

Spożycie wapnia a gęstość mineralna kośćca i ryzyko złamań u wegetarian i wegan

Calcium intake, bone mineral density and risk of fractures in vegetarians and vegans

PAULINA NOWACZYK^{1/}, KATARZYNA KOZANECKA^{2/}, JOANNA BAJERSKA^{1/}

^{1/} Instytut Żywienia Człowieka i Dietetyki, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

^{2/} Studentka Kierunku Dietetyka, Wydział Nauk o Żywności i Żywieniu, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

Zainteresowanie wegetariańskim sposobem żywienia systematycznie wzrasta. Jednak całkowita lub częściowa eliminacja z diety produktów pochodzenia zwierzęcego może nieść za sobą ryzyko wystąpienia niedoborów pokarmowych, m.in. wapnia. Rezultaty zebranych badań dowodzą, że najbardziej niedoborową w ten składnik jest dieta wegańska. Racje pokarmowe osób stosujących taki system żywienia charakteryzowała 2-, 3-krotnie niższa podaż wapnia w porównaniu do poziomu tego makroelementu w diecie osób stosujących tradycyjny sposób żywienia lub mniej restrykcyjne odmiany jarstwa, tj. dietę pesco-wegetariańską, wegetariańską, laktowegetariańską i laktoowo-wegetariańską. Jednak niższe spożycie wapnia obserwowane w grupach osób realizujących jarski sposób żywienia nie zawsze związane było z niższą gęstością mineralną kości i wyższym ryzykiem złamań, w porównaniu do osób stosujących dietę tradycyjną. Niemniej, w przypadku wegan, których dzienne spożycie wapnia było niższe niż 525 mg, ryzyko złamań istotnie wzrastało. Dlatego też osoby stosujące restrykcyjne odmiany jarstwa powinny dokładnie komponować swoje racje pokarmowe pod względem podaży wapnia, zwracając jednocześnie uwagę na czynniki zwiększające i ograniczające wchłanianie tego makroelementu.

Słowa kluczowe: *wapń, osteoporoza, wegetarianizm, weganizm*

Interest in vegetarian diets is growing systematically. However, total or partial elimination of animal-origin foods from the diet may result in dietary deficiencies such as calcium. The results of the above studies indicate that among the various types of vegetarian diet, the vegan diet is the most deficient in calcium. The daily calcium intake of people following a vegan diet were two or three times lower compared to the intake level of this macroelement in the diet of those with traditional eating habits or those following less restrictive vegetarian diets, for example pesco-vegetarian, vegetarian, lacto-vegetarian and lacto-ovo-vegetarian diets. However, this lower intake of calcium observed in subjects following vegetarian diets, was not always associated with lower bone mineral density or higher risk of fractures, as compared to those with traditional eating habits. Nevertheless, in the case of vegans with a daily calcium intake lower than 525 mg, the risk of fractures increased significantly. For this reason, those following restrictive types of vegetarian diet should carefully monitor their diet in terms of calcium intake, while paying attention to any factors that tend to increase or reduce absorption of this particular macroelement.

Key words: *calcium, osteoporosis, vegetarianism, veganism*

© *Probl Hig Epidemiol* 2018, 99(4): 303-309

www.phie.pl

Nadesłano: 23.08.2018

Zakwalifikowano do druku: 01.10.2018

Adres do korespondencji / Address for correspondence

dr inż. Paulina Nowaczyk

Instytut Żywienia Człowieka i Dietetyki

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

ul. Wojska Polskiego 31, 60-624 Poznań

tel. 618 48 73 32, e-mail: paulina.nowaczyk@up.poznan.pl

Wprowadzenie

Wapń (*Calcium* – Ca) jest makroelementem niezbędnym do prawidłowego funkcjonowania organizmu. Ponad 99% jego zasobów, w postaci związanej z fosforem, znajduje się w kościach i zębach, odpowiadając za ich strukturę i twardość. Około 1% wapnia jest składnikiem płynów organicznych i pełni niezbędną rolę w procesie krzepnięcia krwi, prawidłowej pracy serca oraz mięśni [1]. Zalecane dzienne spożycie wapnia u zdrowych, dorosłych osób wynosi ok. 1000 mg i jest wyższe w przypadku dzieci, osób starszych, a także kobiet ciężarnych, karmiących i w okresie menopauzy [1, 2]. Z danych literaturowych wynika, że zapotrzebowanie na wapń trudno jest realizować

stosując ograniczenia dietetyczne, narzucane przez diety wegetariańskie lub wegańskie [3, 4]. Często diety te są również niedoborowe w wit. D i wit. B₁₂, cynk, miedź – składniki sprzyjające absorpcji wapnia z pożywienia [5]. Dodatkowo należy wspomnieć, że wapń pochodzący ze źródeł roślinnych jest trudniej przyswajalny, niż ten dostarczany z produktów pochodzenia zwierzęcego. Obecny w niektórych roślinach kwas szczawiowy (szczaw, szpinak, rabarbar), czy fitynowy (rośliny strączkowe, produkty zbożowe) utrudniają wchłanianie wapnia. Eliminacja z diety mleka i jego przetworów (laktoza zwiększa wchłanianie wapnia) oraz zbyt duże spożycie roślin z rodziny psiankowatych (szczególnie pomidorów, ziemniaków,

bakłażanów i słodkiej papryki – zawierających solaninę), również może być czynnikiem utrudniającym wchłanianie wapnia z pożywienia [6, 7].

Zawartość wapnia we krwi jest utrzymywana w ścisłej równowadze przy udziale systemu hormonalnego i biochemicznego. Dla ciągłego utrzymywania prawidłowego stężenia wapnia we krwi, pomiędzy kośćcem a krwią odbywa się nieustanna wymiana jego małych ilości [6]. Dlatego też w stanach niedoboru wapnia, pierwiastek ten jest resorbowany z kośćca do płynu zewnątrzkomórkowego i razem z wapniem dostarczonym z pożywienia zostaje rozdystrybuowany do właściwych tkanek. Następnie w procesie absorpcji zostaje on częściowo przywrócony do kości. Z uwagi na ograniczoną wydajność tego procesu, część wapnia jest jednak wydalana wraz z moczem. W przypadku zbyt małej podaży wapnia dostarczanego z pożywieniem, jego dzienny ubytek z kośćca może wynosić nawet ok. 200 mg [8]. Postępująca dekalcyfikacja prowadzi do zmniejszenia gęstości kości i obniżenia ich wytrzymałości na uszkodzenia [9].

Spżycie wapnia w grupach osób stosujących dietę tradycyjną i różne odmiany jarstwa

W badaniach przeprowadzonych przez Larsson & Johansson [10] wykazano, że spżycie wapnia przez szwedzkich nastolatków, realizujących dietę wegańską było prawie 3-krotnie niższe w porównaniu do zawartości tego makroelementu w racjach pokarmowych nastolatków stosujących dietę tradycyjną i średnio o 10-14% niższe w stosunku do zapotrzebowania (tab. I). Podobnie sytuacja kształtowała się w grupach badanych przez Fontana i wsp. [11] oraz Ho-Pham i wsp. [12], gdzie dzienna podaż wapnia była niemal 2-krotnie niższa wśród osób stosujących dietę wegańską w porównaniu do osób na tradycyjnej diecie mieszanej. Knurick i wsp. [13] podają, że dzienna podaż wapnia w dietach osób stosujących dietę tradycyjną, laktoowegetariańską i wegańską wynosiła, odpowiednio 939 mg, 746 mg i 768 mg [13]. Z kolei w badaniach Outila i wsp. [14] odnotowano wyższą dzienną podaż wapnia w diecie osób stosujących dietę laktowegetariańską (1159 mg/dzień), w porównaniu do osób stosujących dietę tradycyjną (808 mg/dzień) oraz dietę wegańską (743 mg/dzień). W badaniach prezentowanych przez Kim i wsp. 2007 [15] obserwowano porównywalne spżycie wapnia w grupie kobiet po menopauzie stosujących dietę wegetariańską i tradycyjną. W badaniach Crowe i wsp. [16] i Appleby i wsp. [17] zauważono, że dzienne spżycie wapnia w grupie osób stosujących dietę tradycyjną, wegetariańską i pesco-wegetariańską było zbliżone, natomiast w przypadku wegan spżycie to było znacząco niższe i wynosiło odpowiednio 557 i 527,6 mg [16, 17]. Podobne rezultaty, ale z nieco większym średnim

spżyciem wapnia we wszystkich badanych grupach, uzyskała Clarys i wsp. [4]. Dzienna podaż wapnia w grupie osób stosujących dietę tradycyjną wynosiła 1199 mg, wegetariańską 1465 mg, semiwegetariańską i pesco-wegetariańską odpowiednio po 1470 mg, natomiast wegańską 738 mg (tab. I).

Wpływ różnych odmian jarstwa na gęstość mineralną kości

Właściwy sposób żywienia jest jedną z najistotniejszych metod zapobiegania osteopenii, a w konsekwencji również osteoporozy. Odpowiedni poziom spżycia wapnia i wit. D zapewnia utrzymanie dobrego stanu układu kostnego. W przypadku długotrwałego niedoboru wapnia, w połączeniu z niedostatecznym spżyciem wit. D może dojść do hipokalcemii, manifestującej się zmniejszeniem stężenia wapnia całkowitego w surowicy krwi <2,25 mmol/l lub spadkiem stężenia wapnia zjonizowanego <0,95 mmol/l [18]. Niedobór wapnia i wit. D może również zaburzać równowagę pomiędzy działaniem osteoblastów i osteoklastów (odpowiedzialnych kolejno za budowę i rozpad tkanki kostnej), co w konsekwencji prowadzi do ubytku masy kostnej. Z mniejszą gęstością mineralną kośćca (*bone mineral density* – BMD) wiąże się zwiększone ryzyko złamań u osób starszych i kobiet w okresie okołomenopauzalnym [19]. Wyniki badań przeprowadzonych przez Outila i wsp. [14] u osób realizujących wegański sposób żywienia w porównaniu z osobami stosującymi dietę tradycyjną, wskazują istotnie niższe wartości BMD w odcinku lędźwiowym kręgosłupa (L₂-L₄), ale nie w szyjce kości udowej (tab. II). Fontana i wsp. [11] notowali istotnie niższe wartości BMD w obrębie kości udowej, w odcinku lędźwiowym kręgosłupa, jak i całego szkieletu u wegan w porównaniu z osobami stosującymi dietę mieszaną. Z kolei Ho-Pham i wsp. [12] i Knurick i wsp. [13] oraz Kim i wsp. [15] i Wang i wsp. [20] nie odnotowali istotnych statystycznie różnic w BMD pomiędzy osobami stosującymi tradycyjny sposób żywienia a wegetarianami oraz osobami stosującymi tradycyjny mieszany sposób żywienia a weganami.

W badaniach przedstawionych przez Ho-Pham i wsp. [12] oraz Appleby i wsp. [17] nie wykazano istotnych różnic w zapadalności na złamania kości w zależności od rodzaju stosowanej diety (tab. III). Nie zmienia to jednak faktu, iż z punktu widzenia klinicznego różnice odnotowane przez Appleby i wsp. [17] zdają się być znaczące, zwłaszcza w odniesieniu do diety tradycyjnej i wegańskiej. Wśród kobiet i mężczyzn stosujących dietę wegańską występowanie przypadków złamań było odpowiednio o 1,28 i 1,30 razy wyższe w porównaniu do osób stosujących tradycyjny model żywienia. Warto także wspomnieć, że u 44% osób stosujących dietę wegańską dzienna

Tabela I. Podaż wapnia (mg/dzień) w diecie osób realizujących poszczególne odmiany jarstwa i tradycyjny sposób żywienia
Table I. Calcium intake (mg/day) in people on various vegetarian diets and those with traditional eating habits

Lp	Autorzy badania /Authors	Kraj /Country	Rodzaj badań /Type of study	Czas stosowania diet (w latach) /Years on a diet	Wiek (w latach) /Age (in years)	n
1.	Outila, et al., 2000 [14]	Finlandia /Finland	prospektywne /prospective ¹	7	34	28
2.	Larsson, et al., 2002 [10]	Szwecja /Sweden	przekrojowe /cross sectional	>0,5	16-20	60
3.	Fontana, et al., 2005 [11]	USA	przekrojowe /cross sectional	>4	33-85	36
4.	Appleby, et al., 2007 [17]	Wielka Brytania /Great Britain	prospektywne (badanie EPIC) /prospective (EPIC study) ¹		20-89	34696
5.	Kim, et al., 2007 [15]	Korea Południowa /South Korea	przekrojowe /cross sectional	>20	61	152
6.	Crowe, et al., 2010 [16]	Wielka Brytania /Great Britain	prospektywne (badanie EPIC) /prospective (EPIC study) ¹	11,6-15,5	20-76	2107
7.	Ho-Pham, et al., 2012 [12]	Wietnam /Vietnam	prospektywne /prospective ¹	średnio /on average 34	>50	181
8.	Clarys, et al., 2014 [4]	Belgia /Belgium	przekrojowe /cross sectional		20-69	1475
9.	Knurick, et al., 2015 [13]	USA	przekrojowe /cross sectional	> 1	19-50	82

DT – dieta tradycyjna (spożywanie produktów pochodzenia roślinnego i zwierzęcego, w tym mięsa różnych gatunków zwierząt) /traditional diet (consumption of food products of plant and animal origin, including meat of various animal species)

SEM – dieta semiwegetariańska (spożywanie czerwonego mięsa, drobiu i ryb, ale nie częściej niż raz w tygodniu) /semi-vegetarian diet (consumption of red meat, poultry or fish, but no more than once a week)

PESC – dieta pesco-vegetariańska (rezygnacja ze spożywania mięsa, brak rezygnacji ze spożywania ryb) /pesco-vegetarian diet (abstaining from the consumption of meat but not of fish)

WEG – dieta wegetariańska (rezygnacja ze spożywania mięsa i ryb, brak rezygnacji ze spożywania przetworów mlecznych i jaj) /vegetarian diet (abstaining from the consumption of meat and fish but not of dairy products and eggs)

Tabela II. Gęstość mineralna kośćca (M±SD) u osób stosujących poszczególne odmiany jarstwa i tradycyjny sposób żywienia
Table II. Bone mineral density (M±SD) in people on various vegetarian diets and those with traditional eating habits

Lp	Autorzy badania /Authors	Kraj /Country	Rodzaj badań /Type of study	Czas stosowania diet (w latach) /Years on a diet	Wiek (w latach) /Age (in years)	n	Płeć /Gender
1.	Outila, et al., 2000 [14]	Finlandia /Finland	prospektywne /prospective	7	34	28	K /W 100%
2.	Fontana, et al., 2005 [11]	USA	przekrojowe /cross-sectional	>4	33-85	36	K /W 39% M /M 61%
3.	Kim, et al., 2007 [15]	Korea Południowa /South Korea	przekrojowe /cross-sectional	>20	61	152	K /W 100%
4.	Wang, et al., 2008 [20]	Tajwan /Taiwan	przekrojowe /cross-sectional	≥5	21-89	1865	K /W 55% M /M 45%
5.	Ho-Pham, et al., 2012 [12]	Wietnam /Vietnam	prospektywne /prospective	średnio /on average 34	>50	181	K /W 100%
6.	Knurick, et al., 2015 [13]	USA	przekrojowe /cross-sectional	>1	19-50	82	K /W 71% M /M 29%

Opisy skrótów znajdują się pod tabelą I /Abbreviations are explained in the table I

Tabela III. Złamania u osób stosujących poszczególne rodzaje diet
Table III. Fractures in people on particular types of diet

Lp	Autorzy badania /Authors	Kraj /Country	Czas trwania obserwacji (w latach) /Follow-up (in years)	Czas stosowania diet jaskich w momencie włącznie do badania /Years on vegetarian diet at the baseline	Wiek (lata) /Age (years)	n
1.	Appleby, et al., 2007 [17]	Wielka Brytania /Great Britain	5,2		20-89	34 696
2.	Ho-Pham, et al., 2012 [12]	Wietnam /Vietnam	2	średnio /on average 34	> 50	181
3.	Lousuebsakul-Matthews, et al., 2014 [23]	USA	5		> 30	33 208

Opisy skrótów znajdują się pod tabelą I /Abbreviations are explained in the table I

c.d. Tab. I
cont. Tab. I

Lp	Płeć /Gender	Rodzaj stosowanej diety /Type of diet							Referencyjne wartości spożycia (mg/dzień) /Reference intake (mg/day)
		M±SD							
		DT	SEM	PESC	WEG	LOV	LAC	VEG	
1.	K /W 100%	808±240 ^a					1159±462 ^b	743±180 ^a	
2.	K /W 50%	1328±372 ^b						538±350 ^a	600
	M /M 50%	1697±444 ^b						517±158 ^a	
3.	K /W 39%	1093±394						579±260 ²	
	M /M 61%								
4.	K /W 77%	995±303		1029±337	1018±357			586±226 ²	700
	M /M 23%	1062±325		1086±355	1085±402			603±232 ²	
5.	K /W 100%	438,9±212,3 ^a			492,1±188,9 ^a				
6.	K /W 80%	1026±311 ^b		1019±353 ^b	1019±379 ^b			557±188 ^a	
	M /M 20%								
7.	K /W 100%	M (25-75 percentyl) 590 (420-763) ^b			M (25-75 percentyl) 300 (182-432) ^a				
8.	K /W 75%	1199±682 ^b	1470±712 ^c	1470±765 ^{bc}	1465±819 ^c			738±456 ^a	
	M /M 25%								
9.	K /W 71%	939±516 ^a				746±422 ^a		768±415 ^a	
	M /M 29%								

LOV – dieta laktowowegetariańska (rezygnacja ze spożywania mięsa i ryb, przy spożywaniu co najmniej trzech porcji produktów mlecznych lub jaj w tygodniu) /lacto-ovo-vegetarian diet (abstaining from the consumption of meat and fish, but consuming at least three servings of dairy products and/or eggs per week)
LAC – dieta laktowegetariańska (rezygnacja ze spożywania mięsa, ryb oraz jaj, przy spożywaniu produktów mlecznych) /lacto-vegetarian diet (abstaining from the consumption of meat, fish and eggs, but consuming dairy products)

VEG – dieta wegańska (spożywanie wyłącznie produktów pochodzenia roślinnego) /vegan diet (consumption of exclusively food products of plant origin)

¹ – wartości wyjściowe (w momencie włączenia do badania) /data refers to baseline calcium intake figures (at the time of inclusion in the study)

² – nie oceniono istotności statystycznej w wielkości podaży wapnia w poszczególnych rodzajach diet /the statistical significance of differences in calcium intake in various types of diet was not assessed

^{a,b,c} – odmienne inskrypcje literowe świadczą o różnicach istotnych statystycznie /the letter distinctions indicate statistically significant differences

c.d. Tab. II
cont. Tab. II

Lp	Część szkieletu /Part of skeleton	Rodzaj stosowanej diety /Type of diet [g/cm ³]				
		DT	WEG	LOV	LAC	VEG
1.	Odcinek L ₂ -L ₄ kręgosłupa /Lumbar spine L ₂ -L ₄	1,18±0,1 ^a			1,14±0,06 ^{ab}	1,03±0,17 ^b
	Kość szyjki udowej /Femoral neck	1,00±0,11 ^a			0,96±0,06 ^a	0,84±0,12 ^a
2.	Cały szkielet /Total body	1,17±0,13 ^a				1,04±0,10 ^b
	Odcinek L ₂ -L ₄ kręgosłupa /Lumbar spine L ₂ -L ₄	1,05±0,14 ^a				0,87±0,11 ^b
	Kość szyjki udowej /Femoral neck	0,80±0,12 ^a				0,68±0,14 ^b
3.	Odcinek L ₂ -L ₄ kręgosłupa /Lumbar spine L ₂ -L ₄	0,81±0,16 ^a	0,81±0,14 ^a			
	Kość szyjki udowej /Femoral neck	0,71±0,11 ^a	0,68±0,14 ^a			
4.	Odcinek L ₂ -L ₄ kręgosłupa /Lumbar spine L ₂ -L ₄	0,97±0,18 ^a	0,95±0,18 ^a			
	Kość szyjki udowej – biodro prawe /Femoral neck – right hip	0,83±0,14 ^a	0,81±0,13 ^a			
5.	Odcinek L ₂ -L ₄ kręgosłupa /Lumbar spine L ₂ -L ₄	0,79±0,13 ^a				0,77±0,14 ^a
	Kość szyjki udowej /Femoral neck	0,64±0,13 ^a				0,62±0,14 ^a
6.	Cały szkielet /Total body	1,18±0,11 ^a		1,12±0,10 ^a		1,13±0,11 ^a

c.d. Tab. III
cont. Tab. III

Lp	Miara zastosowana do oceny ryzyka /Risk measure	Płeć /Gender	Rodzaj stosowanej diety /Type of diet				p
			DT	PESC	WEG	VEG	
1.	wskaźnik współczynników zapadalności kontrolowany ze względu na wiek /age-adjusted incidence rate ratio	K /W 77%	1	1,07 (0,92-1,24)	0,99 (0,87-1,13)	1,28 (0,95-1,72)	NS
		M /M 23%	1	0,95 (0,65-1,39)	1,04 (0,79-1,36)	1,30 (0,85-2,00)	NS
		Ogółem /Total	1	1,05 (0,90-1,20)	1,01 (0,89-1,13)	1,37 (1,07-1,74)	NS
2.	Ryzyko względne /relative risk	K /W 100%	1			1,02 (0,54-1,92)	NS
3.	Współczynnik złamań kości biodrowej na 1000 osób na rok, kontrolowany ze względu na wiek badanych /age-adjusted rate per 1000 person-years	K /W 58%	1,6		1,99	2,99	
		M /M 42%					

podaż wapnia wynosiła < 525 mg/dzień, podczas gdy w grupie osób stosujących tradycyjny model żywienia odsetek ten wynosił 4,5% (tab. I). Podaż wapnia równa 525 mg/dzień odpowiada, ustalonym dla populacji Wielkiej Brytanii, średniemu zapotrzebowaniu grupy (podaż pokrywająca zapotrzebowanie 50% populacji w danej grupie wiekowej). Key i wsp. [21] w populacji brytyjskiej odnotowali o 1,75 i 1,15 razy wyższe występowanie przypadków złamań u kobiet i u mężczyzn spożywających z dietą mniej niż 525 mg wapnia na dzień, w porównaniu do osób, których dzienna racja pokarmowa dostarczała co najmniej 1200 mg tego pierwiastka. Szczególnie narażone na ryzyko złamań były kobiety < 50 r.ż. Występowanie przypadków złamań wśród kobiet < 50 r.ż. i ≥ 50 r.ż. spożywających mniej niż 525 mg wapnia było odpowiednio o ponad 2,06 i 1,53 razy wyższe niż wśród równolatek spożywających dziennie co najmniej 1200 mg wapnia. Z kolei Warensjö i wsp. [22] odnotowali o 26% wyższe ryzyko wystąpienia złamania u Szwedek przyjmujących z dietą poniżej 765 mg wapnia na dzień, w porównaniu z kobietami dostarczającymi z dzienną racją pokarmową co najmniej 903 mg tego makroelementu.

W badaniach prowadzonych przez Lousuebsakul-Matthews i wsp. [23] w populacji Adwentystów Dnia Siódmego (kościół propagujący dietę wegańską; nie wszyscy wyznawcy są jednak wegetarianami, niemniej członkowie tej wspólnoty spożywają jedynie mięso ściśle określonych gatunków zwierząt [24]), odnotowano wyższy roczny współczynnik złamań w obrębie stawu biodrowego u osób stosujących modele żywienia wegański i wegetariański, w porównaniu z osobami niestosującymi diet wegetariańskich (tab. III). Autorzy omawianego badania zauważyli, że czynnikiem żywieniowym mogącym modyfikować ryzyko złamania kości udowej była również wielkość podaży białka w diecie. Wśród osób nieprzestrzegających diety wegetariańskiej, po wyeliminowaniu wpływu wielkości podaży wapnia w diecie, odnotowano o 82% niższe ryzyko złamania w grupie spożywającej nasiona roślin strączkowych co najmniej raz dziennie, w porównaniu do osób spożywających te produkty rzadziej niż raz w tygodniu oraz o 46% niższe ryzyko złamania u osób spożywających mięso > 3 razy w tygodniu, w porównaniu z osobami spożywającymi produkty mięsne 1-3 razy w tygodniu (w obu przypadkach różnice były istotne statystycznie). Z kolei wśród Adwentystów stosujących wegetariański model żywienia, odnotowano o 52% niższe ryzyko złamania w grupie spożywającej nasiona roślin strączkowych co najmniej raz dziennie, w porównaniu do osób spożywających te produkty rzadziej niż raz w tygodniu oraz o 66% niższe ryzyko złamania w grupie spożywającej roślinne analogi mięsa co najmniej raz dziennie, w porównaniu do osób spożywających te produkty rzadziej

niż raz w tygodniu (różnice nie osiągnęły znamienności statystycznej) [23]. Problem wpływu wielkości spożycia białka na metabolizm kostny jest bardzo złożony. Wyższa podaż białka w diecie związana jest z wyższym poziomem insulinopodobnego czynnika wzrostu 1 (*insulin-like growth factor 1* – IGF-1), który nasila aktywność osteoblastów i promuje mineralizację macierzy kostnej. Ponadto może przyczyniać się do poprawy absorpcji wapnia, szczególnie w przypadku diet o niskim udziale tego składnika mineralnego. Białko wspomaga utrzymanie odpowiedniej struktury kości, oddziałuje hamująco na działanie hormonu przytarczyc – parathormonu (*parathyroid hormone* – PTH) i wpływa korzystnie na siłę mięśni – te wszystkie czynniki wpływają pozytywnie na metabolizm kostny. Z drugiej strony, od dawna wiadomo, że wzrost podaży białka w diecie skutkuje wzrostem wydalania wapnia z moczem. Dodatkowo produkty charakteryzujące się wysoką zawartością białka, szczególnie te bogate w aminokwasy siarkowe, mogą wpływać na przesunięcie równowagi kwasowo-zasadowej ustroju w kierunku kwasowym. Spadek pozakomórkowego pH stymuluje resorpcję wapnia z kości [25]. Stosowanie diet wegetariańskich, potencjalnie uboższych w białko, mogłoby przekładać się na niższe wydalanie wapnia z moczem. Mangels [5] oraz Grzelak i wsp. [26] wskazują, że diety wegetariańskie, ze względu na wysoki udział w nich warzyw i owoców, zapewniają jednocześnie wysoką podaż składników mineralnych takich jak magnez, cynk i potas, co może ograniczać zakwaszający wpływ nadmiernego spożycia białka i tym samym zapobiegać zwiększonemu stężeniu wapnia w moczu. Warzywa i owoce są także bogatym źródłem substancji o działaniu antyoksydacyjnym, w tym związków polifenolowych. Wyniki licznych badań sugerują, że polifenole mogą odgrywać istotną rolę w spowolnianiu związanej z wiekiem utraty masy kostnej [27] oraz profilaktyce chorób, w których stres oksydacyjny jest jednym z czynników etiopatogenetycznych, w tym też osteoporozy [28]. Bezmięсны sposób żywienia związany jest również ze wzrostem spożycia produktów na bazie soi. Przypuszcza się, że zawarte w produktach sojowych izoflawony, dzięki działaniu estrogenopodobnemu, mogą korzystnie wpływać na stan mineralny kości, szczególnie u kobiet w wieku okołomenopauzalnym. Związki te wykazują potencjał do hamowania działania osteoklastów i pobudzania działania osteoblastów [29]. Niemniej wyniki badań dotyczące wpływu spożywania izoflawonów sojowych na gęstość kości nie są jednoznaczne. Metaanaliza opublikowana przez Ma i wsp. [30] wykazała, że przyjmowanie izoflawonów sojowych spowalnia proces utraty masy kostnej kręgosłupa u kobiet wieku okołomenopauzalnym, a efekt ten jest szczególnie widoczny przy dziennej podaży tych związków wynoszącej > 90 mg. Autorzy wspomnianej metaanalizy

sugerują, że korzystny efekt stosowania izoflawonów sojowych może być widoczny już po 6 miesiącach terapii. Odmienne wnioski wyciągnęli z kolei Liu i wsp. [31] oraz Ricci i wsp. [32]; przeprowadzone przez tych autorów metaanalizy nie potwierdziły bowiem znamiennego wpływu przyjmowania preparatów izoflawonów sojowych na spowolnienie tempa utraty masy kostnej u kobiet.

Macdonald i wsp. [33] twierdzą, że na gęstość mineralną kości, u osób o ekstremalnie niskim spożyciu wapnia, ma także wpływ ilość spożywanych kwasów tłuszczowych. Wyższe spożycie jedno- i wielonienasyconych kwasów tłuszczowych u kobiet w okresie okołomenopauzalnym związane było z niższą gęstością kośćca. Według autorów obecność w diecie zbyt dużej ilości tych kwasów powoduje tworzenie nierozpuszczalnych związków wapnia i kwasów tłuszczowych, zmniejszając tym samym absorpcję wapnia z pożywienia [33]. Na ryzyko wystąpienia zmian osteoporotycznych, oprócz niedostatecznej podaży wapnia i wit. D, wpływa również wiele innych czynników, tj. uwarunkowania genetyczne, zmiany hormonalne, brak aktywności fizycznej, palenie tytoniu, nadmierne spożycie alkoholu, przyjmowanie niektórych leków, obecność współistniejących chorób. Według Burckhardt'a, czynniki te nie wykazują jednak tak dużego wpływu na stan kości jak podaż wapnia, dlatego wpływu tych czynników nie uwzględniono w niniejszym opracowaniu [34].

Aby dokładnie wyjaśnić zależność pomiędzy spożyciem wapnia i składników sprzyjających jego wchłanianiu w dietach wegańskich i wegetariańskich a zmianami osteoporotycznymi potrzebna jest większa ilość badań [35].

Podsumowanie

Rezultaty zebranych badań dowodzą, że stosowanie diety wegetariańskiej i wegańskiej często wiąże się z obniżonym spożyciem wapnia oraz wit. D. Jednak, niższe spożycie wapnia obserwowane w grupach osób realizujących diety bezmięsne nie zawsze związane było z niższymi wartościami BMD i wyższym ryzykiem złamań, w porównaniu do osób stosujących diety tradycyjną. Z kolei, w przypadku diet wegańskich, w których dzienne spożycie wapnia było niższe niż 525 mg, ryzyko złamań istotnie wzrastało. Dlatego też osoby stosujące restrykcyjne diety roślinne powinny uważnie komponować swoje racje pokarmowe pod względem podaży wapnia, zwracając jednocześnie uwagę na czynniki zwiększające wchłanianie tego makroelementu.

Źródło finansowania: Praca nie jest finansowana z żadnego źródła.

Konflikt interesów: Autorzy deklarują brak konfliktu interesów.

Piśmiennictwo / References

- Otten JJ, Pitz Hellwig J, Meyers LD. Vitamins and minerals. Calcium. [w:] Dietary DRI Reference Intakes. Otten JJ, Pitz Hellwig J, Meyers LD (eds). National Academies Press, Washington 2006: 286-296.
- Wojtasik A, Jarosz M, Stoś K. Składniki mineralne. [w:] Normy żywienia dla populacji polskiej – nowelizacja. Jarosz M (red). IŻŻ, Warszawa 2012: 123-142.
- Dyett P, Rajaram S, Haddad EH, Sabate J. Evaluation of a validated food frequency questionnaire for self-defined vegans in the United States. *Nutrients* 2014, 6(7): 2523-2539.
- Clarys P, Deliens T, Huybrechts I, et al. Comparison of nutritional quality of the vegan, vegetarian, semi-vegetarian, pescovegetarian and omnivorous diet. *Nutrients* 2014, 6(3): 1318-1332.
- Mangels AR. Bone nutrients for vegetarians. *Am J Clin Nutr* 2014, 100(suppl): 496S-475S.
- Platta A. Rola żywienia w profilaktyce i leczeniu osteoporozy u kobiet. *Zesz Nauk AM w Gdyni* 2014, 86: 16-28.
- Agnoli C, Baroni L, Bertini I, et al. Position paper on vegetarian diets from the working group of the Italian Society of Human Nutrition. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2017, 27(12): 1037-1052.
- WHO, FAO. Calcium. [w:] Vitamin and mineral requirements in human nutrition. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome 2004: 59-93.
- Peacock M. Calcium metabolism in health and disease. *Clin J Am Soc Nephrol* 2010, 5(suppl 1): S23-S30.
- Larsson CL, Johansson GK. Dietary intake and nutritional status of young vegans and omnivores in Sweden. *Am J Clin Nutr* 2002, 76(1): 100-106.
- Fontana L, Shew JL, Holloszy JO, Villareal DT. Low bone mass in subjects on a long-term raw vegetarian diet. *Arch Intern Med* 2005, 165(6): 684-689.
- Ho-Pham LT, Vu BQ, Lai TQ, et al. Vegetarianism, bone loss, fracture and vitamin D: a longitudinal study in Asian vegans and non-vegans. *Eur J Clin Nutr* 2012, 66(1): 75-82.
- Knurick JR, Johnston CS, Wherry SJ, Aguayo I. Comparison of correlates of bone mineral density in individuals adhering to lacto-ovo, vegan or omnivore diets: a cross-sectional investigation. *Nutrients* 2015, 7(5): 3416-3426.
- Outila TA, Kärkkäinen MU, Seppänen RH, Lamberg-Allardt CJ. Dietary intake of vitamin D in premenopausal, healthy vegans was insufficient to maintain concentrations of serum 25-hydroxyvitamin D and intact parathyroid hormone within normal ranges during the winter in Finland. *J Am Diet Assoc* 2000, 100(4): 434-441.
- Kim MH, Choi MK, Sung CJ. Bone mineral density of Korean postmenopausal women is similar between vegetarians and nonvegetarians. *Nutr Res* 2007, 27(10): 612-617.

16. Crowe FL, Steur M, Allen NE, et al. Plasma concentrations of 25-hydroxyvitamin D in meat eaters, fish eaters, vegetarians and vegans: results from the EPIC-Oxford study. *Public Health Nutr* 2011, 14(2): 340-346.
17. Appleby P, Roddam A, Allen N, Key T. Comparative fracture risk in vegetarians and nonvegetarians in EPIC-Oxford. *Eur J Clin Nutr* 2007, 61(12): 1400-1406.
18. Kokot F. Przemiana wapnia. [w:] *Gospodarka wodno-elektrolitowa i kwasowo-zasadowa w stanach fizjologii i patologii*. Kokot F (red). PZWL, Warszawa 2005: 129-156.
19. Brzozowska A. Składniki mineralne. Makroelementy. [w:] *Żywność człowieka. Podstawy nauki o żywieniu*. Gawęcki J (red). PWN, Warszawa 2010: 228-239.
20. Wang YF, Chiu JS, Chuang MH, et al. Bone mineral density of vegetarian and non-vegetarian adults in Taiwan. *Asia Pac J Clin Nutr* 2008, 17(1): 101-106.
21. Key TJ, Appleby PN, Spencer EA, et al. Calcium, diet and fracture risk: a prospective study of 1898 incident fractures among 34696 British women and men. *Public Health Nutr* 2007, 10(11): 1314-1320.
22. Warensjö E, Byberg L, Melhus H, et al. Dietary calcium intake and risk of fracture and osteoporosis: prospective longitudinal cohort study. *BMJ* 2011, 342: d1473.
23. Lousuebsakul-Matthews V, Thorpe DL, Knutsen R, et al. Legumes and meat analogues consumption are associated with hip fracture risk independently of meat intake among Caucasian men and women: the Adventist Health Study-2. *Public Health Nutr* 2014, 17(10): 2333-2343.
24. Jaksz-Recmanik E, Puzoń I. Zachowania zdrowotne dotyczące diety zależne od wyznania religijnego na przykładzie wyznawców Kościoła Adwentystów Dnia Siódmego, islamu oraz judaizmu. *Probl Pielęg* 2014, 22(3): 288-292.
25. Ho-Pham LT, Nguyen ND, Nguyen TV. Effect of vegetarian diets on bone mineral density: a Bayesian meta-analysis. *Am J Clin Nutr* 2009, 90(4): 943-950.
26. Grzelak T, Suliga K, Pelczyńska M i wsp. Ocena częstości stosowania suplementów diety wśród wegetarian oraz osób odżywiających się tradycyjnie. *Probl Hig Epidemiol* 2017, 98(2): 170-176.
27. Hubert PA, Lee SG, Lee SK, Chun OK. Dietary polyphenols, berries, and age-related bone loss: a review based on human, animal, and cell studies. *Antioxidants* 2014, 3(1): 144-158.
28. Rao LG, Kang N, Rao AV. Polyphenol antioxidants and bone health: a review. [w:] *Phytochemicals – a global perspective of their role in nutrition and health*. Rao V (ed). InTech, Rijeka 2012: 467-486.
29. Gheribi E. Znaczenie fitoestrogenów roślinnych w profilaktyce osteoporozy. *Post Fitoter* 2012, 3: 192-196.
30. Ma DF, Qin LQ, Wang PY, Katoh R. Soy isoflavone intake increases bone mineral density in the spine of menopausal women: meta-analysis of randomized controlled trials. *Clin Nutr* 2008, 27(1): 57-64.
31. Liu J, Ho SC, Su YX, et al. Effect of long-term intervention of soy isoflavones on bone mineral density in women: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Bone* 2009, 44(5): 948-953.
32. Ricci E, Cipriani S, Chiaffarino F, et al. Soy isoflavones and bone mineral density in perimenopausal and postmenopausal western women: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *J Womens Health (Larchmt)* 2010, 19(9): 1609-1617.
33. Macdonald HM, New SA, Golden MH, et al. 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. *Am J Clin Nutr* 2004, 79(1): 155-165.
34. Burckhardt P. The role of low acid load in vegetarian diet on bone health: a narrative review. *Swiss Med Wkly* 2016, 146: w14277.
35. Lanham-New SA. Is 'vegetarianism' a serious risk factor for osteoporotic fracture? *Am J Clin Nutr* 2009, 90(4): 910-911.