či ergokalciferol) u rachitidy z nutričního nedostatku vitamínu D je u kojenců od 1–6 měsíců 3 000 IU/den, od 6 měsíců do 12 let 6 000 IU/den a u dětí od 12–18 let 10 000 IU/den. Dávky jsou upraveny dle monitorovaných parametrů.

některých onkologických onemocnění. Podání vitamínu D se příznivě projevuje při onemocnění lupénkou. Vitamin D se uplatňuje i v rámci prevence některých kardiovaskulárních onemocnění. Suplementace vitamínem D je často podávána v kombinaci s přípravky s obsahem vápníku v terapii perzistentní hypokalcemie u novorozenců nebo u chronického renálního selhání. K deficienci vitamínu D vede i léčba kortikosteroidy.

Vztah mezi vitamínem D, vápníkem a obezitou

Vitamin D ovlivňuje vstup vápníku do tukových buněk. Vápník je významným aktivátorem lipogenních enzymů. Vyšší příjem vápníku vede k supresi 1,25 hydroxy-vitamínu D, což sníží hodnoty intracelulárního vápníku (3). Nižší hodnota intracelulárního vápníku stimuluje lipolýzu a inhibuje lipogenezi. Zvyšuje se termogeneze a potlačuje se růst tukové tkáně. Uvádí se, že především vápník získaný z mléčných zdrojů se příznivě zapojuje do výše uvedených procesů. Je tomu snad tím, že se v daných mechanismech uplatňují větvené aminokyseliny získané především ze syrovátkových proteinů mléka. Tyto aminokyseliny se zapojují do metabolických procesů, které zvyšují uvolňování energie z tukových tkání do kosterního svalstva. Se zvyšující se obezitou se v organizmu nachází stále nižší hodnoty vitamínu D, což pravděpodobně způsobuje zvyšující se podíl tukové tkáně na celkové tělesné hmotnosti (4).

Podíl vitamínu D na svalové aktivitě

Větší deficit vitamínu D je příčinou reverzibilní myopatie, charakterizované hypotrofií svalstva, svalovou slabostí a špatnou stabilitou při chůzi. Vyplývá to především ze studií u starších lidí. Uvedené změny jsou však popisovány i u dětí. Ve svalovině jsou obsaženy receptory pro vitamin D (VDR). Vitamin D ve spojení s metabolismem vápníku a bílkovin ovlivňuje metabolické procesy svalových funkcí (5).

Vitamin D a imunita

Epidemiologické studie prokazují vztah mezi závažnějším průběhem onemocnění dolních dýchacích cest a nedostatkem vitamínu D. Mechanismus působení vitamínu D na imunitu je komplexní. Uplatňuje se přes vrozenou imunitu i adaptivní imunitní systém. Vitamin D aktivuje antimikrobiální peptidy, epitelální buňky, neutrofilie a makrofágy (6). VDR jsou nalezeny u aktivovaných T a B lymfocytů. Kalcitriol je tak schopen ovlivnit klíčové buňky imunitní soustavy. Prostřednictvím dendritických buněk snižuje aktivitu lymfocytů odpovědných za cytotoxické reakce a nebezpečí

poškození vlastních tkáňových struktur. Tato zjištění vysvětlují spojení nedostatku vitamínu D s rozvojem autoimunitních onemocnění.

Vitamin D a alergie

Nedávno publikovaná studie australských autorů (7) prokázala, že nedostatek vitamínu D v těhotenství je predisponujícím faktorem rozvoje alergické senzitivity dětí v časném věku života. Děti s nízkou hladinou vitamínu D v pupečnickové krvi měly signifikantně větší výskyt kojeneckého ekzému než děti narozené s normální hladinou vitamínu D. Nicméně studie neprokázala významnější souvislost mezi koncentrací vitamínu D, hladinou imunoglobulinů E a stupněm závažnosti ekzému.

Jiná studie (8) prokázala, že deficit vitamínu D se projevuje v souvislosti s jeho zjištěnou hodnotou při narození dítěte a rozvojem atopie pouze v případech určitých genotypů. Některé studie (1) však prokazují, že rovněž vysoká hladina vitamínu D těhotné ženy ($> 75 \text{ nmol/l} = > 30 \text{ ng/ml}$) zvyšuje riziko ekzému u kojenců a rozvoje astmatu dětí školního věku. Jiná studie (9) prokazuje inverzní vztah mezi hladinou vitamínu D, astmatem a plicními funkcemi u astmatických dětí.

Další známé účinky vitamínu D

Buňky, které mají receptor pro vitamin D, reagují na jeho podání zastavením proliferace. Například aplikovaný vitamin D u pacientů s lupénkou tlumí proliferaci keratinocytů a zlepšuje tak průběh tohoto kožního onemocnění. K léčbě se používají analoga vitamínu D₃, která účinně ovlivňují psoriázu, aniž by zasahovala do metabolismu vápníku.

Antiproliferativní účinek vitamínu D se uplatňuje i v prevenci rozvoje některých nádorových onemocnění. Kalcitriol zpomaluje proliferaci nádorových buněk a zvyšuje jejich citlivost k apoptóze.

Ukázalo se, že vitamin D zasahuje do systému renin–angiotenzin a působí tak podobně jako ACE inhibitory při hypertenzi. Studie provedená v USA (10) hodnotila hladiny vitamínu D u 3500 adolescentů. U probandů s nadváhou a abdominální obezitou byly nalezeny nízké hodnoty vitamínu D v krvi. Nicméně hladiny vitamínu D inverzně korelovaly s vyšším krevním tlakem, vyšší glykemií a vyšším výskytem metabolického syndromu nezávisle na obezitě.

Hodnocení saturace organizmu vitamínem D

Dostatečnost saturace organizmu vitamínem D lze nejlépe hodnotit z koncentrace 25-hydroxyvitamínu D v plazmě. Uvádí se (11), že normální hodnoty tohoto metabolitu, kon-

centrace vápníku, fosforu, hladiny alkalické fosfatázy a parathormonu, ukazují na dostačující příjem vitamínu D. Za dostačující hodnotu pro prevenci nemocí z nedostatku vitamínu D se považují hodnoty 25-hydroxyvitamínu D nad 75 nmol/l (30 ng/ml). Výrazný nedostatek vitamínu D se zvýšeným výskytem křivice dětského věku vzniká při hladinách nižších než 10 nmol/l ($< 4 \text{ ng/ml}$). Při hodnotách $10\text{--}25 \text{ nmol/l}$ 25-hydroxyvitamínu dochází již ke zvýšení hladin parathormonu. Při nedostatečném příjmu vápníku může dojít ke zvýšení koncentrace parathormonu i při hladině 25-hydroxyvitamínu D mezi $20\text{--}50 \text{ nmol/l}$ (pro zajímavost – uvádí se, že suboptimální hodnota 25-hydroxyvitamínu pod 50 nmol/l [20 ng/ml] u starších lidí zvyšuje riziko pádů). Biologický poločas plazmatického 25 hydroxyvitamínu D je přibližně 2–3 týdny.

Příjem vitamínu D v dětském věku

Denní doporučený příjem vitamínu D pro kojence je $10 \mu\text{g}$, což odpovídá 400 IU. Pro děti ve věku od jednoho roku a výše je denní doporučený příjem vitamínu D $5 \mu\text{g}$ (11). Vzhledem k tomu, že přirozená ani umělá výživa kojence nezajišťuje dostatečný příjem vitamínu D, obecně se doporučuje podávat tento vitamin pravidelně od konce 1. týdne života do konce 1. roku života a v druhém roce v době zimních měsíců v denní dávce 400 IU. Nicméně je známo, že například léčba antiepileptiky a hypnotiky zvyšuje potřebu vitamínu D až na $25 \mu\text{g}/\text{den}$, což bez adekvátní substituce vede v řadě případů k rozvoji hypovitaminózy.

Organismus získá nejvíce vitamínu D působením slunečního záření, pokud je mu vystaven. Uvádí se, že stačí i relativně krátkodobé působení ultrafialových paprsků na odkryté části těla (ruce, nohy nebo obličej). U lidí tmavé pleti musí být doba expozice delší. Tvorba vitamínu D závisí samozřejmě i na geografických a klimatických podmínkách, na čase slunění a podobně. Uvedené není v rozporu s radou dermatologů vyhýbat se slunečním paprskům pro nebezpečí rozvoje melanomu. Při adekvátní expozici slunečním paprskům není příjem vitamínu D z potravinových či jiných zdrojů prakticky nutný. Jedna ze studií (12) například uvádí, že již přibližně 400 IU vitamínu D denně vzniká po slunečním ozáření 5 % tělesného povrchu.

V době mimo působení slunečních paprsků je organismus běžně odkázán na příjem vitamínu D z potravinových zdrojů. Nejlepším zdrojem vitamínu D jsou rybí tuk, játra, žloutek nebo obohacené složky potravy. Ztráty vitamínu D při přípravě potravin jsou cca 10 %. Zajímavá studie kanadských autorů (13) na-

Tabulka 1. Z výsledků hodnocení dětských jídelníčků – příjem vitamínu D ($\mu\text{g}/\text{den}$)

Věk, rok studie, počet vyšetřených dětí	Průměrný příjem	Medián	10 % dětí mělo příjem	% DDD
4–6 let, r. 2007, 1 087	2,3	0,94	< 0,43	46 %
7–10 let, r. 2007, 1 705	2,7	0,97	< 0,46	55 %
7–10 let, r. 2011, 813	3,4	1,2	< 0,57	67 %
10–15 let, r. 2011, 845	2,8	0,5	< 0,49	55 %

Poznámka: DDD – denní doporučená dávka

Tabulka 2. Průměrný denní příjem vitamínu D potravou – předškolní děti

Země	Chlapci 4–6 let/ $\mu\text{g}/\text{den}$	Dívky 4–6 let/ $\mu\text{g}/\text{den}$
Česká republika	2,3 \pm 3,0	2,3 \pm 3,0
Dánsko	2,3 \pm 1,7	2,0 \pm 0,9
Finsko	6,3 \pm 3,5	5,5 \pm 3,2
Německo	1,8 \pm 1,9	1,5 \pm 1,4
Irsko	2,4 \pm 2,4	1,9 \pm 2,1
Itálie	2,3 \pm 1,3	2,2 \pm 1,2
Norsko	6,8 \pm 5,3	7,1 \pm 5,6
Polsko	2,0 \pm 1,7	1,9 \pm 1,5
Švédsko	6,7 \pm 4,4	6,5 \pm 4,6
Holandsko	2,2 \pm 0,8	1,9 \pm 0,6

Tabulka 3. Průměrný denní příjem vitamínu D potravou – školní děti

Země	Chlapci 7–9 let $\mu\text{g}/\text{den}$	Dívky 7–9 let $\mu\text{g}/\text{den}$	Chlapci 10–14 let $\mu\text{g}/\text{den}$	Dívky 10–14 let $\mu\text{g}/\text{den}$
Česká republika	2,7 \pm 2,7	2,7 \pm 2,7	2,8 \pm 1,2	2,8 \pm 1,2
Dánsko	2,5 \pm 1,4	2,2 \pm 1,2	2,6 \pm 1,6	2,2 \pm 1,7
Rakousko	1,5 \pm 0,8	1,5 \pm 1,0	1,5 \pm 1,4	1,2 \pm 0,8
Německo	1,8 \pm 2,0	1,7 \pm 1,8	2,3 \pm 1,5	2,1 \pm 1,8
Irsko	2,2 \pm 2,0	2,4 \pm 2,4	2,2 \pm 2,0	2,4 \pm 2,3
Itálie	2,8 \pm 1,3	2,1 \pm 0,8	3,0 \pm 1,8	2,9 \pm 2,2
Norsko	6,4 \pm 5,6	5,1 \pm 4,2	3,8 \pm 1,9	4,0 \pm 4,9
Polsko	2,8 \pm 2,8	2,3 \pm 1,5	3,9 \pm 4,5	2,9 \pm 2,4
Švédsko	5,1 \pm 2,8	4,8 \pm 2,8	4,8 \pm 2,8	4,4 \pm 2,6
Holandsko	2,9 \pm 1,6	2,8 \pm 1,3	3,8 \pm 1,9	3,2 \pm 1,4

příklad zjišťovala u 1300 sledovaných batolat a předškolních dětí, že mají-li ve své denní výživě 500 ml kravského mléka, udržuje se jejich hladina vitamínu D v přiměřených mezích i v době zimních měsíců.

V ČR jsme v zimních měsících roku 2007 a 2011 provedli studii (14) se zhodnocením dvou-denních (r. 2007) a pětidenních (r. 2011) jídelníčků 4450 dětí ve věku 4–6, 6–10 a 10–15 let. Výsledky provedených vyšetření příjmu vitamínu D potravou shrnuje tabulka 1.

Hodnocení příjmu vitamínu D bez stanovení jeho hladin v krvi nemá dostatečně vypovídající hodnotu. Řada studií však ukazuje, že výsledky vyšetření dobře korelují. Například Bescos (15) hodnotil v zimních měsících u mladých sportovců příjem vitamínu D a jeho hladiny v krvi. Zjišťoval, že u sportovců s hladinami 25-hydro-

xvitamínu D pod 50 nmol/l byl jeho průměrný příjem potravou kolem 3 $\mu\text{g}/\text{den}$.

Z provedené studie je možné soudit, že příjem vitamínu D z potravy není u našich dětí dostatečný k udržení optimální hodnoty vitamínu D v organizmu. Zajímalo nás proto, jak je tomu v jiných zemích EU (tabulky 2, 3). Výsledky i z jiných zemí ukazují, že příjem vitamínu D z potravy není dostačující. Výjimku tvoří Finsko a Norsko. Ve Finsku byla v roce 2003 zahájena plošná fortifikace mléka a margarínů vitamínem D. Účinek byl u čtyřletých dětí ověřován s dobrým výsledkem hladin 25-hydroxyvitamínu D. V Norsku je v době zimního období pro celou populaci doporučována suplementace rybím masem nebo tresčím olejem. Přitom v Norsku je uváděna průměrná konzumace ryb a mořských plodů (významných zdrojů vitamínu D) 22,9 kg/rok,

v zemích EU 10,2 kg/rok, v ČR 5,6 kg/rok (statistické údaje z r. 2008).

Diskuze

Studie ukazují, že účinek vitamínu D na lidský organizmus je komplexní. Není tak pouze omezen na několik cílových orgánů, které v dětském věku ovlivňují růst a vývoj kostí. V roce 1912 objevil Kazimír Funk vitaminy. Poznávání až do výroby vitamínu D trvalo velmi dlouho a zdá se, že stále není uzavřenou kapitolou. Detekce vitamínu D až do devadesátých let minulého století byla velmi obtížná, výsledky byly známy až za mnoho dní. V současné době je stanovení hladin vitamínu D snadnější. Otázkou je, kdy a jak máme naše dětské pacienty vyšetřovat a hodnotit. Děti s prokázanou nemocí, kde vitamín D hraje významnou úlohu v patofyziologii základního procesu, by měli sledovat odborníci zabývající se problematikou daného onemocnění. Například nedostatek vitamínu D způsobený malabsorbci nebo chronickým jaterním onemocněním obvykle vyžaduje terapii vitamínem D ve vysokých dávkách (ergokalciferol až 40 000 IU/den). U stavů hypokalcémie z důvodů hypoparathyroidismu jsou často nutné i vyšší dávky pro dosažení normokalcémie a zde se s výhodou používá alfa-kalcidol

Společensky významnou úlohu praktického dětského lékaře v péči o zdraví dítěte tvoří prevence. Lékař postupuje podle stanovených doporučení. Otázkou je, zda naše současná doporučení k podávání vitamínu D jsou dostatečná a úměrná současným skutečnostem. Nejsme v tom sami, i jiné země se zabývají touto otázkou. Například v Holandsku je doporučována suplementace vitamínem v dávce 10 $\mu\text{g}/\text{den}$ u dětí až do čtyř let života. Na druhé straně se uvádí, že intoxikace vitamínem D je možná pouze při nadměrném perorálním přísunu vitamínu D. Slunečním zářením se nepředávkuje, to má však jiná rizika. Předávkování vitamínu D má za následek hyperkalcemii, s řadou příznaků při postižení orgánů, až po selhávání ledvin. Jsou popisovány smrtelné intoxikace vitamínem D. Podle literárních údajů (16) nesmí být v kojeneckém věku překročena denní dávka vitamínu D 25 μg . Vyšší podání musí být jasně zdůvodněno, se sledováním hladin vápníku v plazmě a moči.⁴ U dospělých je touto hranicí dávka 50 μg . Otázkou je, jak posuzovat v zimních měsících například stav opakovaně nemocných dětí. Řešení evropských severských států

4. Kvůli riziku hyperkalcemie (projevující se symptomy jako nauzea, zvracení) je nutností měření plazmatických koncentrací vápníku v pravidelných intervalech u pacientů dlouhodobě užívajících vysoké dávky vitamínu D nebo jeho analog.

k obohacování některých potravin o vitamin D je samozřejmě možností. Je to však otázkou naší legislativy. Propagace ke konzumaci mořských ryb a plodů je sice dobrou myšlenkou, ale podle našich studií ryby v dětském věku nepatří k nejoblíbenějším složkám výživy. Zajímavá jsou zjištění o zvýšení příjmu vitaminu D při dostatečné konzumaci mléka. Nicméně pro kojence ani upravené mléko nestačí. Otázkou je, jak je to s formulemi, které jsou obohaceny o vitamin D, jaké jsou hodnoty vitaminu D u jejich konzumentů. Jak vidno, je zde plno otázek, na které nelze jednoduše odpovědět. Je však nutné si uvědomit, že uvedený problém existuje, a aby ho bylo možno nějakým dalším jednoznačným doporučením řešit, musí se provádět další studie.

Závěr

Vitamin D je významnou složkou výživy člověka. V organismu má řadu funkcí. Výsledky četných studií ukazují, že v případě nedostatečné tvorby vitaminu D účinkem slunečního záření je jeho příjem potravou často nedostatečný. Prováděná preventivní doporučení jsou v souladu s doporučením evropských institucí. Je však nutno stále zvažovat, zda pro podmínky našich dětí jsou tato

doporučení dostatečná. Toto však nelze posoudit jinak než prováděním dalších cílených studií.

Literatura

1. Gale CR, Robinson SM, Harvey NC, et al. Maternal vitamin D status during pregnancy and child outcomes. *Eur J Clin Nutr.* 2008; 62(1): 68–77.
2. Viljakainen HT, Korhonen T, Hytinen T, et al. Maternal vitamin D status affects bone growth in early childhood – a prospective cohort study. *Osteoporos Int.* 2011; 22(3): 883–891.
3. Martini L, Wood R. Vitamin D status the metabolic syndrome. *Nutrition Reviews* 64, 2006; 11: 479–486.
4. Turer CB, Lin H, Flores G, et al. Prevalence of Vitamin D Deficiency Among Overweight and Obese US Children. *Pediatrics* 2012 Dec 24.
5. Hamilton B. Vitamin D and Human Skeletal Muscle *Scand J Med Sci Sports.* 2010; 20(2): 182–190.
6. Clancy N, Onwuneme C, Carroll A, et al. Vitamin D and neonatal immune function. *J Matern Fetal Neonatal Med.* 2012 Dec 10. [Epub ahead of print].
7. Jones AP, Palmer D, Zhang G, Prescott SL. Cord blood 25-hydroxyvitamin D3 and allergic disease during infancy. *Pediatrics.* 2012; 130(5): e1128–35. doi: 10.1542/peds.2012–1172. Epub 2012 Oct 22.
8. Xin Liu, Guoying Wang, Xiumei Hong, et al. Gene-Vitamin D Interactions on Food Sensitization: A prospective birth cohort study. *Allergy* 2011; 66(11): 1442–1448.
9. Alyasin S, Momen T, Kashef S, et al. The Relationship Between Serum 25 Hydroxy Vitamin D Levels and Asthma in Children *Allergy Asthma Immunol Res.* 2011; 3(4): 251–255.
10. Reis JP, Mühlen D, Miller ER, et al. Vitamin D status and cardiometabolic risk factors in the United States adolescent population. *Pediatrics* 2009; 124(3): e371–379.

11. Společnost pro výživu. Referenční hodnoty pro příjem živin. *Výživaservis s.r.o. Praha* 2011.

12. Engelsen O. The Relationship between Ultraviolet Radiation Exposure and Vitamin D Status *Nutrients.* 2010; 2(5): 482–495.

13. Maguire JL, Lebovic G, Kandasamy S, et al. Relationship Between Cow's Milk and Stores of Vitamin D and Iron in Early Childhood. *Pediatrics* 2012 Dec 17. [Epub ahead of print].

14. Tláškal P, Hrstková H, Schwartz M, et al. Výživové zvyklosti českých školních dětí 1. část: Výběr potravin a vitaminy. *Výživa a potraviny* 2012; 3: 25–28.

15. Bescós GR, Rodríguez Guisado FA. Low levels of vitamin D in professional players after wintertime: relationship with dietary intake of vitamin D and calcium. *Nutr Hosp* 2011; 26(5): 945–951.

16. European Food Safety Authority. Tolerable Upper Intake Levels for Vitamins and Minerals. Februar 2006. www.efsa.eu.int

*Převzato a upraveno z **Pediatr. praxi** 2013; 14(2): 94–98.*

MUDr. Petr Tláškal, CSc.

*Oddělení léčebné výživy
FN Motol, Praha
V Úvalu 84, 150 06 Praha 5
petr.tlaskal@fnmotol.cz*

