

Sposób żywienia zapewniający optymalną podaż wapnia i witaminy D₃

Nutritional habits providing optimal calcium and vitamin D₃ supply

Bogna Grygiel-Górniak^{1,3}, Katarzyna Pawlak-Buś^{1,2}, Piotr Leszczyński^{1,2}

¹Oddział Reumatologii i Osteoporozy, Szpital im. J. Strusia w Poznaniu;
ordynator Oddziału: dr hab. n. med. Piotr Leszczyński

²Pracownia Chorób Metabolicznych Kości i Tkanki Łącznej, Klinika Reumatologii i Rehabilitacji,
Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu;
kierownik Kliniki: dr hab. n. med. Włodzimierz Samborski, prof. UM

³Katedra i Zakład Bromatologii, Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu;
kierownik Katedry i Zakładu: prof. dr hab. Juliusz Przysławski

Przeгляд Menopauzalny 2012; 6: 501–505

Streszczenie

Prawidłowy sposób żywienia odgrywa istotną rolę w profilaktyce i leczeniu osteoporozy. Wśród czynników żywieniowych wpływających na stan kośćca ważne znaczenie ma nie tylko właściwa podaż wapnia i witaminy D₃, lecz także białka, magnezu, potasu, cynku, manganu, miedzi, witaminy K, witaminy B₆ oraz kwasu askorbinowego. Przewidywalność wapnia z diety waha się od 10% do 40% i zależy od rozpuszczalności formy chemicznej oraz składu diety. Do czynników zwiększających wchłanianie wapnia należą laktoza, inulina, niektóre frukto-oligosacharydy i fosfopeptydy kazeiny, lizyna oraz arginina. Obecność w diecie takich składników, jak kofeina, fityniany, szczawiany, nierozpuszczalne frakcje błonnika, a także nadmierna podaż tłuszczu, fosforu, alkoholu i soli kuchennej wpływa na obniżenie biodostępności i przyswajalności wapnia. Edukacja żywieniowa oraz modyfikacja zachowań żywieniowych u pacjentów z osteoporozą są istotnymi czynnikami profilaktycznymi postępu choroby.

Słowa kluczowe: osteoporoza, sposób żywienia, zalecenia żywieniowe.

Summary

A well-balanced diet is important in prevention and treatment of osteoporosis. Among nutritional factors influencing bone health not only a proper intake of calcium and vitamin D, but also the supply of protein, magnesium, potassium, zinc, copper, vitamin K, vitamin B₆ and ascorbic acid is important. Assimilability of calcium from the diet ranges from 10% to 40% and depends on chemical molecule's solubility and the composition of the diet. The factors increasing calcium absorption are lactose, inulin, selected fructooligosaccharides and casein phosphopeptides, lysine and arginine. The presence of caffeine, phytins, oxalic derivatives, non-soluble dietary fibre fractions and excess intake of fat, phosphorus, alcohol and sodium chloride decrease calcium bioavailability and assimilability. Dietary education and modification of nutritional habits in the group of patients with osteoporosis are important factors preventing future development of this disease.

Key words: osteoporosis, dietary habits, nutritional recommendations.

Stan zdrowia warunkujący prawidłowe wchłanianie wapnia i witaminy D₃

Odpowiednio zbilansowana dieta warunkuje prawidłową podaż wapnia i witaminy D₃. W wieku dorosłym spożycie tych składników pokarmowych zapewnia optymalną masę kostną, zapobiega wystąpieniu osteoporo-

zy, a wapń dodatkowo bierze udział w procesach krzepnięcia krwi i przewodnictwa nerwowo-mięśniowego. O normokalcemii decyduje nie tylko odpowiednia podaż wapnia, lecz także jego biodostępność warunkowana prawidłową funkcją przewodu pokarmowego i hormonalnego oraz dobrym stanem zdrowia. Warto podkreślić, że wiele czynników może być przyczyną nieprawidłowe-

Adres do korespondencji:

Piotr Leszczyński, Oddział Reumatologii i Osteoporozy, Szpital im. J. Strusia, ul. Szwajcarska 3, 61-285 Poznań, e-mail: piotr_leszczyński@wp.pl

go wchłaniania wapnia i witaminy D₃ (tab. I). Do czynników zwiększających wchłanianie wapnia należą laktoza, inulina, niektóre fruktooligosacharydy i fosfopeptydy kazeiny, lizyna oraz arginina [2, 4].

Podstawowe zalecenia żywieniowe

Podstawą diety warunkującą prawidłową podaż wapnia oraz witaminy D₃ jest jej właściwe bilansowanie. Dieta taka minimalizuje ryzyko złamań poprzez zwiększenie parametrów wytrzymałości mechanicznej kości oraz układu mięśniowo-nerwowego. Odpowiednia podaż wapnia i witaminy D₃ sprzyja nie tylko prawidłowej funkcji układu kostnego, lecz także wg najnowszych doniesień wpływa na utrzymanie należytej masy ciała, która nie obciąża mechanicznie układu kostnego. Dlatego też zarówno niedożywienie, jak i przekarmienie mają istotny wpływ na układ kostno-stawowy [2].

Znaczenie składników podstawowych

Podczas wzrostu szkieletu w okresie dojrzewania ze względu na zachodzące zmiany hormonalne istotne znaczenie ma podaż energii i białka, która w tym czasie jest ważniejsza aniżeli dowóz wapnia i fosforu. Oczywiście nie zmienia to faktu, że spożycie wapnia jest niezbędne do osiągnięcia optymalnej masy kośćca. Wartość energetyczna diety zależy od rasy, płci, wieku, aktywności fizycznej oraz współistniejących chorób. Zarówno nadmiar, jak i niedobór energii jest szkodliwy dla układu kostnego. Prawidłowe spożycie białka powinno wynosić 1,0–1,2 g/kg masy ciała [5, 7]. Taka ilość białka, nawet przy minimalnym spożyciu wapnia (tj. powyżej 400 mg/dobę), zmniejsza ryzyko obniżenia gęstości

mineralnej kości oraz znacznie zmniejsza ryzyko złamań bliższego odcinka kości udowej. Źródłem białka w diecie są przede wszystkim produkty pochodzenia zwierzęcego (mleko i jego przetwory, mięso), natomiast białka roślinnego – rośliny strączkowe oraz soja i produkty sojowe, które dodatkowo zawierają izoflawony. Niedobory białka, zwłaszcza przy niskiej podaży energii, prowadzą do obniżenia masy mięśniowej, co zwiększa ryzyko upadków, a tym samym możliwość złamań [9]. Z drugiej strony, w przypadku przekarmienia białkiem dochodzi do zwiększonej utraty wapnia wynikającej ze zwiększonej syntezy IGF-1 (*insulin growth factor 1*) oraz nasilonego wydalania wapnia z moczem (hiperkalcemii). Badania dotyczące populacji polskiej wyraźnie wskazują na zwiększoną podaż białka w diecie zwyczajowej z jednoczesnym nadmiarem tłuszczu, jest to tzw. przekarmienie białkowo-tłuszczowe (*protein-and-fat overnutrition*). Jeśli dodatkowo występuje zwiększona masa ciała, mówi się wówczas o przekarmieniu białkowo-energetycznym, które występuje u 60% mieszkańców krajów zachodnich [5, 7].

Właściwa podaż białka, węglowodanów oraz tłuszczów jest wymagana nie tylko ze względu na prawidłowe wykorzystanie wapnia, lecz jest także niezbędna do wchłaniania pozostałych składników mineralnych i witamin [9].

Równowaga fosforanowo-wapniowa

Zapotrzebowanie na wapń oraz witaminę D₃ rośnie wraz z wiekiem (tab. II). W okresie wzrostu przyswajalność wapnia jest największa i wynosi ok. 400 mg/dobę, niestety maleje wraz z wiekiem, co wynika ze zmniejszonego wchłaniania wapnia przez przewód pokarmowy

Tab. I. Czynniki wpływające na przyswajalność wapnia i witaminy D₃

| Czynniki wpływające na podaż wapnia i witaminy D ₃ z diety | | | | |
|---|---|--|--|--|
| Czynniki hormonalne | Czynniki warunkujące wchłanianie i metabolizm wapnia i wit. D ₃ | Zaawansowane choroby nerek | Stany niedożywienia | Leki |
| <ul style="list-style-type: none"> – zaburzenia miesiączkowania – amenorrhoea – hipogonadyzm u mężczyzn – pierwotna nadczynność przytarczyc – nadczynność tarczycy – nadczynność kory nadnerczy (zespół Cushinga) | <ul style="list-style-type: none"> – choroba trzewna i zespoły złego wchłaniania (choroby zapalne jelit, zespoły poresekcyjne) – choroby wątroby (niewydolność lub pierwotna marskość wątroby) – operacje bariatryczne | <ul style="list-style-type: none"> – niewydolność nerek | <p>pierwotne:</p> <ul style="list-style-type: none"> – jadłowstręt psychiczny (<i>anorexia nervosa</i>) – kacheksja – marasmus – kwashiorkor <p>wtórne:</p> <ul style="list-style-type: none"> – nowotwory (zwłaszcza, szpiczak mnogi, białaczki szpikowe, chłoniaki) – przerzuty do kości | <ul style="list-style-type: none"> – glikokortykosteroidy stosowane w dawce powyżej 5 mg/dobę (w przeliczeniu na prednizon) dłużej niż 3 miesiące – antymetabolity i leki immunosupresyjne – leki przeciwpadaczkowe (fenytoina, fenobarbital) – hormony tarczycy w dawkach supresyjnych – agoniści hormonu uwalniającego gonadotropinę (GnRH) – stosowane w leczeniu endometriozy – inhibitory aromatazy – antykoagulanty |

Tab. II. Zalecana podaż wapnia oraz witaminy D₃ w diecie [7]

| Grupa wiekowa (lata) | Zalecana podaż Ca (mg/dobę) | Zalecana podaż witaminy D (µg cholekalcyferolu/osobę/dobę) |
|----------------------|-----------------------------|--|
| niemowlęta (0–0,5) | 300 | 5 |
| niemowlęta (0,5–1) | 400 | 5 |
| dzieci (1–3) | 500 | 5 |
| dzieci (4–6) | 700 | 5 |
| dzieci (7–9) | 800 | 5 |
| dziewczęta (10–18) | 1300 | 5 |
| kobiety (19–50) | 1000 | 5 |
| kobiety (51–66) | 1300 | 10 |
| kobiety (> 66) | 1300 | 15 |
| ciąża (< 19) | 1300 | 5 |
| ciąża (> 19) | 1000 | 5 |
| laktacja (< 19) | 1300 | 5 |
| laktacja (> 19) | 1000 | 5 |
| chłopcy (10–18) | 1300 | 5 |
| mężczyźni (19–50) | 1000 | 5 |
| mężczyźni (51–65) | 1300 | 10 |
| mężczyźni (> 66) | 1300 | 15 |

wy, obniżonej aktywności fizycznej oraz zmniejszonej ekspozycji na światło, a tym samym małej syntezy cholekalcyferolu w skórze. Pomenopauzalny hipostrogenizm jest kolejnym czynnikiem, który wpływa na bioprzyswajalność wapnia [8]. Estrogeny warunkują prawidłową odpowiedź receptorów jelitowych na witaminę D oraz zwiększają absorpcję wapnia pośrednio przez wzrost syntezy witaminy D w nerkach. W przypadku stosowania hormonalnej terapii zastępczej przed 65. rokiem życia podaż wapnia powinna kształtować się na poziomie 1000 mg/dobę. Z kolei kobiety w okresie pomenopauzalnym, które nie stosują estrogenów, oraz wszystkie kobiety po 65. roku życia powinny dostarczać organizmowi 1500 mg wapnia dziennie [7, 8].

Jeśli podaż wapnia z dietą jest prawidłowa oraz nie współwystępują choroby wpływające na bioprzyswajalność wapnia, wówczas nie ma żadnych wskazań do suplementacji farmakologicznej. W przypadku występowania zaburzeń wchłaniania, zmian hormonalnych, chorób metabolicznych kości charakteryzujących się obniżoną masą kostną, a także w grupie osób starszych i wegetarian zaleca się obok prawidłowo zbilansowanej diety również farmakoterapię preparatami wapniowymi i witaminą D [7, 8].

Głównym źródłem spożywanego wapnia w diecie powinno być mleko i jego przetwory. W badaniach epidemiologicznych dotyczących populacji polskiej wykazano niskie spożycie nabiału, a źródłem wapnia w diecie było mleko (60–70% podaży tego pierwiastka) i jego przetwory (sery podpuszczkowe – 20% i sery

twarogowe – 3%) [7]. Zwykle wraz z wiekiem w diecie zaczynają dominować przetwory mleczne ze względu na lepszą przyswajalność wynikającą z obniżonej zawartości laktozy. Dodatkowo niektóre fosfopeptydy kazeiny zapobiegają precypitacji wapnia przez fosforany. Jeśli występuje nietolerancja białka mleka krowiego lub laktozy, wówczas zaleca się spożywanie soków lub wód wzbogaconych w wapń (150–500 mg wapnia/litr). W diecie powinny znaleźć się produkty z dodatkiem probiotyków, które dodatkowo zwiększają wchłanianie wapnia. Uzupełnieniem podaży wapnia z mleka mogą być pełnoziarniste produkty zbożowe, warzywa i rośliny strączkowe, jednak ilość wapnia w tych produktach jest mniejsza, a dodatkowo obserwuje się ograniczone wchłanianie wynikające z obecności kofeiny, kwasu fitynowego (otręby pszenne), kwasu szczawiowego (szpinak, rabarbar, szczaw), nierozpuszczalnych frakcji błonnika, dużej podaży tłuszczu oraz wysokiej zawartości fosforu (tab. III). Przyswajalność wapnia z diety waha się od 10% do 40% i zależy od rozpuszczalności formy chemicznej i składu diety. Z mleka i przetworów mlecznych absorbowane jest ok. 32% wapnia [3, 6, 7, 11].

Właściwa podaż fosforu jest kolejnym czynnikiem warunkującym odpowiednią przyswajalność wapnia. Równowaga wapniowo-fosforanowa przyczynia się do prawidłowego wzrostu i funkcji układu kostnego. Niestety, w tradycyjnej diecie polskiej obserwuje się nad-

Tab. III. Zawartość wapnia w wybranych produktach spożywczych [2, 7]

| Produkt | Zawartość Ca (mg/100 g) |
|------------------------------|-------------------------|
| mleko w proszku odtłuszczone | 1270 |
| nasiona maku | 1266 |
| szprotki | 800–1000 |
| sery podpuszczkowe | 390–1380 |
| sery topione | 370 |
| sardynki w oleju | 330 |
| soja (sucha) | 240 |
| migdały | 239 |
| figi suszone | 280 |
| fasola (sucha) | 163 |
| jogurt | 130–170 |
| nasiona słonecznika | 131 |
| mleko | 110–120 |
| maślanka | 110 |
| kefir | 103 |
| soja gotowana | 75 |
| sery twarogowe | 55–96 |
| fasola szparagowa | 65 |
| jaja kurze całe | 47 |
| brokuły | 48 |

miar fosforu wynikający z jego powszechnej obecności w wielu produktach spożywczych – jako pierwiastka naturalnie występującego lub dodawanego do żywności w formie fosforanów [7]. Bogatym źródłem fosforu są mięso, drób i ryby, w mniejszej ilości pierwiastek ten występuje w mleku i jego przetworach – zwłaszcza serach żółtych i podpuszczkowych oraz w małych ilościach w produktach zbożowych – ciemnym pieczywie, kaszy jęczmiennej i gryczanej. Jednocześnie duże ilości fosforu w diecie wynikają z obecności dodatków do żywności, takich jak fosforany i polifosforany, które stanowią ok. 30% spożycia tego pierwiastka. Występują one w przetworach mięsnych, w rybach, produktach cukierniczych, serach topionych, produktach instant (zupach w proszku), wyrobach czekoladowych i napojach typu coca-cola [2, 9, 10].

W celu zapewnienia optymalnego wykorzystania wapnia z diety niezbędny jest prawidłowy stosunek wapnia do fosforu w pożywieniu, który powinien wynosić 1 : 1. Zapewnia on odpowiednie wchłanianie wapnia i wbudowywanie hydroksyapatytów do kości. Jeśli podaż fosforu jest czterokrotnie większa niż podaż wapnia, prowadzi to do zwiększonego wydzielania parathormonu (PTH) i w konsekwencji nasilenia procesów kościogubnych. Fosfor w porównaniu z wapniem jest zdecydowanie szybciej i efektywniej wchłaniany, stąd obserwuje się hiperfosfatemię i hipokalcemię, a w konsekwencji hipersekrecję PTH [1, 11].

Podaż witaminy D₃

Witamina D wpływa na gospodarkę wapniowo-fosforanową poprzez zapewnienie prawidłowej kalcemii oraz fosfatemii w surowicy oraz płynie zewnątrzkomórkowym, co umożliwia optymalne wbudowywanie hydroksyapatytów wapniowych w macierz szkieletu za pośrednictwem osteoblastów. Właściwa podaż tej witaminy w okresie wzrostu sprzyja osiągnięciu szczytowej masy kostnej, a u osób starszych zapobiega wystąpieniu osteoporozy. Jej głównym źródłem jest synteza w skórze, która pokrywa 80–90% zapotrzebowania. Powstaje ona z 7-dehydrocholesterolu, który pod wpływem promieni ultrafioletowych B jest przekształcany w prowitaminę D₃ (precholekalcyferol), a następnie w witaminę D₃ (cholekalcyferol) [1].

Witamina D rzadko występuje w naturalnej żywności i dlatego powinna stanowić tylko dodatkowe uzupełnienie diety. Głównymi jej źródłami pokarmowymi są ryby i tłuszcze rybne, np. oleje otrzymane z wątroby dorsza i tuńczyka. Niektóre produkty zbożowe, pieczywo, mleko i margaryny są wzbogacane w witaminę D. Witamina ta w niewielkim stopniu występuje w mięsie drobiowym, wołowym i wieprzowym [2, 7].

W starszym wieku obserwuje się niedobory witaminy D₃ wynikające ze zmniejszonej ekspozycji na światło, obniżonej syntezy endogennej tej witaminy wynikają-

cej ze zmniejszonej aktywności 1-hydroksylazy w nerkach i malejącego stężenia kalcytriolu w surowicy oraz niewystarczającego poziomu spożycia [1].

Pozostałe składniki pokarmowe

Na budowę kośćca wpływają także składniki mineralne. Prawidłowa podaż magnezu i potasu w diecie zapobiega utracie masy kostnej oraz skraca czas rehabilitacji po złamaniach osteoporotycznych. Ilość potasu, która jest dostarczana z dietą, powinna wynosić ok. 4700 mg/dobę, a magnezu 310–320 mg/dobę u kobiet i 400–420 mg/dobę u mężczyzn. Największe ilości magnezu obecne są w kakao i wyrobach czekoladowych, kaszy gryczanej, fasoli, grochu, orzechach oraz produktach z pełnego ziarna [7, 9, 11].

Na właściwe przyswajanie wapnia ma również wpływ odpowiednia podaż cynku, manganu i miedzi, które są kofaktorami enzymów biorących udział w syntezie składników macierzy kostnej. Miedź i mangan wykazują działanie synergistyczne w stosunku do wapnia, a cynk warunkuje prawidłowe dojrzewanie układu kostnego w okresie wzrostu dzieci i młodzieży [2].

Niedobory witaminy K prowadzą do zmniejszenia stężenia osteokalcyny w surowicy i upośledzenia jej karboksylacji. Dodatkowo do prawidłowej syntezy tego białka niezbędna jest również witamina D i kwas retinowy. Z kolei do właściwego metabolizmu witaminy D konieczny jest kwas askorbinowy, który umożliwia również hydroksylację proliny i lizyny do form specyficznych dla kolagenu – głównego składnika macierzy kostnej. Zalecana podaż kwasu askorbinowego w diecie wynosi 75 mg dla kobiet i 90 mg dla mężczyzn [7, 10]. Duże ilości witaminy C obecne są w czarnych porzeczkach, owocach dzikiej róży, truskawkach, kapuście i owocach cytrusowych. Jednocześnie istotna jest prawidłowa podaż witaminy B₆, która bierze udział w procesach kościotworzenia i korzystnie wpływa na homeostazę wapniową oraz proces sieciowania kolagenu. Dzielne zapotrzebowanie wynosi 1–2 mg. Witamina B₆ występuje m.in. w mięsie, rybach, mleku, warzywach (kalafior, kapusta, ziemniaki, marchew, szpinak) i drożdżach [7, 11].

W diecie oprócz składników wpływających korzystnie na bilans wapniowy spotyka się także składniki obniżające jego biodostępność i przyswajalność. Należą do nich kofeina, fityniany, szczawiany, alkohol i nierozpuszczalne frakcje błonnika. Kofeina występuje w kawie, herbacie, ziarnach kakaowca oraz nasionach guarany. Według *Framingham Study* spożycie powyżej dwóch filiżanek kawy lub 4 filiżanek herbaty dziennie zwiększa ryzyko złamań osteoporotycznych, zwłaszcza przy niskim spożyciu wapnia z dietą, nieosiągającym 800 mg/dobę [8].

Bogatym źródłem fitynianów są surowe warzywa, a szczawianów – szpinak oraz rabarbar. W produktach bogatych w błonnik pokarmowy występuje kwas urono-

wy, który tworzy z wapniem nierozpuszczalne kompleksy [2]. Z kolei duża podaż soli kuchennej sprzyja hiperkalcemii, a długotrwała ekspozycja na kadm zmniejsza wbudowywanie wapnia do kości oraz hamuje syntezę aktywnego metabolitu witaminy D w nerkach, prowadząc do demineralizacji kości. Kadm jest zawarty również w dymie tytoniowym, a sama nikotyna hamuje czynność osteoblastów. Nadmierna podaż alkoholu zwiększa wydalanie wapnia z moczem oraz zaburza funkcję osteoblastów, a współwystępowanie niedożywienia jest kolejnym czynnikiem związanym z małym stężeniem wapnia w surowicy [7, 11].

Podsumowanie

Prawidłowy sposób żywienia i styl życia warunkują właściwą podaż wapnia oraz witaminy D₃. Ważna jest odpowiednia aktywność fizyczna, a edukacja żywieniowa oraz modyfikacja zachowań żywieniowych stanowią istotne czynniki umożliwiające zarówno osiągnięcie szczytowej masy kostnej, jak i profilaktykę osteoporozy.

Piśmiennictwo

1. Centeno V, de Barboza GD, Marchionatti A, et al. Molecular mechanisms triggered by low-calcium diets. *Nutr Res Rev* 2009; 22: 163-74.
2. Gibney MJ, Elia M, Ljungqvist O, Dowsett J. *Clinical Nutrition*. Blackwell, Nutrition Society, Oxford 2005.
3. Greenberg JA, Chow G, Ziegelstein RC. Caffeinated coffee consumption, cardiovascular disease, and heart valve disease in the elderly (from the Framingham Study). *Am J Cardiol* 2008; 102: 1502-8.
4. Heaney RP. Dairy and bone health. *J Am Coll Nutr* 2009; 28 Suppl. 1: 82S-90S.
5. Isaia G, D'Amelio P, Di Bella S, Tamone C. Protein intake: the impact on calcium and bone homeostasis. *J Endocrinol Invest* 2007; 30 (6 Suppl.): 48-53.
6. Kiel DP, Felson DT, Hannan MT, et al. Caffeine and the risk of hip fracture: the Framingham Study. *Am J Epidemiol* 1990; 132: 675-84.
7. Jarosz M, Bułhak-Jachymczyk B. *Normy żywienia człowieka. Podstawy prewencji otyłości i chorób niezakaźnych*. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2008.
8. McTiernan A, Wactawski-Wende J, Wu L, et al.; Women's Health Initiative Investigators. Low-fat, increased fruit, vegetable, and grain dietary pattern, fractures, and bone mineral density: the Women's Health Initiative Dietary Modification Trial. *Am J Clin Nutr* 2009; 89: 1864-76.
9. Morgan SL. Nutrition and bone: it is more than calcium and vitamin D. *Womens Health (Lond Engl)* 2009; 5: 727-37.
10. Tucker KL. Osteoporosis prevention and nutrition. *Curr Osteoporosis Rep* 2009; 7: 111-7.
11. Weaver CM. The role of nutrition on optimizing peak bone mass. *Asia Pac J Clin Nutr* 2008; 17 Suppl. 1: 135-7.