

Dietetický príjem kalcia, fosforu, pomer Ca : P a riziko osteoporotických zlomenín u postmenopauzálnych žien

M. BREZOVSKÝ¹, D. MAGULA², K. BITTER², P. CHLEBO³,
K. FATRCOVÁ-ŠRAMKOVÁ³, J. PALKOVIČ⁴

¹Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, Kliniken Erlabrunn, Sachsen;

²Špecializovaná nemocnica sv. Svorada Zobor, n. o., Nitra;

³Katedra výživy ľudí, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov SPU v Nitre;

⁴Katedra štatistiky a operačného výskumu, Fakulta ekonomiky a manažmentu SPU v Nitre

SÚHRN

Brezovský M, Magula D, Bitter K, Chlebo P, Fatrcová-Šramková K, Palkovič J.: **Dietetický príjem kalcia, fosforu, pomer Ca : P a riziko osteoporotických zlomenín u postmenopauzálnych žien**

Cieľ práce: Cieľom výskumu bolo zistiť, ako ovplyvňuje dietetický príjem vápnika, fosforu a pomer Ca : P riziko osteoporotických zlomenín u postmenopauzálnych žien.

Materiál a metódy: Za obdobie 36 mesiacov boli vybrané len ženy s prekonanou zlomeninou v špecifických lokalizáciách po menšom úraze tzv. low energy zlomeniny (n = 114), zmeraná bola kostná minerálna denzita (DEXA) a dietetický príjem bol vypočítaný overeným frekvenčným nutričným dotazníkom. Pacientky boli rozdelené podľa údajov o prekonanej zlomenine a T-skóre podľa kritéria Svetovej Zdravotníckej Organizácie (SZO) pre osteoporózu (T-skóre < -2,5). Riziko zlomenín sa porovnávalo voči kontrolnému súboru postmenopauzálnych žien (n = 114) bez prekonanej zlomeniny a s normálnou hodnotou T-skóre (T-skóre > -1,0).

Výsledky: Osteoporotické zlomeniny sme zaznamenali aj pri hodnotách T-skóre nezodpovedajúce kritériám SZO pre osteoporózu. Priemerný pomer Ca : P z dennej stravy u všetkých našich pacientiek bol $0,92 \pm 0,38$, čo znamená, že dietetický príjem fosfátov prevyšil dietetický príjem vápnika našich pacientiek. Pre vysoký dietetický príjem fosfátov bolo potvrdené zvýšené riziko pre osteoporotické zlomeniny (v súbore zlomenín a zároveň s T-skóre < -2,5; kvartil 1 (< 732,12 mg) vs. kvartil 4 (> 1358,22 mg) OR = 2,30 (p = 0,036; 95% CI 0,93–5,73). Nízky dietetický pomer Ca : P < 0,5 bol rizikovým faktorom osteoporotických zlomenín nezávisle od hodnoty T-skóre, dietetický pomer Ca : P < 0,5 vs. Ca : P 0,87–1,14 zvyšoval riziko osteoporotických zlomenín v súbore zlomenín a s T-skóre > -2,5 (OR = 8,8; p = 0,0009; 95% CI 2,29–33,84) ako aj v súbore zlomenín s T-skóre < -2,5 (OR = 3,3; p = 0,046; 95% CI 0,90–12,36). Pomer Ca : P > 1,09 (kvartil 4) vs. Ca : P 0,88–1,09 (kvartil 3) znižoval riziko zlomenín len v súbore zlomenín s T-skóre < -2,5 OR = 0,30 (p = 0,01; 95% CI 0,11–0,81) a bol protektívnym faktorom osteoporotických zlomenín.

Záver: V prevencii osteoporózy a znížení rizika osteoporotických zlomenín by sa okrem dosiahnutiu adekvátneho príjmu vápnika mala väčšia pozornosť venovať aj redukcii vysokého príjmu fosfátov.

Kľúčové slová: riziko osteoporotických zlomenín, dietetický príjem vápnika, dietetický príjem fosforu, dietetický pomer Ca : P

SUMMARY

Brezovský M, Magula D, Bitter K, Chlebo P, Fatrcová-Šramková K, Palkovič J.: **Dietary calcium and phosphorus intake, the dietary calcium to phosphorus ratio and the risk of osteoporotic fractures in postmenopausal women**

Aim of study: The aim of the study was to examine the association between dietary calcium and phosphorus intake, the dietary Ca : P ratio and the risk of osteoporotic fractures.

Material and methods: During a period of 36 months, only postmenopausal women were selected (n = 114), who had suffered fractures in specific locations after low-energy trauma; bone mineral density was measured with DEXA scans and dietary calcium and phosphorus intake was calculated using a food frequency questionnaire. The patients were divided based on their previous fractures and T-scores (DEXA) according to the WHO criteria for osteoporosis (T-score < -2.5). The study comprised Group 1 – postmenopausal women (n = 58, mean age 65.18 ± 8.07 years) with previous osteoporotic fractures and T-scores > -2.5, Group 2 – postmenopausal women (n = 56, mean age 66.6174 years) with low-energy fractures and T-scores < -2.5, and Group 3 – postmenopausal women (n = 114, mean age 58.7678 years) without previous low-energy fractures and T-scores > -2.5.

Results: Dietary phosphorus intake exceeded dietary calcium intake in all groups of postmenopausal women. In Group 2 (osteoporotic fractures and osteoporosis), the dietary phosphorus intake was statistically significantly higher than in the control group (1 289 mg/day vs. 1 022 mg/day; p = 0.04). High dietary phosphorus intake was a risk factor for osteoporotic fractures only in Group 2 with T-scores < -2.5, quartile 1 (< 732.12 mg) vs. quartile 4 (> 1 358.22 mg) OR = 2.30 (p = 0.036; 95% CI 0.93–5.73). A low dietary Ca : P ratio of < 0.5 was a risk factor for osteoporotic fractures in both groups irrespective of the T-score. The dietary Ca : P ratio < 0.5 vs. Ca : P 0.87–1.14 (quartile 3 – reference quartile) increased the risk of osteoporotic fractures in Group 1 (OR = 8.8; p = 0.0009; 95% CI 2.29–33.84) as well as in Group 2 (OR = 3.3; p = 0.046; 95% CI 0.90–12.36). The Ca:P ratio > 1.09 (quartile 4) vs. Ca : P 0.88–1.09 (quartile 3) decreased the risk of fractures only in Group 2 (OR = 0.30; p = 0.01; 95% CI 0.11–0.81) and was a protective factor against fractures.

Conclusion: In the prevention of osteoporosis and osteoporotic fractures, effort should be made not only to increase dietary calcium intake but also to decrease high dietary phosphorus intake.

Keywords: risk of osteoporotic fractures, dietary calcium intake, dietary phosphorus intake, dietary calcium to phosphorus ratio

Adresa: MUDr. Marcel Brezovský, Kliniken Erlabrunn, Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie Am Märzenberz 1A, 083 59 Breitenbrunn, Germany, e-mail: marcel.brezovsky@post.sk

Došlo do redakcie: 25. 4. 2014

Prijato k tisku: 4. 8. 2014

Úvod

Fosfor a vápnik sú esenciálne minerálne pre kostné tkanivo dôležité pre kostnú výstavbu vo všetkých fázach života. Zatiaľ čo z nutričného hľadiska je úloha a význam vitamínu D a vápnika v prevencii zlomenín pomerne dobre preskúmaná, je význam fosforu menej objasnený [1]. Niektoré intervenčné štúdie preukázali, že vysoký príjem fosforu poškodzuje kostné tkanivo prostredníctvom zvýšenej sekrécie parathormónu [3].

Zatiaľ čo dietetický príjem vápnika v západných krajinách je nižší ako odporúčaná výživová dávka (OVD), príjem P je oproti OVD 2–3 násobne vyšší [3,5]. Jednou z hlavných príčin vyššieho príjmu fosforu ako vápnika je jeho ubikvitérny výskyt v potravinách. Existuje množstvo druhov potravín, ktoré zabezpečujú prísun fosforu v strave, zatiaľ čo 80 % príjmu vápnika v strave pozostáva z mliečnych výrobkov [8]. Ďalšou príčinou je znížená konzumácia mlieka a vyššia konzumácia kolových nápojov, obsahujúcich len málo vápnika a veľké množstvo kyseliny fosforečnej [6]. Ďalším faktorom vedúcim k zvýšenému príjmu fosforu je čoraz častejšie použitie aditív v potravinách (polyfosfáty, kyselina fosforečná a fosfáty). Príjem fosfátov z aditív v potravinách sa za desaťročie (1980–1990) zvýšil o 17 % [7]. Odhaduje sa, že príjem fosforu z aditív v potravinách tvorí až 20–30 % z celkového denného príjmu fosforu (320 mg/deň). V roku 1990 tvoril priemerný príjem fosfátov z aditív v potravinách 470 mg/deň [3].

Materiál a metódy

V longitudinálnej štúdii za obdobie 36 mesiacov sme v súbore žien starších ako 50 rokov, ktoré boli vyšetrené v Osteocentre Špecializovanej nemocnice sv. Svorada Zobor, n. o. v Nitre, zisťovali vzťah medzi denným príjmom kalcia a fosforu v potrave a anamnestickom údajom o prekonanej osteoporotickej zlomenine a hodnotou kostnej minerálnej denzity vyjadrenej ako T-skóre (merané metódou DEXA na prístroji Hologic Discovery). Cieľom anamnézou v populácii postmenopauzálnych žien sme zisťovali prevalenciu tzv. low-energy zlomenín po menšom úraze suspektných z osteoporózy. Tieto charakterizuje vyšší vek (> 50 rokov), špecifický mechanizmus úrazu a špecifická lokalizácia. Na základe analýzy mechanizmu úrazu boli vyselektované len zlomeniny vznikajúce po menšom úraze. Tieto sú v súčasnosti definované ako pády z výšky zodpovedajúce najviac telesnej výške (pády zo stoja, zo stoličky, z postele a iné). Ostatné úrazové mechanizmy ako napr. pá-

dy z väčšej výšky (pády zo schodov), pády pri väčšej rýchlosti ako normálna chôdza (pády z bicykla, pri športe), resp. zlomeniny pri dopravných nehodách a zlomeniny vznikajúce priamym mechanizmom, ako pády ťažkých predmetov na končatinu, sme vylúčili. Okrem typických osteoporotických zlomenín, t. j. zlomeniny vertebrálne, zlomeniny proximálneho femuru a distálneho zápästia, sme na základe najnovších prác do štúdie zaradili aj pacientky so zlomeninami panvy, proximálneho humeru a aj so zlomeninami rebier a distálnej tibiae. Vybrané boli teda zlomeniny, ktoré sa vyskytli v oblastiach s vysokým podielom špongióznej kosti, t. j. oblasti, kde sa zlá kvalita kosti prejaví najskôr. Zlomeniny v oblastiach s vyšším podielom kortikálnej kosti sme z nášho výskumu vylúčili. Z celkového počtu vyše tisíc pacientiek bolo vybraných 114 pacientiek s danou zlomeninou, u ktorých dovtedy ešte nebola diagnostikovaná osteoporóza. Na základe merania hodnoty kostnej minerálnej denzity (proximálny femur a drieková chrbtica) vyjadrenej ako T-skóre (merané metódou DEXA na prístroji Hologic Discovery) boli ženy so zlomeninami rozdelené podľa kritérií SZO pre osteoporózu na dva súbory s T-skóre < -2,5 a s T-skóre > -2,5. Ku 114 pacientkám s prekonanými zlomeninami bol vybraný súbor žien o rovnakej veľkosti bez prekonanej zlomeniny a s hodnotou T-skóre > -2,5 (kontrolný súbor). Súbor 1 tvorili ženy s T-skóre, ktoré nezodpovedalo osteoporóze (najnižšia hodnota T-skóre nameraného na chrbtici alebo krčku stehennej kosti) s pozitívnym údajom o prekonanej zlomenine po malej traume, súbor 2 pozostával zo žien s T-skóre nižším ako -2,5 zodpovedajúcim osteoporóze, s udanou zlomeninou po malom úraze, súbor 3 (kontrolný súbor) tvorili ženy bez udanej zlomeniny, pri súčasnej hodnote T-skóre vyššej ako -2,5 (t. j. bez splnenia kritéria pre osteoporózu). Z počtu 224 pacientov sme dospeli k nasledovným charakteristikám jednotlivých súborov (tabuľka 1). V súbore 2 bola splnená podmienka definície SZO pre osteoporózu (hodnota T-skóre < -2,5 v driekovej chrbtici, alebo v oblasti krčka femuru).

Celkový denný príjem kalcia a fosforu v strave sme zisťovali pomocou tretieho Michaelssonovho frekvenčného nutričného dotazníka zostaveného špeciálne pre pacientov s osteoporózou upraveného pre naše podmienky [11]. Nutričný dotazník obsahoval celkovo 43 druhov potravín s najvyšším obsahom vápnika ako aj bežné druhy potravín. U mlieka a mliečnych výrobkov sme okrem frekvencie konzumácie zisťovali aj ich presné množstvo v decilitroch, resp. v gramoch. U ostatných druhov potravín sme zisťovali frekvenciu konzumácie za deň, týždeň, resp. za mesiac. Množstvo kal-

cia a fosforu v jednotlivých potravinách bolo prepočítané podľa potravinových tabuliek [16–21].

Pomocou štatistických nástrojov – analýzy rozptylu a Fisherovho testu kontrastov sme testovali, či existuje štatisticky významný rozdiel v dennom dietetickom príjme fosfátov a pomere Ca : P u postmenopauzálnych žien v skupine s pozitívnym anamnestickým údajom o prekonanej osteoporotickej zlomenine po menšom úraze oproti kontrolnej skupine postmenopauzálnych žien (bez prekonanej zlomeniny a s hodnotou T-skóre $> -2,5$ – nevyhovujúcemu kritériu pre osteoporózu podľa SZO). Skupinu postmenopauzálnych žien s pozitívnym údajom o prekonanej osteoporotickej zlomenine sme rozdelili na podskupiny podľa hodnoty namerného T-skóre – podľa kritérií SZO pre osteoporózu, na skupinu s hodnotou T-skóre $< -2,5$ a hodnotou T-skóre $> -2,5$. Nulová hypotéza znela, že neexistujú štatisticky významné rozdiely v dennom dietetickom príjme fosfátov, resp. pomere Ca : P medzi jednotlivými súbormi postmenopauzálnych žien. V súboroch s prekonanými zlomeninami sme predpokladali signifikantne vyšší denný dietetický príjem fosfátov, resp. nižší pomer Ca : P. Na výpočet rizika sme použili štatistický nástroj odds ratio – pomer pravdepodobnosti (OR). Parametrické údaje (dietetický príjem vápnika, dietetický príjem fosfátov, pomer Ca : P) v súbore pacientiek so zlomeninami boli rozdelené do kvartilov, vždy v porovnaní s údajmi pacientiek v kontrolnom súbore. Teda každý kvartil v súbore so zlomeninami bol vždy porovnávaný s rovnakým kvartilom v kontrolnom súbore. Za referenčný kvartil s rizikom 1,0 (OR = 1,0) bol vybraný ten kvartil, v ktorého rozmedzí sa nachádzala príslušná hodnota OVD pre daný testovaný nutričný faktor. Referenčný kvartil slúžil na porovnanie rizika zlomenín voči ostatným kvartilom.

Výsledky a diskusia

Priemerný výlučne dietetický príjem fosfátov v našej štúdii u všetkých postmenopauzálnych žien bol $1\,076,40 \pm 564,79$ mg/deň. Brot et al. vo svojom výskume u 510 postmenopauzálnych žien s priemerným vekom $50,6 \pm 2,8$ rokov zistil priemerný denný príjem fosfátov $1\,079$ mg/deň (minimum 361 mg/deň, maximum $2\,926$ mg/deň) [2]. V štúdiu osteoporotických zlomenín BRAZOS bol u postmenopauzálnych žien s prítomnými zlomeninami zistený denný príjem fosfátov 772 mg/deň oproti súboru žien bez osteoporotickej zlomeniny 730 mg/deň [15]. Zo štúdie NHANES z roku 1999–2000 a 2001–2002 bol u ženskej časti populácie vo veku 51–70 rokov ($n = 1\,300$) zistený priemerný denný príjem fosfátov $1\,076$ mg/deň (225 – $2\,489,9$ mg/deň). Zo štúdie americkej populácie NHANES III bol pre ženy vo veku 50–59 rokov zistený priemerný denný príjem fosfátov $1\,109$ mg/deň [10,11]. Vo fínskej populácii žien vo veku 24–65 ročných bol priemerný denný príjem fosfátov $1\,363$ mg/deň [14].

Ak ako referenciu použijeme odporúčanú výživovú dávku fosfátov pre 55–74 ročné ženy podľa Kajabu et al. [8] a Odporúčaných výživových dávok pre obyvateľstvo SR $1\,000$ mg/deň [13], tak v súbore so zlomeninami a s T-skóre $> -2,5$ bolo $41,38\%$ pacientiek s väčším ako denným odporúčaným príjmom fosfátov. V súbore žien so zlomeninami a s T-skóre $< -2,5$ až $57,14\%$ a v kontrolnom súbore $45,61\%$ s príjmom, ktorý bol väčší ako odporúčaný.

Pomocou analýzy rozptylu – Welsch Anova sme zistili štatisticky významné rozdiely v parametri denný dietetický príjem fosfátov medzi jednotlivými súbormi postmenopauzálnych žien ($p = 0,0407$). Pomocou Fisherovho testu kontrastov sme zistili štatisticky významný rozdiel na hlad-

Tabuľka 1
Charakteristika jednotlivých súborov

	Súbor 1	Súbor 2	Súbor 3
Počet (n)	58	56	114
Vek (roky)	$65,18 \pm 8,07$	$66,61 \pm 7,4$	$58,76 \pm 7,8$
T-skóre (DEXA)	T-skóre $> -2,5$ (bez osteoporózy)	T-skóre $< -2,5$ (osteoporóza prítomná)	T-skóre $> -2,5$ (bez osteoporózy)
T-skóre krčok femuru	$-0,88 \pm 0,56$	$-1,80 \pm 0,46$	$-0,59 \pm 0,45$
T-skóre lumb. chrbtice	$-0,96 \pm 0,52$	$-2,17 \pm 0,51$	$-0,61 \pm 0,51$
Osteoporotické zlomeniny (n)	prox. femur 5 stavec 12 dist. zápästie 19 ostatné 22	prox. femur 6 stavec 13 dist. zápästie 28 ostatné 9	nie
Priemerná hodnota denného príjmu kalcia v strave (mg/deň)	$861,09 \pm 419,16$	$1\,040,22 \pm 557,3$	$984,41 \pm 513,2$
Priemerná hodnota denného príjmu fosfátov v strave (mg/deň)	$977,33 \pm 373,71$	$1\,289,46 \pm 828,91$	$1\,022,15 \pm 453,45$
Priemerný pomer denného príjmu Ca : P v strave	$0,95 \pm 0,586$	$0,86 \pm 0,261$	$0,94 \pm 0,302$

Tabuľka 2

OR pre osteoporotické zlomeniny podľa denného dietetického príjmu fosfátov, súbor so zlomeninami bez diagnostikovanej osteoporózy vs. kontrola

	Kvartil 1	Kvartil 2	Kvartil 3	Kvartil 4
Fosfáty (mg/deň)	< 698,23	698,23–945,73	945,73–1 230,08	> 1 230,08
ODDS ratio	1,0 Referencia	1,24	1,83	0,79
p value		0,164	0,073	0,170
SE		0,461	0,452	0,482
95% CI		0,50	0,75	0,31
		3,05	4,43	2,04

Tabuľka 3

OR pre osteoporotické zlomeniny podľa denného dietetického príjmu fosfátov, súbor so zlomeninami s diagnostikovanou osteoporózou vs. kontrola

	Kvartil 1	Kvartil 2	Kvartil 3	Kvartil 4
Fosfáty (mg/deň)	< 732,12	732,12–998,67	998,67–1 358,22	< 1 358,22
ODDS ratio	1,0 Referencia	1,16	1,45	2,30
p value		0,184	0,139	0,036
SE		0,489	0,479	0,465
95% CI		0,45	0,57	0,93
		3,03	3,72	5,73

ne významnosti ($p < 0,05$) len medzi súborom pacientiek s prekonanými zlomeninami a diagnostikovanú osteoporózou (T-skóre $< -2,5$) a kontrolným súborom (1 289,46 vs. 1 022,15 mg/deň). Štatisticky signifikantný rozdiel medzi súborom s prítomnými osteoporotickými zlomeninami, ale bez diagnostikovanej osteoporózy vs. kontrolný súbor sme nezistili. Aj v štúdiu osteoporotických zlomenín BRAZOS bol zistený štatisticky signifikantný rozdiel v príjme fosfátov medzi pacientkami s a bez osteoporotických zlomenín ($p < 0,05$; 772 mg/deň vs. 730 mg/deň) [15].

Na výpočet rizika sme použili štatistický nástroj odds ratio. Najskôr sme pacientky v súboroch so zlomeninami rozdělili vždy spolu s pacientkami v kontrolnom súbore do kvartilov podľa parametra denný dietetický príjem fosfátov. Za referenčný kvartil s OR = 1,0 sme si stanovili prvý kvartil s najnižším denným dietetickým príjmom fosfátov. Predpokladali sme, že s vyšším denným dietetickým príjmom fosfátov bude riziko pre osteoporotické zlomeniny stúpať.

Štatistické údaje – OR pre zlomeniny v súbore postmenopauzálnych pacientiek s prekonanými osteoporotickými zlomeninami bez prítomnej osteoporózy uvádzame v tabuľke 2. Ako z nej ide vidieť, tak OR pre osteoporotické zlomeniny v kvartiloch so zvyšujúcim sa denným príjmom fosfátov až na posledný kvartil stúpalo, ale nebolo štatisticky signifikantne zvýšené.

Analýzu rizika sme uskutočnili aj v súbore postmenopauzálnych žien s prekonanými osteoporotickými zlomeninami a s diagnostikovanou osteoporózou s T-skóre $< -2,5$.

Ako vidieť z tabuľky 3 OR pre osteoporotické zlomeniny v kvartiloch so zvyšujúcim sa denným dietetickým príjmom fosfátov kontinuálne stúpalo. Pre štvrtý kvartil s najvyšším denným dietetickým príjmom fosfátov (1 358,22 mg/deň a viac) bolo riziko pre osteoporotické zlomeniny štatisticky signifikantne zvýšené (OR = 2,30; $p = 0,036$; 95% CI 0,93–5,73).

V súbore postmenopauzálnych žien s prekonanou osteoporotickou zlomeninou a s T-skóre $< -2,5$ sme preukázali, že so stúpajúcim denným dietetickým príjmom fosfátov riziko osteoporotických zlomenín stúpa. Dokázali sme, že zvyšujúci sa denný dietetický príjem fosfátov je rizikovým faktorom osteoporotických zlomenín.

Aj v brazílskej štúdiu osteoporotických zlomenín (BRAZOS) sa riziko pre osteoporotické zlomeniny zvyšovalo kontinuálne a síce o 9 % na každých 100 mg fosfátov (OR = 1,09; $p < 0,001$; 95% CI 1,04–1,13) [15].

Priemerný pomer Ca : P z dennej stravy u všetkých našich pacientiek bol $0,92 \pm 0,38$. Podľa odporúčaných výživových dávok pre vápnik (800 mg/deň) a fosfor (1 000 mg/deň) pre ženy vo veku 55–74 rokov na Slovensku vychádza ideálny požadovaný pomer Ca : P 0,8 [9]. Podľa odporúčaných vý-

Tabuľka 4

OR pre osteoporotické zlomeniny podľa pomeru Ca : P súbor bez diagnostikovanej osteoporózy vs. kontrola

Kvartil	1	2	3	4
Pomer Ca : P	< 0,68	0,68–0,87	0,87–1,14	> 1,14
ODDS ratio	3,2	0,75	1,0 Referencia	1,78
p value	0,008	0,183		0,094
SE	0,476	0,534		0,485
95% CI	1,26	0,26		0,69
	8,13	2,15		4,60

Tabuľka 5

OR pre osteoporotické zlomeniny podľa pomeru Ca : P, súbor s diagnostikovanou osteoporózou vs. kontrola

Kvartil	1	2	3	4
Pomer Ca : P	< 0,71	0,71–0,88	0,88–1,09	> 1,09
ODDS ratio	0,79	0,67	1,0 Referencia	0,30
p value	0,152	0,120		0,010
SE	0,443	0,452		0,500
95% CI	0,33	0,27		0,11
	1,88	1,61		0,81

živových dávok pre vápnik a fosfor je ideálny požadovaný pomer vápnika a fosforu v strave pre dospelú populáciu v USA 1 : 1, pre postmenopauzálne ženy 1,2 : 1 [3]. Ideálny požadovaný pomer vápnika a fosforu pre dospelých v severských krajinách Európy vypočítaný z odporúčaných výživových dávok napr. pre Fínsko je 1,33 (OVD pre Ca = 800/deň; P = 600 mg/deň) [12]. Z údajov štúdie NHANES II (1976–1980) bol zistený priemerný pomer Ca : P pre ženy všetkých vekových skupín 0,64 [10]. Brot et al. v dánskej štúdii zdravých perimenopauzálnych žien zistili priemerný pomer Ca : P 0,73 (0,31–1,43) [2]. Vo fínskej štúdii bol z bežného denného príjmu vápnika a fosforu vypočítaný priemerný pomer Ca : P u žien vo veku 25–64 rokov 0,74 [14].

Pomocou analýzy rozptylu – Welsch Anova sme štatisticky signifikantné rozdiely v parametri pomer Ca : P v dennej strave medzi jednotlivými súbormi postmenopauzálnych žien ($p = 0,2252$) nezistili.

Na výpočet rizika sme použili štatistický nástroj odds ratio. Najskôr sme pacientky v súboroch so zlomeninami rozdelili vždy spolu s pacientkami v kontrolnom súbore do kvartilov podľa pomeru Ca : P vypočítaného podľa semikvantitatívneho frekvenčného nutričného dotazníka. Za referenčný kvartil s OR = 1,0 sme si stanovili tretí kvartil s vyrovnaným pomerom Ca : P, ktorý sa najviac približoval 1 : 1. Predpokladali sme, že s vyšším denným dietetickým

príjmom vápnika, teda s pomerom Ca : P vyšším ako jedna, bude riziko pre osteoporotické zlomeniny klesať. Naopak v kvartiloch s nízkym pomerom Ca : P, teda s vyšším dietetickým príjmom fosfátov ako vápnika, bude riziko pre osteoporotické zlomeniny stúpať.

Ako vidieť z tabuľky 4 OR pre osteoporotické zlomeniny bolo štatisticky signifikantne zvýšené v prvom kvartile s najnižším pomerom Ca : P (OR = 3,2; $p = 0,008$; 95% CI 1,25–8,13). V kvartile s najvyšším pomerom Ca : P – v štvrtom kvartile sme štatisticky signifikantne znížené riziko pre osteoporotické zlomeniny nezaznamenali. OR sme prepočítali mimo funkcie kvartil pre pomer Ca : P < 0,5. V danom prípade bolo riziko pre osteoporotické zlomeniny tiež výrazne štatisticky signifikantne zvýšené (OR = 8,8; $p = 0,0009$; 95% CI 2,29–33,84).

V súbore postmenopauzálnych žien s prekonanými osteoporotickými zlomeninami bez diagnostikovanej osteoporózy sme preukázali, že pri nízkom pomere Ca : P, resp. ak bol pomer Ca : P < 0,68, sa OR pre osteoporotické zlomeniny zvyšovalo. V danom súbore sme dokázali, že nízky pomer Ca : P je rizikovým faktorom osteoporotických zlomenín.

V tom istom súbore sme pre kvartil s vyšším príjmom vápnika ako fosforu teda s pomerom Ca : P väčším ako 1,0 nepreukázali, že riziko pre osteoporotické zlomeniny znižuje. V danom súbore sme nedokázali, že pomer Ca : P väčší ako 1,0 je protektívny faktor osteoporotických zlomenín.

Analýzu rizika sme uskutočnili aj v súbore postmenopauzálnych žien s prekonanou osteoporotickou zlomeninou a s diagnostikovanou osteoporózou.

Ako vidieť z tabuľky 5 OR pre osteoporotické zlomeniny v kvartiloch s nízkym pomerom Ca : P štatisticky signifikantne nestúpalo. OR sme prepočítali mimo funkcie kvartil pre pomer Ca : P < 0,5. V danom prípade riziko pre osteoporotické zlomeniny bolo výrazne štatisticky signifikantne zvýšené (OR = 3,33; $p = 0,046$; 95% CI 0,90–12,36). V štvrtom kvartile, s najvyšším pomerom Ca : P, sme zaznamenali štatisticky signifikantne znížené riziko pre osteoporotické zlomeniny (OR = 0,30; $p = 0,01$; 95% CI 0,11–0,81).

V súbore postmenopauzálnych žien s prekonanými osteoporotickými zlomeninami s diagnostikovanou osteoporózou sme preukázali, že až pri pomere Ca : P < 0,5 sa OR pre osteoporotické zlomeniny štatisticky signifikantne zvyšovalo. V danom súbore sme dokázali, že pomer Ca : P < 0,5 je rizikovým faktorom osteoporotických zlomenín.

V tom istom súbore sme pre kvartil s vyšším príjmom vápnika ako fosforu teda s pomerom Ca : P väčším ako 1,0 nepreukázali, že riziko pre osteoporotické zlomeniny znižuje.

V danom súbore sme dokázali, že pomer Ca : P väčší ako 1,09 je protektívny faktor osteoporotických zlomenín.

Záver

V našej štúdii sme zistili, že dietetický príjem fosfátov prevyšoval dietetický príjem vápnika vo všetkých našich súborech. Pre zvyšujúci sa denný dietetický príjem fosfátov sme potvrdili zvýšené riziko pre osteoporotické zlomeniny len v súbore pacientiek s osteoporózou (T-skóre < -2,5). Nízky pomer Ca : P (< 0,5) bol rizikovým faktorom osteoporotických zlomenín nezávisle od hodnoty kostnej minerálnej denzity. V prevencii osteoporózy a znížení rizika osteoporotických zlomenín by sa mala väčšia pozornosť venovať okrem dosiahnutia adekvátneho príjmu vápnika aj redukcii pre naše krajiny charakteristického vysokého príjmu fosfátov.

Literatúra

1. Bischoff-Ferrari HA, Willett WC, Wong JB, Giovannucci E, Dietrich T, Dawson-Hughes B. Fracture prevention with vitamin D supplementation: a meta-analysis of randomized controlled trials. *JAMA* 2005;293:2257–2264.
2. Brot C, Jérgensen N, Madsen OR, Jensen LB, Sérensen OH. Relationships between bone mineral density, serum vitamin D metabolites and calcium:phosphorus intake in healthy perimenopausal women. *Journal of Internal Medicine* 1999;245: 509–516.
3. Calvo MS. Dietary phosphorus, calcium metabolism and bone. *J Nutr* 1993;123: 1627–1633.
4. Calvo MS, Kumar R, Heath H 3rd. Persistently elevated parathyroid hormone secretion and action in young women after four weeks of ingesting high phosphorus, low calcium diets. *J Clin Endocrinol Metab* 1990;70:1334–1340.
5. EFSA (European Food Safety Authority). Opinion of the Scientific Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies on a request from the Commission related to the Tolerable Upper 92 Intake Level of Phosphorus. *EFSA Journal* 2005;233:1–19. Available from: http://www.efsa.europa.eu/EFSA/efsa_locale-1178620753812_178620767179.htm
6. Guenther PM. Beverages in the diets of American teenagers. *I Am Diet Assoc* 1986;86:493–499.
7. International Food Additive Council. Disappearance of Phosphorus in U.S. Food Applications. 1992. International Food Additive Council, Atlanta, GA.
8. Kajaba I, Šimončič R, Ginter E et al. Odporúčané výživové dávky pre obyvateľstvo Slovenska (8. revízia OVD). *Výživa a zdravie* 1999;44(2):25–29.
9. Life Sciences Research Office, Federation of American Societies for Experimental Biology. Nutrition Monitoring in the United States—An Update Report on Nutrition Monitoring. 1989. Prepared for the U.S. Department of Agriculture and the U.S. Department of Health and Human Services. DHHS publication no. (PHS) 89–1255. Government Printing Office, Washington, DC.
10. Metz JA, Anderson JJ, Gallagher Jr PN. Intakes of calcium, phosphorus, and protein, and physical-activity level are related to radial bone mass in young adult women. *Am J Clin Nutr* 1993;58:537–542.
11. Michaëlsson K, Melhus H, Bellocco R, Wolk A. Dietary calcium and vitamin D intake in relation to osteoporotic fracture risk. *Bone* 2003;32(6):694–703.
12. National Nutrition Council. Finnish Nutrition Recommendations – Diet and physical activity in balance. Helsinki: Edita; 2005.
13. OVD SR. Odporúčané výživové dávky. In: *Vestník MZ SR*, roč. 45, čiastka 7–8, zo dňa 28. apríla 1997.
14. Paturi M, Tapanainen H, Reinivuo H, Pietinen P. (ed.). The National FINDIET 2007 Survey. 2008. Kansanterveyslaitoksen julkaisu B23/2008. Helsinki: Yliopistopaino.
15. Pinheiro MM, Schuch NJ, Genaro PS, Ciconelli RM, Ferraz MB, Martini LA. Nutrient intakes related to osteoporotic fractures in men and women – The Brazilian Osteoporosis Study (BRAZOS). *Nutrition Journal* 2009, 8:6.
16. Vojtaššáková A, Kovačiková E, Holčíková K, Simonová E. *Potravinové tabuľky: Mlieko a vajcia*. 1. vyd. Bratislava 2000; VÚP, s. 188.
17. Vojtaššáková A, Kovačiková E, Holčíková K, Simonová E. *Potravinové tabuľky: Tuky, olejiny, oleje a orechy*. 1. vyd. Bratislava 2000; VÚP, s. 203.
18. Vojtaššáková A, Kovačiková E, Holčíková K, Simonová E. *Potravinové tabuľky: Ovocie a zelenina*. 1. vyd. Bratislava 1997; VÚP, s. 208.
19. Vojtaššáková A, Kovačiková E, Holčíková K, Simonová E. *Potravinové tabuľky: Obilniny a strukoviny*. 1. vyd. Bratislava 1999; VÚP, s. 268.
20. Vojtaššáková A, Kovačiková E, Holčíková K, Simonová E. *Potravinové tabuľky: Ryby*. 1. vyd. Bratislava 2001; VÚP, s. 179.
21. Vojtaššáková A, Kovačiková E, Holčíková K, Simonová E. *Potravinové tabuľky: Pokrm*. 1. vyd. Bratislava 2002; VÚP, s. 235.