

# Diety roślinne a ryzyko rozwoju osteoporozy

## Plant-based diet and risk for osteoporosis

Jolanta Dardzińska<sup>1</sup>,  
Dagmara Banach<sup>2</sup>,  
Sylvia Małgorzewicz<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Zakład Żywienia Klinicznego i Dietetyki,  
Katedra Żywienia Klinicznego,  
Gdański Uniwersytet Medyczny

<sup>2</sup>Licencjat kierunku dietetyka, Wydział Nauk  
o Zdrowiu, Gdański Uniwersytet Medyczny

### STRESZCZENIE

W ostatnich latach coraz większą popularność zyskują diety roślinne, przedstawiane jako zdrowy wzorzec żywieniowy zapobiegający wielu chorobom cywilizacyjnym. Wykluczenie z diety pewnych produktów spożywczych, a nawet całych ich grup może jednak budzić obawy o niedobory wielu witamin i składników mineralnych. Celem pracy jest przegląd literatury dotyczący wpływu diety roślinnej na funkcjonowanie układu kostnego i ryzyko rozwoju osteoporozy (gęstość kości, prawdopodobieństwo złamań). W artykule przedstawiono także proponowane mechanizmy wpływu diety roślinnej na kości oraz omówiono ochronną rolę różnych składników występujących w żywności pochodzenia roślinnego.

(*Forum Zaburzeń Metabolicznych* 2016, tom 7, nr 3, 99–105)

**Słowa kluczowe:** osteoporoza, złamania osteoporotyczne, gęstość kości, spożycie wapnia, dieta roślinna

### ABSTRACT

Plant-based diet are gaining popularity recently and are presented as a healthy dietary pattern that could prevent many diseases of civilization. Exclusion from the diet of certain foods and even the whole groups of products can raise concerns about potential shortages of many vitamins and minerals. The aim of this work was to review the literature surrounding the effects of plant-based diet on the functioning of the skeletal system and risk for osteoporosis (bone density, fracture probability). In the article we also presented the proposed mechanisms concerning the impact of plant-based diet on bones and discussed the protective role of the different components involved in foods of plant origin.

(*Forum Zaburzeń Metabolicznych* 2016, tom 7, nr 3, 99–105)

**Key words:** osteoporosis, osteoporotic fractures, bone density, calcium intake, plant-based diet

### WSTĘP

Osteoporoza to obecnie najbardziej rozpowszechniona choroba układu kostnego. Charakteryzuje się zmniejszeniem masy kostnej oraz obniżeniem jej jakości wskutek

zaburzeń mikroarchitektury tkanki kostnej. Konsekwencją tego zjawiska jest zwiększenie podatności kości na złamania, do których może dojść nawet po niewielkim urazie (tzw. złamaniaiskoenergetyczne) [1].

### Adres do korespondencji:

dr n. med. Jolanta Dardzińska  
Zakład Żywienia Klinicznego i Dietetyki  
GUMed, ul. Dębinki 7, 80–211 Gdańsk  
tel.: 660 08 22 99  
e-mail: annadar@gumed.edu.pl

Copyright © 2016 Via Medica  
ISSN 2081–2450

►► Szczytowa wartość gęstości mineralnej kości jest osiągnięta średnio w wieku 30–39 lat ◀◀

►► Czynnikiem ryzyka osteoporozy są: wiek, płeć, rasa, zbyt wczesna lub zbyt późna menopauza, niedobór hormonów płciowych i niski BMI ◀◀

Osteoporoza, podobnie jak choroby układu sercowo-naczyniowego, należy do istotnych problemów zdrowia publicznego w krajach cywilizowanych. Jest to konsekwencja niekorzystnych zmian w stylu życia, w tym również w sposobie żywienia. Niewłaściwa dieta bez wątpienia zwiększa ryzyko rozwoju osteoporozy. W ostatnich latach coraz większą popularność zyskują diety składające się wyłącznie lub w znakomitej większości z produktów pochodzenia roślinnego (weganizm i wegetarianizm). Są one przedstawiane jako zdrowy wzorzec żywieniowy mogący zapobiegać wielu chorobom cywilizacyjnym. Niepokój związany ze stosowaniem tego typu diet wiąże się z potencjalnymi niedoborami witamin i składników mineralnych, jakie może nieść za sobą wykluczenie z diety pewnych produktów spożywczych, a nawet całych ich grup (np. nabiału).

#### CZYNNIKI RYZYKA ROZWOJU OSTEOPOROZY

Na wytrzymałość kości ma wpływ zarówno masa (gęstość mineralna) jak i jakość tkanki. Szczytowa wartość gęstości mineralnej kości osiągnięta jest średnio w wieku 30–39 lat. Następnie rozpoczyna się powolny proces utraty masy kostnej, który u kobiet przybiera na sile w okresie menopauzy, po czym w okolicach 60. roku życia tempo zjawiska zwalnia i utrzymuje się na jednym poziomie do końca życia [1]. U mężczyzn proces ten przebiega wolniej, nie zauważa się także jego okresowego nasilenia. Najbardziej narażone na złamania są osoby w starszym wieku, które osiągnęły niską szczytową masę kości, a proces utraty tkanki kostnej jest u nich szybki [1]. Wpływ na ryzyko choroby mają głównie predyspozycje genetyczne i zachowania związane ze stylem życia (w tym sposób odżywiania i aktywność fizyczna, a także używki). Czynnikiem ryzyka osteoporozy są także wiek, płeć, rasa, zbyt wczesna lub zbyt późna menopauza, niedobór hormonów płciowych i niski wskaźnik masy ciała (BMI, *body mass index*) [1, 2].

#### PROFILAKTYKA OSTEOPOROZY

W chwili rozpoznania osteoporozy, czyli najczęściej w momencie pierwszego złamania, głównym sposobem leczenia jest farmakoterapia, a dieta bywa jedynie jego uzupełnieniem. Należy jednak podkreślić, że w schorzeniu tym decydującą rolę odgrywa prewencja [2]. Do modyfikowalnych czynników ryzyka rozwoju osteoporozy należy palenie papierosów, picie alkoholu oraz nadmierne spożycie kawy [1, 2]. Podstawowym elementem profilaktyki wdrażanym od wczesnego dzieciństwa powinna być regularna, dostosowana do stanu zdrowia danej osoby aktywność fizyczna. Brak obciążeń mechanicznych indukowanych ćwiczeniami fizycznymi prowadzi do zaburzeń mineralizacji i w konsekwencji niekorzystnych zmian jakościowych i ilościowych w tkance kostnej [1, 2]. Wśród czynników związanych z dietą wyróżnia się głównie: odpowiednią ilość wapnia i jej prawidłowy stosunek do fosforu oraz unikanie składników, które mogą obniżać przyswajalność i biodostępność tego pierwiastka. Ponadto niezmiernie ważna jest adekwatna podaż witaminy D i białka, a także prawidłowe spożycie magnezu, potasu, cynku, miedzi, manganu, krzemu i witamin B6, K, A i C [3, 4]. Warto podkreślić, że żywienie w niewielkim stopniu wpływa na wytrzymałość już ukształtowanej tkanki kostnej dorosłego człowieka. Ma ono jednak decydujący wpływ na jakość i ilość masy kostnej w okresie jej intensywnej budowy, czyli w dzieciństwie, okresie dojrzewania i wczesnej adolescencji [3, 4].

#### ROLA POSZCZEGÓLNYCH SKŁADNIKÓW POKARMOWYCH W METABOLIZMIE KOŚCI

Zapotrzebowanie na wapń, podstawowy składnik budulcowy kości i zębów, wynosi około 1000 mg/dobę u osób dorosłych. W polskiej populacji podaż wapnia kształtuje się na poziomie około 50–60% zapotrzebowania [1]. Zawartość tego pierwiastka w różnych produktach spożywczych przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Zawartość wapnia w różnych produktach pochodzenia zwierzęcego i roślinnego

Produkt spożywczy	Zawartość wapnia (mg/100 g)
Mleko	120
Kefir	293
Ser Gouda	807
Sardynki w oleju	330
Fasola sucha	163
Soja	204
Jarmuż	157
Migdały	239
Mak	1266

Opracowanie własne na podstawie: Kunachowicz i wsp. 2005 [5]

Głównym źródłem wapnia w diecie Europejczyków są mleko i jego przetwory (ok. 70–75%), a uzupełnieniem produkty zbożowe i warzywa [3]. Przyswajalność wapnia z produktów roślinnych jest niższa ze względu na obecność w nich dużej ilości składników antyodżywczych, takich jak kwas fitynowy, kwas szczawiowy, czy też nierozpuszczalnych frakcji błonnika [6]. Warto także wspomnieć o bogatych w wapń wysoko zmineralizowanych wodach oraz wzbogacanych sokach (ok. 150–500 mg wapnia w 1 l) [6]. Autorzy artykułów dotyczących roli diety w prewencji osteoporozy często zgodnie twierdzą, że „codzienne zapotrzebowanie na wapń najłatwiej jednak pokryć, spożywając regularnie produkty mleczne” [3]. Oprócz całkowitej ilości wapnia, ważnym aspektem jest także odpowiedni stosunek wapnia do fosforu, co ma wpływ na gospodarkę wapniową w organizmie. Za najbardziej korzystny stosunek dla osób dorosłych uznano 1:1. Ilość fosforu w przeciętnej diecie jest z reguły wyższa niż zalecana. Może to prowadzić do zahamowania wchłaniania wapnia w przewodzie pokarmowym oraz nasilać procesy kościogubne poprzez

zwiększenie ilości parathormonu (PTH). Nadmiar fosforu w diecie jest spowodowany powszechnym występowaniem tego pierwiastka w żywności naturalnej (mięso, ryby, jaja, nabiał, produkty zbożowe) oraz przetworzonej [3].

W metabolizmie wapnia i fosforu dużą rolę odgrywa witamina D. Zwiększa ona wchłanianie wapnia z przewodu pokarmowego, obniża stężenie PTH we krwi oraz zapobiega utracie masy kostnej. Niedobory witaminy D są obecnie powszechnym problemem. Synteza skórna może pokryć nawet 90% dziennego zapotrzebowania, nie dotyczy to jednak osób starszych oraz unikających słońca. Ponadto w naszej szerokości geograficznej w okresie jesienno-zimowym taka synteza nie zachodzi [7]. W żywności witamina D występuje w niewielkich ilościach — głównie w produktach pochodzenia zwierzęcego [3]. Dlatego bez względu na wzorzec żywienia konieczna jest suplementacja [7].

Na prawidłowy proces kościotworzenia, a później ryzyko szybkiej utraty masy kości ma wpływ także odpowiednia podaż białka [6]. Jego spożycie zgodne z zaleceniami, czyli około 1 g/kg masy ciała, nawet przy niskim stężeniu wapnia w diecie, zmniejsza ryzyko rozwoju osteoporozy [6]. Wpływ optymalnego spożycia białka na zmniejszenie ryzyka złamań nadgarstka wykazała przeprowadzona w Stanach trwająca 25 lat obserwacja 1865 kobiet (w tym 718 wegetarianek i 1142 odżywiających się tradycyjnie). Efekt nie zależał od źródła białka [8]. Wykazano również, że nadmierne spożycie białka jest niekorzystne. Powoduje zwiększenie utraty wapnia z kości i nasilenie jego wydalania z moczem. Oszacowano, że jeden dodatkowy gram białka w diecie powoduje utratę 1 mg wapnia z moczem. Takie działanie dotyczy głównie białka zwierzęcego, które szczególnie charakteryzuje się tak zwanymi właściwościami zakwaszającymi [3].

►► W metabolizmie wapnia i fosforu dużą rolę odgrywa witamina D. Zwiększa ona wchłanianie wapnia z przewodu pokarmowego, obniża stężenie PTH we krwi oraz zapobiega utracie masy kostnej ◀◀

►► Na prawidłowy proces kościotworzenia, a później zmniejszenie ryzyka szybkiej utraty masy kości, wpływa także odpowiednia podaż białka ◀◀

Tabela 2. Analiza spożycia wapnia (mg/d.) wśród osób stosujących różne odmiany vegetarianizmu oraz osób spożywających mięso (dieta tradycyjna), na podstawie: [9, 10]

Badanie	Weganie	Laktoowegetarianie	Pescowegetarianie	Dieta tradycyjna
Clarys i wsp. [9]	738 ± 456	1465 ± 819	1470 ± 765	1199 ± 682
Davey i wsp. [10]	M 610 ± 241 K 582 ± 242	1087 ± 368 1012 ± 356	1081 ± 368 1021 ± 344	1057 ± 332 989 ± 334

▶ Istnieje wiele odmian diet roślinnych. Najbardziej restrykcyjnymi, które nie dopuszczają stosowania żadnych produktów pochodzenia zwierzęcego, są weganizm lub ścisły wegetarianizm ◀◀

▶ Gęstość mineralna kości jest najczęściej wykorzystywanym wskaźnikiem ryzyka rozwoju osteoporozy ◀◀

### ANALIZA POZIOMU SPOŻYCIA WAPNIA I WITAMINY D U OSÓB STOSUJĄCYCH DIETY ROŚLINNE

Istnieje wiele odmian diet roślinnych. Najbardziej restrykcyjnymi, które nie dopuszczają stosowania żadnych produktów pochodzenia zwierzęcego, są weganizm lub ścisły wegetarianizm. Istnieją obawy, czy eliminacja nabiału umożliwi pokrycie zapotrzebowania na wapń. Wyniki analiz bazujących na kwestionariuszach spożycia produktów spożywczych [9, 10] pokazują, że u osób stosujących laktoowegetarianizm (odmiana wegetarianizmu niewykluczająca nabiału i jaj) oraz pescowegetarianizm (odmiana wegetarianizmu niewykluczająca nabiału, jaj oraz ryb) podaż wapnia jest na takim samym lub nawet nieznacznie wyższym poziomie jak u osób spożywających mięso. Natomiast weganie spożywają istotnie mniej wapnia (dane zawarto w tab. 2). Spożycie witaminy D jest istotnie niższe u wegan (0,88–1,56  $\mu\text{g}/\text{dobę}$ ) niż u osób odżywiających się tradycyjnie (2,9–3,39  $\mu\text{g}/\text{dobę}$ ) [10] — jak już jednak wspomniano — zapotrzebowanie na witaminę D określa się na 20–25  $\mu\text{g}/\text{dobę}$  (800–1000 j.m./dobę) [7]. Natomiast wyniki oznaczeń 25-hydroksycholekalcyferolu we krwi w różnych pod względem stosowanych diet grupach ludności są sprzeczne [11, 12]. Tłumaczy się to faktem, że istnieje wiele innych czynników niż sposób żywienia wpływających na stężenie tego metabolitu — na przykład ekspozycja na światło słoneczne, stopień

zanieczyszczenia powietrza i szerokość geograficzna miejsca zamieszkania.

### BMD I CZĘSTOŚĆ ZŁAMAŃ U OSÓB STOSUJĄCYCH DIETY ROŚLINNE

Gęstość mineralna kości (BMD, *bone mass density*) jest najczęściej wykorzystywanym, choć niedoskonałym, wskaźnikiem ryzyka rozwoju osteoporozy. Niska BMD jest jednym z kryteriów diagnostycznych tego schorzenia i może prognozować zwiększone ryzyko złamań [2]. W tabeli 3 zebrano wyniki wielu badań gęstości mineralnej kości wśród osób stosujących różne odmiany diet. Hipotezę o potencjalnych korzyściach białka roślinnego dla metabolizmu kości może potwierdzać wynik badania Frassetto i wsp. [19], w którym analizowali wpływ spożycia białka zwierzęcego i roślinnego na częstość występowania złamań biodra w 33 różnych regionach świata. Wykazali, że w krajach z wyższym spożyciem białka pochodzenia zwierzęcego odnotowuje się więcej incydentów złamań niż tam, gdzie zwyczajowo spożywa się głównie białko pochodzenia roślinnego [19]. Inne badanie oceniające wpływ rodzaju spożywanego białka na tkankę kostną przeprowadzili w grupie 1035 kobiet w wieku powyżej 65 lat Sellmeyer i wsp. [20]. Szybszą utratę tkanki kostnej mierzonej w szyjce kości udowej oraz zwiększone ryzyko złamania biodra zaobserwowano tam u kobiet, spożywających dużo białka pochodzenia zwierzęcego w stosunku do roślinnego. Istnieją

**Tabela 3. Gęstość mineralna kości u osób stosujących różne odmiany diet roślinnych oraz dietę tradycyjną, na podstawie: [13–18]**

Autor i rok badania	Grupy badane n	Wiek (zakres lub średnia) lata	Wyniki
Ho-Pham i wsp. 2009 [13]	Weganizm (n = 105) Dieta tradycyjna (n = 105)	50–85 50–85	Brak statystycznie istotnej różnicy w BMD
Wang i wsp. 2008 [14]	Wegetarianizm (n = 87) Dieta tradycyjna (n = 993)	20–89 20–89	
Lloyd i wsp. 1992 [15]	Laktoowovegetarianizm (n = 27) Dieta tradycyjna (n = 37)	28–45 28–45	
Tesar i wsp. 1992 [16]	Laktoowovegetarianizm (n = 28) Dieta tradycyjna (n = 28)	55–75 55–75	
Hunt i wsp. 1989 [17]	Wegetarianie (n = 144) Dieta tradycyjna (n = 146)	średnio 66,6 średnio 65,7	
Tylavsky i Anderson 1988 [18]	Laktoowovegetarianie (n = 88) Dieta tradycyjna (n = 282)	60–89 60–89	

przesłanki, że dieta wegańska dzięki właściwościom alkalizującym prawdopodobnie zmniejsza tempo utraty masy kostnej i ryzyko złamań [21].

### INNE CZYNNIKI MODULUJĄCE RYZYKO ZŁAMAŃ OSTEOPOROTYCZNYCH U OSÓB NA DIECIE ROŚLINNEJ

Analiza wzorców żywieniowych wegan wykazała, że obok mniejszego spożycia wapnia i witaminy D i białka spożywają oni także mniej kwasów omega-3 i witaminy B<sub>12</sub>, których źródłem są w większości lub wyłącznie produkty pochodzenia zwierzęcego. Ponadto diety wegetariańskie charakteryzują się gorszą biodostępnością cynku [22]. Sugeruje się, że niedobór witaminy B<sub>12</sub> może umiarkowanie zwiększać ryzyko złamań osteoporotycznych. Wyniki *Framingham Osteoporosis Study* sugerują jednak, że silnym niekorzystnym czynnikiem prognostycznym złamań jest podwyższone stężenie homocysteiny stwierdzone znacznie częściej u osób spożywających mięso [23]. Dieta wegańska, pod warunkiem że jest zbilansowana, zawiera znacznie większe ilości składników odżywczych o działaniu protekcyjnym, takich jak magnez, potas, witamina C

oraz liczne fitozwiązki o właściwościach antyoksydacyjnych i przeciwzapalnych [22]. Magnez i potas powszechnie występujące w owocach i warzywach są niezwykle istotnymi elementami warunkującymi zdrowie kości nie tylko przez wpływ alkalizujący [23]. Nie budzi też wątpliwości dobroczynny wpływ dużych ilości witaminy C warunkującej syntezę kolagenu w kościach [23, 24]. Należy podkreślić, że w wielu badaniach poziom spożycia tej witaminy powiązany z największym spowolnieniem tempa utraty masy kostnej i redukcji ryzyka złamań kilkakrotnie przekraczał tak zwane zalecane dzienne spożycie (RDA, *recommended dietary allowance*), czyli 75 mg dla kobiet i 90 mg dla mężczyzn [23]. Wykazano także ochronny wpływ na kość i redukcję ryzyka złamań dla beta-karotenu i likopenu obficie występujących w wegańskiej oraz wegetariańskiej diecie [25]. Wydaje się, że korzystne działanie mogą też wywierać fitoestrogeny [26]. Jest wiele wyników badań potwierdzających ochronną rolę dużego spożycia warzyw i owoców w prewencji osteoporozy [27–29]. W 2015 roku ukazało się niezwykle istotne badanie potwierdzające zależny od dawki wpływ spożycia warzyw

▶▶ Magnez i potas powszechnie występujące w owocach i warzywach są niezwykle istotnymi elementami warunkującymi zdrowie kości nie tylko przez wpływ alkalizujący ◀◀

▶▶ W 2015 roku potwierdzono zależny od dawki wpływ spożycia warzyw i owoców na zmniejszenie liczby złamań ◀◀

i owoców na zmniejszenie liczby złamań. Kilkunastoletnia obserwacja dotyczyła około 40 tysięcy Szwedek i ponad 40 tysięcy Szwedów w wieku 45–83 lat. U osób nie-spożywających tej grupy produktów stwierdzono o 88% większe ryzyko złamania biodra niż u tych, którzy przyjmowali zalecane 5 porcji dziennie (HR [hazard ratio] 1,88; 95% CI [confidence interval]: 1,53–2,32;  $p < 0,001$ ) [30]. Istnieją jedynie nieliczne prace bezpośrednio porównującą liczbę złamań u wegan w porównaniu z osobami spożywającymi produkty pochodzenia zwierzęcego. Ho-Pham i wsp. [31], którzy w 2009 roku ocenili gęstość kostną 210 kobiet po menopauzie prezentujących różne wzorce żywieniowe, obserwowali następnie tę samą grupę przez kolejne dwa lata. Okazało się, że liczba przypadków złamań kręgow u kobiet weganek i kobiet spożywających mięso była taka sama (5,7% v. 5,4%,  $p > 0,05$ ). Stwierdzono natomiast pozytywną zależność pomiędzy dużym spożyciem białka i tłuszczu pochodzenia zwierzęcego a tempem utraty masy kostnej. Autorzy wyciągają wniosek, że dieta wegańska nie ma negatywnego wpływu na tempo utraty kości i ryzyko osteoporotycznych złamań [31]. Potrzebne są oczywiście dalsze badania bezpośrednio oceniające liczbę złamań i wzorce żywieniowe.

### PODSUMOWANIE

Diety oparte na produktach pochodzenia roślinnego (szczególnie diety wegańskie) charakteryzują się dużo mniejszym spożyciem wapnia niż zalecane. Istnieją jednak przesłanki, że osoby stosujące diety roślinne nie znajdują się w grupie ryzyka zwiększonego ryzyka osteoporozy. Konieczne są dalsze badania nad wpływem wzorców żywieniowych opartych na produktach pochodzenia roślinnego na ryzyko rozwoju osteoporozy.

### PIŚMIENNICTWO

1. Tkaczuk-Włach J., Sobstyl M., Jakiel G. Osteoporoza — obraz kliniczny, czynniki ryzyka i diagnostyka. Przegląd Menopauzalny 2010; 2: 113–117.

2. Głuszko P., Lorenc R.S., Karczmarewicz E., Misiorowski W., Jaworski M. Polish guidelines for the diagnosis and management of osteoporosis: a review of 2013 update. Polskie Archiwum Medycyny Wewnętrznej 2014; 124: 255–263.
3. Włodarek D. Znaczenie diety w zapobieganiu osteoporozie. Endokrynologia, Otyłość i Zaburzenia Przemiany Materii 2009; 5: 245–253.
4. Kitchin B., Morgan S. Nutritional consideration in osteoporosis. Current Opinion in Rheumatology 2003; 15: 476–480.
5. Kunachowicz H., Nadolna I., Przygoda B., Iwanow K. Tabele składu i wartości odżywczej żywności. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2005.
6. Grygiel-Górniak B., Pawlak-Buś K., Leszczyński P. Sposób żywienia zapewniający optymalną podaż wapnia i witaminy D 3. Przegląd Menopauzalny 2012; 6: 501–505.
7. Pludowski P., Karczmarewicz E., Bayer M. i wsp. Polish guidelines for the supplementation of vitamin D and the treatment of deficits in Central Europe — recommended vitamin D intakes in the general population and groups at risk of vitamin D deficiency. Endokrynologia Polska 2013; 64: 319–327.
8. Thorpe D.L., Knutsen S.F., Beeson W.L., Rajaram S., Fraser G.E. Effect of meat consumption and vegetarian diet on risk of wrist fracture over 25 years in a cohort of peri- and postmenopausal women. Public Health Nutrition 2007; 11: 564–572.
9. Clarys P., Deliens T., Huybrechts I. i wsp. Comparison of nutritional quality of the vegan, vegetarian, semi-vegetarian, pesco-vegetarian and omnivorous diet. Nutrients 2014; 6: 1318–1332.
10. Davey G.K., Spencer E.A., Appleby P.N., Allen N.E., Knox K.H., Key T.J. EPIC-Oxford: lifestyle characteristics and nutrient intakes in a cohort of 33 883 meat-eaters and 31 546 non meat-eaters in the UK. Public Health Nutrition 2002; 6: 259–268.
11. Chan J., Jaceldo-Siegl K., Fraser G.E. Serum 25-hydroxyvitamin D status of vegetarians, partial vegetarians, and nonvegetarians: the Adventist Health Study-2. The American Journal of Clinical Nutrition 2009; 89: 1686–1692.
12. Crowe F.L., Steur M., Allen N.E., Appleby P.N., Travis R. C., Key T.J. Plasma concentrations of 25-hydroxyvitamin D in meat eaters, fish eaters, vegetarians and vegans: results from the EPIC-Oxford study. Public Health Nutrition 2010; 14: 340–346.
13. Ho-Pham L.T., Nguyen P.L., Le T.T. i wsp. Veganism, bone mineral density, and body composition: a study in Buddhist nuns. Osteoporosis International 2009; 20: 2087–2093.
14. Wang Y.-F., Chiu J.-S., Chuang M.-H., Chiu J.-E., Lin C.-L. Bone mineral density of vegetarian and non-vegetarian adults in Taiwan. Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition 2008; 17: 101–106.
15. Lloyd T., Schaeffer J.M., Walker M.A., Demers L.M. Urinary hormonal concentrations and spinal bone densities of premenopausal vegetarian and non-vegetarian women. The American Journal of Clinical Nutrition 1991; 54: 1005–1010.
16. Tesar R., Notelovitz M., Shim E., Kauwell G., Brown J. Axial and peripheral bone density and nutrient intakes

►► Dieta wegańska nie ma negatywnego wpływu na tempo utraty kości i ryzyko osteoporotycznych złamań ◀◀

- of postmenopausal vegetarian and omnivorous women. *The American Journal of Clinical Nutrition* 1992; 56: 699–704.
17. Hunt I.F., Murphy N.J., Henderson C. i wsp. Bone mineral content in postmenopausal women: comparison of omnivores and vegetarians. *The American Journal of Clinical Nutrition* 1989; 50: 517–523.
  18. Tylavsky F., Anderson J.J.B., Bone health of elderly lactoovovegetarian and omnivorous women. *The American Journal of Clinical Nutrition* 1988; 48: 842–849.
  19. Frassetto LA., Todd KM., Morris RC., Sebastian A. Worldwide incidence of hip fracture in elderly women: relation to consumption of animal and vegetable foods. *Journal of Gerontology* 2000, 55: 585–592.
  20. Sellmeyer DE., Stone KL., Sebastian A., Cummings SR. A high ratio of dietary animal to vegetable protein increases the rate of bone loss and the risk of fracture in postmenopausal women. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 2001, 73: 118–122.
  21. Ströhle A., Waldmann A., Koschizke J., Leitzmann C., Hahn A. Diet-dependent net endogenous acid load of vegan diets in relation to food groups and bone health-related nutrients: results from the German Vegan Study. *Annals of Nutrition and Metabolism* 2011; 59: 117–126.
  22. Tucker KL. Vegetarian diets and bone status. *American Journal of Clinical Nutrition* 2014; 100 (supl. 1): 329S–35S.
  23. Sahni S, Mangano KM, McLean RR, Hannan MT, Kiel DP. Dietary Approaches for Bone Health: Lessons from the Framingham Osteoporosis Study. *Current Osteoporosis Reports* 2015; 13: 245–255.
  24. Sahni S., Hannan M.T., Gagnon D. i wsp. High vitamin C intake is associated with lower 4-year in bone loss in elderly men. *Journal of Nutrition* 2008; 138: 1931–1938.
  25. Sahni S., Hannan M.T., Gagnon D. i wsp. Protective effect of total carotenoid and lycopene intake on the risk of hip fracture: a 17-year follow-up from the Framingham Osteoporosis Study. *Journal of Bone and Mineral Research* 2009; 24: 1086–1094.
  26. Setchell K.D., Lydeking-Olsen E. Dietary phytoestrogens and their effect on bone: evidence from in vitro and in vivo, human observational, and dietary intervention studies. *American Journal of Clinical Nutrition* 2003; 78: 593–609.
  27. Tucker K.L., Hannan M.T., Chen H., Cupples L.A., Wilson P.W., Kiel D.P. Potassium, magnesium, and fruit and vegetable intakes are associated with greater bone mineral density in elderly men and women. *American Journal of Clinical Nutrition* 1999; 69: 727–736.
  28. New SA. Intake of fruit and vegetables: implications for bone health. *Proceedings of the Nutrition Society*, 2003, 62: 889–899.
  29. Key T.J., Appleby P.N., Rosell M.S. Health effects of vegetarian and vegan diets. *Proceedings of the Nutrition Society* 2006; 65: 35–41.
  30. Byberg L., Bellavia A., Orsini N., Wolk A., Michaelsson K. Fruit and vegetable intake and risk of hip fracture: a cohort study of Swedish men and women. *Journal of Bone and Mineral Research* 2015; 30: 976–984.
  31. Ho-Pham L.T., Vu B.Q., Nguyen N.D., Nguyen T.V. Vegetarianism, bone loss, fracture and vitamin D: a longitudinal study in Asian vegans and non-vegans. *European Journal of Clinical Nutrition* 2012; 66: 75–82.