

Wpływ magnezu na zdrowie człowieka

Effect of magnesium on human health

Bartłomiej Banczerz¹, Monika Duś-Żuchowska¹, Wojciech Cichy¹, Henryk Matusiewicz²

¹Klinika Gastroenterologii Dziecięcej i Chorób Metabolicznych Uniwersytetu Medycznego w Poznaniu

²Zakład Chemii Analitycznej Politechniki Poznańskiej

Prz Gastroenterol 2012; 7 (6): 359–366

DOI: 10.5114/pg.2012.33043

Słowa kluczowe: magnez, pierwiastek, zdrowie człowieka.

Key words: magnesium, element, human health.

Adres do korespondencji: prof. dr hab. n. med. Wojciech Kazimierz Cichy, Klinika Gastroenterologii Dziecięcej i Chorób Metabolicznych, Uniwersytet Medyczny, ul. Szpitalna 27/33, 60-572 Poznań, tel.: +48 618 491 523, e-mail: wcichy@skp.ump.edu.pl

Streszczenie

Magnez (Mg, łac. *magnesium*) jest dwuwartościowym pierwiastkiem chemicznym szeroko rozpowszechnionym w otaczającym nas świecie. W organizmie człowieka magnez jest jednym z makroelementów, kofaktorem dla ponad 30 enzymów. Prawidłowe stężenie magnezu w surowicy człowieka mieści się w przedziale 0,75–0,95 mmol/l (1,8–2,3 mg/dl). W pracy przedstawiono rolę magnezu w utrzymaniu homeostazy organizmu, szczegółowo omówiono wpływ jego niedoboru i nadmiaru na zdrowie człowieka. Zaprezentowano źródła występowania magnezu oraz możliwości jego suplementacji w diecie.

Wprowadzenie

Magnez (Mg, łac. *magnesium*) jest dwuwartościowym pierwiastkiem chemicznym (stopień utlenienia 2) z grupy metali ziem alkalicznych, szeroko rozpowszechnionym w otaczającym nas świecie. W przyrodzie występują trzy naturalne stałe izotopy magnezu; istnieją także izotopy radioaktywne. Po raz pierwszy magnez został wyodrębniony w formie czystej w 1808 roku przez Humphreya Davy'ego. Jest jednym z najważniejszych, najczęściej występujących pierwiastków na Ziemi. Jako pierwiastek oraz element składowy związku chemicznego – tlenku magnezu (MgO) – stanowi około 2,3% składników skorupy ziemskiej, co umiejscawia go na 8. miejscu wśród najczęściej występujących pierwiastków. W wodzie morskiej magnez występuje w postaci soli w ilości około 1200 µg/g i jest trzecim najczęstszym pierwiastkiem. Ta wysoka biodostępność magnezu wraz z jego użyteczną i nietypową budową chemiczną sprawiły, że w trakcie ewolucji stał się on szeroko występującym pierwia-

Abstract

Magnesium (Mg, Lat. *magnesium*) is a divalent chemical element widely distributed all over the world. In the human body magnesium is one of the macroelements, a cofactor for more than 30 enzymes. Proper levels of magnesium in human serum range from 0.75 to 0.95 mmol/l (1.8–2.3 mg/dl). In the paper we present the role of magnesium in the homeostasis of the body and discuss in detail the influence of its deficiency and excess on human health. We also present miscellaneous sources of magnesium and possibilities of its supplementation in the diet.

stkiem we wszystkich organizmach żyjących, elementem służącym do wytwarzania i aktywacji enzymów, syntezy DNA i RNA, przemiany węglowodanów, białek i lipidów, przekazywania sygnałów (przenoszenia bodźców nerwowych) i reakcji katalizy. Z tego powodu często nazywany jest makropierwiastkiem życia.

W organizmie człowieka magnez jest jednym z makroelementów, zajmuje 11. miejsce w stosunku do masy ciała. Ciało dorosłego człowieka (średnio o masie około 70 kg) zawiera, według różnych źródeł, około 20 g, 25 g, a nawet 35 g magnezu, rozmieszczonego odpowiednio w:

- 60% w układzie kostnym w postaci związków magnezowych,
- 39% wewnątrzkomórkowo w mięśniach,
- 1% zewnątrzkomórkowo w pozostałych tkankach organizmu, w tym krew – około 100 mg.

Magnez jest kofaktorem dla ponad 30 enzymów; jest potrzebny do reakcji aerobowych i anaerobowych

wytwarzających energię, do reakcji glikolizy jako cząsteczka składowa kompleksu Mg-ATP. Niezbędny jest również w reakcji fosforylacji oksydatywnej zachodzącej w mitochondriach. Synteza kwasów nukleinowych (spirali DNA i RNA) także wymaga obecności magnezu [1].

U dorosłych i dzieci magnez jest wchłaniany drogą przewodu pokarmowego, a jego ilość zaabsorbowana jest proporcjonalna do ilości spożytej. Wchłanianie się w około 30% (15–36%). Na wielkość absorpcji wpływa ilość spożywanego białka, błonnika, fitynianów i fosforanów. Miejszem największego wchłaniania jest dystalny odcinek jelita czczego. Nerki są podstawowym organem utrzymującym homeostazę magnezu na drodze filtracji i reabsorpcji.

Prawidłowe stężenie magnezu w surowicy człowieka mieści się w przedziale 0,75–0,95 mmol/l (1,8–2,3 mg/dl). Zalecana dzienna podaż (*recommended daily allowance* – RDA) magnezu zależy od wieku i płci. Dawki w odniesieniu do tych dwóch parametrów zestawiono w tabeli I.

Wpływ magnezu na zdrowie człowieka

Niedobór magnezu powoduje zmiany w wynikach badań laboratoryjnych i charakterystyczne objawy kliniczne. Występowanie chorób cywilizacyjnych, takich jak miażdżyca, choroba wieńcowa, nowotwory, wiąże się z niedoborem tego pierwiastka w pożywieniu. Zmniejszone stężenie wapnia w organizmie może być pierwszym sygnałem deficytu magnezu, nawet gdy jest on

niewielki [2]. Do objawów klinicznych dużego niedoboru magnezu należą: zwiększona pobudliwość nerwowo-mięśniowa, osłabienie, łatwe męczenie się, nieprawidłowości w pracy serca, bolesne skurcze tydek, wzmożone wypadanie włosów, łamliwość paznokci, nocne poty, drżenia powiek i warg. Związek pomiędzy nieprawidłową zawartością magnezu a występowaniem różnych jednostek chorobowych był przedmiotem wielu badań. Istotne jest pytanie, czy to choroba wpływa na nieprawidłową zawartość magnezu, czy też nieprawidłowa zawartość jest czynnikiem ryzyka dla różnych chorób. Abbott i Rude udowodnili wpływ zmniejszonej zawartości magnezu na zwiększoną częstość występowania zaburzeń rytmu serca, takich jak: skurcze dodatkowe, migotanie przedsionków, częstoskurcz komorowy i migotanie komór [3]. Do podobnych wniosków doszli Nielsen i wsp., badając wpływ niedoboru magnezu na częstość występowania arytmii u kobiet w okresie menopauzalnym [4].

W kilku badaniach epidemiologicznych, m.in. Rubenowitza i wsp. [5], Hammera i Haydena [6], zwrócono uwagę na zwiększone ryzyko zgonu z przyczyn sercowo-naczyniowych u osób żyjących w rejonach, gdzie występuje twarsza woda (większe stężenie wapnia i magnezu). W badaniach na zwierzętach Ouchi i wsp. stwierdzili, że dieta uboga w magnez może prowadzić do zmian w budowie ściany naczyniowej podobnych do występujących w hipercholesterolemii i hipertrójglicydemii [7]. Aktualnie toczy się dyskusja o roli magnezu w zawale mięśnia sercowego. Badania Antmana i wsp. [8] oraz Seeliga i Elina [9] dowiodły skuteczności magnezu w zmniejszeniu częstości występowania arytmii wymagających leczenia. Woods i Fletcher, badając wpływ dożylniej iniekcji magnezu przed leczeniem trombolitycznym u pacjentów z ostrym zawałem mięśnia sercowego, stwierdzili redukcję śmiertelności o 24% [10]. Niestety, badanie ISIS-4 (*Fourth International Study of Infarct Survival*) nie potwierdziło tak znaczącego wpływu magnezu na śmiertelność [11].

W badaniach epidemiologicznych Ascherio i wsp. [12], Ma i wsp. [13] oraz Joffres i wsp. [14] wykazano zwiększone ryzyko wystąpienia nadciśnienia tętniczego w populacjach charakteryzujących się niskim spożyciem magnezu. Sprzeczne wyniki przynoszą badania dotyczące wpływu suplementacji magnezu u osób z nadciśnieniem. Widman i wsp. [15] oraz Witteman i wsp. [16] wykazali pozytywny efekt działania magnezu w przeciwieństwie do wyników badań Sacksa i wsp. [17] oraz Yamamoto i wsp. [18]. W badaniu Appela [19] wykazano, że dieta bogata w owoce i warzywa, która zwiększyła średnie spożycie magnezu z 176 mg/dobę do 423 mg/dobę, znacząco wpłynęła na obniżenie ciśnienia, jednak w badaniach Tillmana i Semple [20] poziom magnezu

Tabela I. Zalecana dzienna podaż magnezu
Table I. Recommended daily allowance of magnesium

Wiek	Dawka [mg/dobę]
	30
7–12 miesięcy	75
1–3 lat	80
4–8 lat	130
9–13 lat	240
14–18 lat	M: 420 K: 360
19–30 lat	M: 400 K: 310
31–50 lat	M: 420 K: 320
51–70 lat	M: 420 K: 320
powyżej 70 lat	M: 420 K: 320

u osób z nadciśnieniem tętniczym nie odbiegał od przyjętych norm.

Niedobór magnezu może być czynnikiem ryzyka postmenopauzalnej osteoporozy. Reginster i wsp. wykazali znacząco zmniejszone stężenie magnezu u kobiet z osteoporozą powiązane z wynikiem zawartości minerału kostnego (*bone mineral content* – BMC) [21]. W badaniu Angusa i wsp. oceniającym wpływ suplementacji magnezem w dawce 253 mg/dobę nie wykazano korelacji ze zwiększeniem BMC [22]. W przeciwieństwie do tego wyniku w badaniach Stendig-Lindberga i wsp. wykazano, że suplementacja magnezem w dawce 750 mg/dobę przez 6 miesięcy, następnie 250 mg/dobę przez 18 miesięcy zwiększyła wskaźnik gęstości kości (*bone mass density* – BMD) w badaniu densytometrycznym w 12. miesiącu [23].

U osób z cukrzycą często występuje hipomagnezemia. Jedną z jej przyczyn może być utrata magnezu poprzez nerki z towarzyszącą glukozurią. Hipomagnezemia może zmniejszać wrażliwość na działanie insuliny, co potwierdzili Nadler i wsp. [24].

Durlach [25] stwierdził zmniejszone stężenie magnezu w obrębie hipokampa w chorobie Alzheimera – może to być ważny czynnik ryzyka rozwoju tego schorzenia.

Wielokrotnie badano wpływ magnezu w astmie ze względu na potencjalne korzyści, takie jak: działanie rozkurczające na mięśniówkę gładką naczyń krwionośnych i oskrzeli, hamowanie wydzielania acetylocholino i histaminy oraz wspomaganie wytwarzania tlenu azotu i prostacyklin. Dominguez i wsp. wykazali zmniejszone stężenie magnezu wewnątrzkomórkowego u osób chorujących na astmę i korelację jego poziomu ze zwiększoną nadreaktywnością oskrzeli na metacholinę [26]. Badania Matusiewicz i wsp. [27], Greena i Rothrocka [28] oraz Tiffany'ego i wsp. [29] przynoszą jednak sprzeczne rezultaty, natomiast w badaniach Blocha i wsp. [30] oraz Skobeloffa i wsp. [31] magnez został uznany jedynie za słaby bronchodylator. Ważną informację przynosi wynik badań Bodenhamera i wsp., którzy stwierdzili wpływ β_2 -mimetyków podawanych w aerozolu na zmniejszenie osoczkowego stężenia magnezu [32].

W dwóch polskich badaniach wykazano zmniejszone stężenie magnezu u dzieci cierpiących na zespół nadpobudliwości psychoruchowej (*attention deficit hyperactivity disorder* – ADHD) [33, 34]. W badaniach Mousain-Bosca i wsp. u pacjentów z zespołem nadpobudliwości ruchowej wprowadzono suplementację magnezem oraz witaminą B₆ (w dawce 6 mg/kg m.c./dobę i 0,6 mg/kg m.c./dobę) i stwierdzono znaczący wpływ na obniżenie nadreaktywności i agresji oraz zwiększoną umiejętność skupienia uwagi [35]. Po zaprzestaniu suplementacji objawy powróciły po kilku tygodniach.

Magnez może odgrywać rolę w patofizjologii powstawania wapiennych kamieni nerkowych. U 25% pacjen-

tów z kamicą nerkową stwierdzono małe stężenie magnezu w moczu, co wykazali w badaniach Labeeuw i wsp. [36]. Suplementacja magnezem może zapobiegać powtórnemu wytworzeniu się kamieni.

W badaniach Mazzota i wsp. dotyczących bólów migrenowych wykazano negatywną korelację pomiędzy małym wewnątrz- i zewnątrzkomórkowym stężeniem magnezu a częstością występowania ataków bólu [37]. Podawanie magnezu w dawce 600 mg może zapobiegać wystąpieniu bólów migrenowych, co potwierdzili Peikert i wsp. [38].

Caddell rozważał wpływ magnezu na wystąpienie martwiczego zapalenia jelit (*necrotizing enterocolitis* – NEC). Potwierdził, że niedobór magnezu powoduje zwiększenie syntezy mediatorów zapalnych: interleukiny 1 (IL-1), IL-6, czynnika martwicy nowotworu (*tumor necrosis factor* – TNF), tromboksanu (TXA₂), endotelin oraz wolnych rodników. Cytokiny te mogą uszkadzać tkanki, zwłaszcza w obrębie jelita [39].

Błach i wsp. przytaczają wpływ niedoboru magnezu na pojawienie się zmian skórnych z towarzyszącym wzrostem liczby neutrofilów i eozynofilów, zwiększonym stężeniem immunoglobuliny E (IgE), histaminy oraz cytokin prozapalnych. Zmiany te są podobne do obserwowanych u pacjentów z alergią skórną. Dlatego też można się spodziewać korzyści po wprowadzeniu suplementacji magnezem u pacjentów z atopowym zapaleniem skóry [40].

Farhanghi i wsp. wykazali, że u pacjentów z otyłością statystycznie częściej występują niedobory magnezu, które mogą być leczone za pomocą witaminy D [41].

W pracy dotyczącej porównania stężenia magnezu u dzieci zdrowych i chorych na zapalenie płuc lub obturacyjne zapalenie oskrzeli Bednarek i wsp. stwierdzili, że u dzieci chorych stężenie magnezu zarówno wewnątrzkomórkowe, jak i zewnątrzkomórkowe było mniejsze, natomiast stężenie w moczu większe w odniesieniu do stężeń u dzieci zdrowych zarówno przed leczeniem, jak i po zakończeniu terapii [42].

W badaniu epidemiologicznym przeprowadzonym na Tajwanie zbadano częstość występowania zespołu nagłego zgonu niemowląt (*sudden infant death syndrome* – SIDS) w odniesieniu do danych o twardości wody w latach 1988–1997. Wyniki badań wskazują na znaczące zmniejszenie ryzyka wystąpienia SIDS wraz ze wzrostem twardości wody, co pociąga za sobą zwiększenie stężenia magnezu [43].

Ciekawy wynik uzyskano u pacjentów z depresją. Barra i wsp. stwierdzili, że hipermagnezemia może prowadzić do nasilenia hipoaktywności oraz retardacji psychomotorycznej [44].

W przeprowadzonym w USA badaniu CSF II (*Continuing Survey of the Food Intake by Individuals*) obliczono

średnie dzienne spożycie magnezu u osób płci męskiej w wieku od 9 lat i więcej na poziomie 323 mg/dobę (177–516 mg/dobę), a u osób płci żeńskiej w tym samym przedziale wiekowym 228 mg/dobę (134–342 mg/dobę). Badania NHANES III (*Third National Health and Nutrition Examination Survey*) przyniosły podobne rezultaty, stwierdzono jednak różnice w dziennym spożyciu magnezu w zależności od przynależności etnicznej i wieku. Najnowsze badania podają, że aż 68% Amerykanów spożywa mniejszą dawkę magnezu niż zalecana, a aż 19% przyjmuje mniej niż połowę RDA [45]. U japońskich dzieci w wieku 3–5 lat również stwierdzono ryzyko wystąpienia hipomagnezemu [46]. W polskich badaniach

liczących 4 tysiące zdrowych dzieci w wieku 1–10 lat nie odnotowano niedoboru magnezu [47].

W przeciwieństwie do powszechnej znajomości zagadnienia niedoboru magnezu, rzadko zwraca się uwagę na problem jego nadmiaru. Niekontrolowane stosowanie tego pierwiastka może tymczasem prowadzić do jego nadmiaru w organizmie. Zbyt duża zawartość magnezu niesie często większe zagrożenie zdrowotne niż jego niedobór. Istotny jest przy tym stopień nadmiaru i czas jego narastania. Do powstania nadmiaru magnezu prowadzącego do skutków klinicznych dochodzi w okresie tygodni lub miesięcy, natomiast jego niedobór narasta z reguły powoli, przez wiele lat. Dopóki w organizmie istnieją jego rezerwy i sprawnie działają mechanizmy kompensacyjne (zwiększenie wydalania przez nerki), dopóty narządy intensywnie pracujące mają zapewniona właściwą podaż magnezu.

Tabela II. Wybrane źródła pokarmowe magnezu
Table II. Selected food sources of magnesium

Pokarm	Zawartość [mg]	DV%
halibut upieczony, 85 g	90	20
migdały uprażone, 28 g	80	20
nerkowce uprażone, 28 g	75	20
soja ugotowana, 1/2 kubka	75	20
szpinak mrożony, ugotowany, 1/2 kubka	75	20
orzechy mieszane, uprażone, 28 g	65	15
zboża, pszenica, 2 prostokątne ciastka	55	15
owsianka, 1 kubek	55	15
ziemniak upieczony w mundurku, średni	50	15
orzeczki ziemne uprażone, 28 g	50	15
masto orzechowe, 2 łyżki	50	15
otręby pszenne, 2 łyżki	45	10
grosek zielony, ugotowany, 1/2 kubka	45	10
jogurt, 160 g	45	10
płatki kukurydziane, 1/2 kubka	40	10
fasola gotowana, 1/2 kubka	40	10
ryż brązowy ugotowany, 1/2 kubka	40	10
soczewica ugotowana, 1/2 kubka	35	8
awokado, 1/2 kubka puree	35	8
fasola z puszki, 1/2 kubka	35	8
kietki pszenicy, 2 łyżki	35	8
mleko czekoladowe, 1 kubek	33	8
banan, średni	30	8
baton mleczny, 50 g	28	8
mleko, 2% tłuszczu, 1 kubek	27	8
chleb pszenny, 1 kromka	25	6
rodzynki, 1/2 kubka	25	6
mleko pełne, 1 kubek	24	6
pudding czekoladowy, 120 g	24	6

DV% (daily value) – procent dziennego zapotrzebowania

Źródła magnezu w pożywieniu

W tabeli II podano najbardziej typowe źródła pokarmowe magnezu. Tabela ta uwzględnia także procent dziennego zapotrzebowania (*daily value* – DV) na magnez, jaki można uzyskać z danego źródła pokarmowego.

Magnez jest lepiej przyswajany jako składnik produktów spożywczych niż preparatów, dlatego cenniejsze są produkty naturalne bogate w ten pierwiastek. Zielone warzywa liściaste, takie jak szpinak, są jego najlepszym źródłem ze względu na magnez zawarty w cząsteczce chlorofilu. Warzywa strączkowe (fasola i groszek), orzechy i ziarna oraz zboża nierafinowane są również dobrymi źródłami magnezu. Pieczywo upieczone z mąki gruboziarnistej zawiera więcej magnezu. Woda też jest dobrym źródłem tego makroelementu, woda z większym jego stężeniem nazywana jest twardą. Mięso i mleko są średnimi źródłami magnezu. W przypadku spożywania pokarmów, które są bogate np. w fosforany, wapń czy białka, może zachodzić określona interakcja wielkości wchłaniania magnezu: fosforany – wiele pokarmów bogatych w błonnik zawiera fityniany, które poprzez przyłączenie magnezu do grupy fosforanowej obniżają zdolność absorpcji magnezu; wapń – w większości badań nie wykazano wpływu na wchłanianie magnezu, pod warunkiem że nie zostanie przekroczona dawka 2000 mg wapnia na dobę, która może obniżyć absorpcję magnezu; białka – absorpcja magnezu jest niższa, gdy spożycie białka wynosi poniżej 30 g/dobę, znacznie podwyższone spożycie protein również może wpływać na zmniejszone stężenie magnezu, związane ze zwiększonym wydzieleniem nerkowym [1].

Współcześnie coraz częściej we wspomaganie leczenia stosuje się preparaty magnezowe. Są one jednak wykorzystywane w niedostatecznym stopniu w porównaniu z możliwościami terapeutycznymi, jakie ma ma-

gnez. Suplementy doustne magnezu zawsze są połączone z innymi substancjami, np. solami. Do oceny stopnia wchłaniania magnezu potrzebna jest pełna nazwa soli magnezowej. Przy ocenie parametrów fizycznych i chemicznych preparatu należy wziąć pod uwagę takie cechy związku magnezowego, jak: rozpuszczalność, stopień dysocjacji, wiązanie z białkami. Ogólnie preparaty zawierające magnez można podzielić na związki organiczne stosowane jako nośniki magnezu, np. askorbinian, asparaginian, cytrynian, fumaran, mleczan magnezu, i związki nieorganiczne, również stosowane jako nośniki magnezu, np. chlorek, siarczan, tlenek, węglan magnezu. Zawartość magnezu w poszczególnych jego związkach przedstawiono na rycinie 1. Największą biodostępność z przedstawionych tam związków mają mleczan, cytrynian i chlorek magnezu.

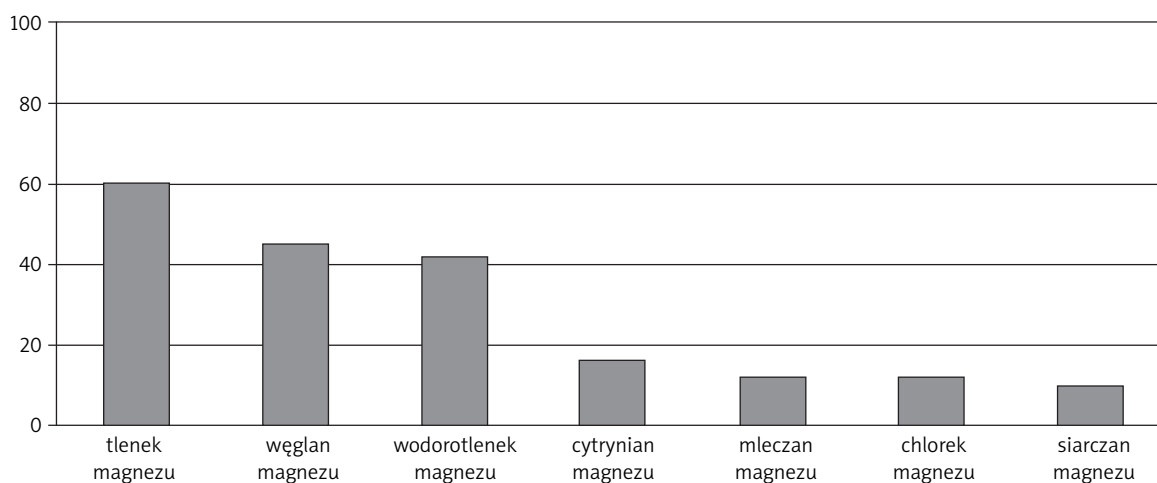
Organizm człowieka wykorzystuje magnez w zależności od jego specjacji, tj. rodzaju związków, w których występuje on w naturze. Wskazane są związki organiczne, takie jak cytrynian, mleczan, asparaginian magnezu, które są najbardziej podobne do związków magnezu obecnych w pożywieniu.

Monitorowanie suplementacji magnezem. Metody analityczne

Odpowiednia proporcja pomiędzy poszczególnymi pierwiastkami jest niezbędna do prawidłowego funkcjonowania organizmu ludzkiego i zapewnienia jego homeostazy. Coraz częściej można się spotkać z problemem niedoboru biologicznego ważnych pierwiastków, takich jak: magnez, cynk, żelazo czy selen. Szczególnie powszechnym zjawiskiem jest niedobór magnezu, dlatego poszukuje się coraz to nowych, bardziej precyzyjnych metod oznaczania jego stężenia [48].

Uzupełnianie niedoborów mineralnych lub zapobieganie ich powstawaniu polega najczęściej na substytucji preparatami farmakologicznymi. Na rynku farmaceutycznym dostępnych jest wiele preparatów zawierających różne związki magnezu. Skuteczność suplementacji, wynikająca ze współistnienia wielu czynników decydujących o przyswajaniu magnezu, powinna być monitorowana, szczególnie wówczas, gdy preparaty te są stosowane nieprzerwanie przez długi czas.

Określenie aktualnego stanu gospodarki magnezowej organizmu nie jest łatwe. W praktyce laboratoryjnej przy oznaczaniu tego pierwiastka stosuje się głównie analizę płynów ustrojowych metodami kolorymetryczną i analitycznej spektrometrii atomowej [49, 50], co pozwala określić stężenie magnezu całkowitego. Biologicznie aktywna postać jonowa tego pierwiastka oznaczana jest metodą elektroanalityczną (elektrody jonoselektywne), rzadko stosowaną w praktyce klinicznej. Z powodu niemal całkowicie wewnątrzkomórkowego rozmieszczenia magnezu możliwy jest niedobór tego jonu i małe stężenie w komórce przy prawidłowym stężeniu w surowicy, dlatego analiza płynów ustrojowych nie jest dostatecznym miernikiem zawartości komórkowej i tkankowej tego kationu, tym bardziej że czynniki warunkujące homeostazę powodują, że stężenie pierwiastków we krwi może być prawidłowe nawet w stanach ich istotnego tkankowego niedoboru lub nadmiaru. Stężenie magnezu oznacza się również w innych tkankach (w erytrocytach, białych krwinkach, a także w tkankach uzyskanych w trakcie biopsji i zabiegów chirurgicznych), metody te mają jednak większe znaczenie w badaniach naukowych niż w praktyce klinicznej. Wymagają specjalnych technik izolacji materiału biologicznego oraz są



Ryc. 1. Procentowa zawartość magnezu w doustnych suplementach

Fig. 1. The percentage content of magnesium in oral supplements

stosunkowo czasochłonne, nie są więc stosowane do rutynowych oznaczeń.

Wszystko to powoduje, że w poszukiwaniu nowych sposobów uzyskania informacji o stanie mineralnym organizmu coraz większą wagę przywiązuje się do analizy składu mineralnego włosów [51]. Badania naukowe wskazują na występowanie korelacji między stężeniem pierwiastków we włosach a ich zawartością w organizmie, zarówno w stanach fizjologicznych, jak i patologicznych.

Próbki włosów pobierane są metodą nieinwazyjną, bezpieczną dla pacjenta, stanowią trwałe i stabilny materiał diagnostyczny, łatwy do przechowywania i transportu. Zawartość większości pierwiastków we włosach jest znamienne większa niż we krwi i innych tkankach, co ułatwia analizę i zwiększa dokładność oznaczania. W przeciwieństwie do krwi, włosy nie są wrażliwe na mechanizmy homeostatyczne, po okresie wzrostu pozostają wyłączone z przebiegu procesów metabolicznych. Włosy odzwierciedlają średnią dostępność określonego składnika w dłuższym czasie. Analiza próbek ludzkich włosów pozwala na stworzenie tzw. profilu pierwiastkowego organizmu. Na podstawie takiego profilu i wyników pierwiastkowej analizy włosów (tak niedocenianej często części naszego organizmu) można wnioskować o stanie mineralnym organizmu, modyfikować dietę i ewentualnie dobierać właściwą suplementację witaminowo-mineralną, a także kontrolować skuteczność wprowadzanych zmian dietetycznych [52].

Podsumowanie

Należy podkreślić, jak groźne klinicznie mogą być niedobory magnezu, co potwierdza przegląd piśmiennictwa. Niedobór tego makroelementu może wywołać m.in. zwiększoną podatność na stres. Im silniejszy jest stres, tym więcej trzeba magnezu, a im większe są braki magnezu, tym cięższe bywają skutki stresu, takie jak: zmęczenie i bezsenność, zawroty i bóle głowy, uczucie dławienia w gardle lub zaciskanie się żołądka, bóle w okolicy serca, kołatanie serca, omdlenia, zapieranie oddechu, kurcze mięśniowe i jelitowe, drżenie powiek, tiki, zmniejszona odporność na infekcje, tężyczka, żylna choroba zakrzepowo-zatorowa.

Niedobory magnezu bezpośrednio wpływają na przebieg innych chorób, np. sprzyjają rozwojowi miażdżycy. Właściwy poziom magnezu w organizmie chroni serce przed chorobami wieńcowymi i nadciśnieniem, tak więc niedobór magnezu jest czynnikiem ryzyka dla serca i naczyń. W czasie terapii lekami moczopędnymi może wystąpić nadmierna utrata magnezu z moczem. Jednocześnie trzeba pamiętać, że magnez jest bardzo potrzebny w kamicach dróg moczowych i żółciowych, ponieważ zapobiega tworzeniu się złogów.

Duże niedobory magnezu występują u natógowych alkoholików. Jest on wydalany z moczem i z częstymi u alkoholików biegunkami. Niedobór magnezu zwiększa pociąg do alkoholu. Alkoholizm powoduje znaczne zmniejszenie stężenia magnezu w mózgu.

Stężenie magnezu powinny sprawdzić i uzupełnić: kobiety przyjmujące środki antykoncepcyjne (doustne), kobiety leczące osteoporozę metodą hormonalnej terapii zastępczej, osoby podatne na stres, z tendencją depresyjną lub hipochondryczną, chorzy na cukrzycę, na nadczynność tarczycy, osoby z chorobą Gravesa-Basedowa, sportowcy (magnez zwiększa sprawność mięśni).

Najwięcej magnezu zawierają razowe produkty zbożowe, grube kasze, nasiona roślin oleistych i strączkowych, zielone warzywa, kakao i gorzka czekolada, banany, migdały, orzechy, daktyle, figi, rodzynki, czarna rzodkiew, ziemniaki, ogórki, pomidory, cebula, dzika róża. Jaja i mięso zawierają niewiele magnezu, produkty mleczne jeszcze mniej, a cukry i tłuszcze – wcale. Dlatego im bardziej słodko i tłusto się jada, tym więcej trzeba magnezu. Ponieważ w polskiej kulturze żywieniowej mleko i chleb są podstawowymi składnikami codziennej diety, nie bez znaczenia byłoby rozważenie możliwości dostarczania brakujących składników mineralnych właśnie w tych produktach, np. w mleku. Mleko można wzbogacić w magnez poprzez dodanie np. mleczanu magnezu. Wybór tego związku uzasadnia fakt, że cechuje się on jedną z największych biodostępności magnezu i jest najbardziej podobny do związku magnezu obecnego w pokarmach. Obecnie na rynku farmaceutycznym dostępne są również preparaty magnezowe (doustne) polskiej produkcji (około 30), stosunkowo dobrze przyswajalne. W wyborze preparatu magnezowego pomocna jest znajomość stanu śluzówki żołądka i czynności zewnątrzwydzielniczej trzustki. Przy nadkwasowości i stanach zapalnych śluzówki żołądka najlepiej tolerowany jest tlenek magnezu, który neutralizuje kwasowość soku żołądkowego. Przy niedokwasowości przewagę ma chlorek magnezu, który dostarcza jednocześnie jony chlorkowe.

Na podstawie przedstawionej powyżej analizy można uznać, że w wielu przypadkach celowe jest rozważenie doustnej suplementacji magnezem.

Piśmiennictwo

1. Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes. Food and Nutrition Board: Dietary Reference Intakes: Calcium, Phosphorus, Magnesium, Vitamin D and Fluoride. National Academy Press. Washington, DC, 1997; 190-249.
2. Fatemi S, Ryzen E, Flores J, et al. Effect of experimental human magnesium depletion on parathyroid hormone secretion and 1,25-dihydroxyvitamin D metabolism. *J Clin Endocrinol Metab* 1991; 7: 1067-72.

3. Abbott LG, Rude RK. Clinical manifestations of magnesium deficiency. *Miner Electrolyte Metab* 1993; 19: 314-22.
4. Nielsen FH, Milne DB, Klevay LM, et al. Dietary magnesium deficiency induces heart rhythm changes, impairs glucose tolerance, and decreases serum cholesterol in post menopausal women. *J Am Coll Nutr* 2007; 26: 121-32.
5. Rubenowitz E, Molin I, Axelsson G, et al. Magnesium in drinking water in relation to morbidity and mortality from acute myocardial infarction. *Epidemiology* 2000; 11: 416-21.
6. Hammer DI, Heyden S. Water hardness and cardiovascular mortality. An idea that has served its purpose. *JAMA* 1980; 243: 2399-400.
7. Ouchi Y, Tabata RE, Stergiopoulos K, et al. Effect of dietary magnesium on development of atherosclerosis in cholesterol-fed rabbits. *Arteriosclerosis* 1990; 10: 732-7.
8. Antman EM, Seelig MS, Fleischmann K, et al. Magnesium in acute myocardial infarction: scientific, statistical, and economic rationale for its use. *Cardiovasc Drugs Ther* 1996; 10: 297-301.
9. Seelig MS, Elin RJ. Is there a place for magnesium in the treatment of acute myocardial infarction? *Am Heart J* 1996; 132: 471-502.
10. Woods KL, Fletcher S. Magnesium and myocardial infarction. *Lancet* 1994; 343: 1565-6.
11. Special report on the ISIS-4 study. *Circulation* 1995; 91: 2503.
12. Ascherio A, Rimm EB, Giovannucci EL, et al. A prospective study of nutritional factors and hypertension among US men. *Circulation* 1992; 86: 1475-84.
13. Ma J, Folsom AR, Melnick SL, et al. Associations of serum and dietary magnesium with cardiovascular disease, hypertension, diabetes, insulin, and carotid arterial wall thickness: the ARIC study. *Atherosclerosis Risk in Communities Study. J Clin Epidemiol* 1995; 48: 927-40.
14. Joffres MR, Reed DM, Yano K. Relationship of magnesium intake and other dietary factors to blood pressure: the Honolulu Heart Study. *Am J Clin Nutr* 1987; 45: 469-75.
15. Widman L, Wester PO, Stegmayr BK, et al. The dose-dependent reduction in blood pressure through administration of magnesium. A double blind placebo controlled cross-over study. *Am J Hypertens* 1993; 6: 41-5.
16. Wittteman JC, Grobbee DE, Derkx FH, et al. Reduction of blood pressure with oral magnesium supplementation in women with mild to moderate hypertension. *Am J Clin Nutr* 1994; 60: 129-35.
17. Sacks FM, Brown LE, Appel L, et al. Combinations of potassium, calcium, and magnesium supplements in hypertension. *Hypertension* 1995; 26: 950-6.
18. Yamamoto ME, Applegate WB, Klag MJ, et al. Lack of blood pressure effect with calcium and magnesium supplementation in adults with high-normal blood pressure. Results from Phase I of the Trials of Hypertension Prevention (TOHP). *Trials of Hypertension Prevention (TOHP) Collaborative Research Group. Ann Epidemiol* 1995; 5: 96-107.
19. Appel LJ. Nonpharmacologic therapies that reduce blood pressure: a fresh perspective. *Clin Cardiol* 1999; 22: 1-5.
20. Tillman DM, Semple PF. Calcium and magnesium in essential hypertension. *Clin Sci* 1988; 75: 395-402.
21. Reginster JY, Strause L, Deroisy R, et al. Preliminary report of decreased serum magnesium in postmenopausal osteoporosis. *Magnesium* 1989; 8: 106-9.
22. Angus RM, Sambrook PN, Pocock NA, et al. Dietary intake and bone mineral density. *Bone Miner* 1988; 4: 265-77.
23. Stendig-Lindberg G, Tepper R, Leichter I. Trabecular bone density in a two year controlled trial of peroral magnesium in osteoporosis. *Magn Res* 1993; 6: 155-63.
24. Nadler JL, Buchanan T, Natarajan R, et al. Magnesium deficiency produces insulin resistance and increased thromboxane synthesis. *Hypertension* 1993; 21: 1024-9.
25. Durlach J. Magnesium depletion and pathogenesis of Alzheimer's disease. *Magnesium Research* 1990; 3: 217-8.
26. Dominguez LJ, Barbagallo M, Di Lorenzo G, et al. Bronchial reactivity and intracellular magnesium: a possible mechanism for the bronchodilating effects of magnesium in asthma. *Clin Sci (Lond)* 1998; 95: 137-42.
27. Matusiewicz S, Cusack S, Greening AP, et al. A double-blind placebo controlled parallel group study of intravenous magnesium sulphate in acute severe asthma. *Eur Resp J* 1994; 7: 14.
28. Green SM, Rothrock SG. Intravenous magnesium for acute asthma: failure to decrease emergency treatment duration or need for hospitalisation. *Ann Emerg Med* 1992; 21: 260-5.
29. Tiffany BR, Berk WA, Todd I, et al. Magnesium bolus or infusion fails to improve expiratory flow in acute asthma exacerbations. *Chest* 1993; 104: 831-4.
30. Bloch H, Silverman R, Mancherje N, et al. Intravenous magnesium sulphate as an adjunct in the treatment of acute asthma. *Chest* 1995; 107: 1576-81.
31. Skobeloff EM, Spivey WH, McNamara RM, et al. Intravenous magnesium sulphate for the treatment of acute asthma in the emergency department. *J Am Med Assoc* 1989; 262: 1210-3.
32. Bodenhamer J, Bergstrom R, Brown D, et al. Frequently nebulized beta-agonists for asthma: effects on serum electrolytes. *Ann Emerg Med* 1992; 21: 1337-42.
33. Koziolec T, Starobrat-Hermelin B, Kotkowiak L. Deficiency of certain trace elements in children with hyperactivity. *Psychiatr Pol* 1994; 28: 345-53.
34. Nizankowska-Błaz T, Korczowski R, Zyś K, et al. Level of magnesium in blood serum in children from the province of Rzeszów. *Wiad Lek* 1993; 46: 120-2.
35. Mousain-Bosc M, Roche M, Polge A, et al. Improvement of neurobehavioral disorders in children supplemented with magnesium-vitamin B6. I. Attention deficit hyperactivity disorders. *Magn Res* 2006; 19: 46-52.
36. Labeeuw M, Pozet N, Zech P, et al. Role of magnesium in the physiopathology and treatment of calcium renal lithiasis. *Presse Med* 1987; 16: 25-7.
37. Mazzotta G, Sarchielli P, Alberti A, et al. Electromyographical ischemic test and intracellular and extracellular magnesium concentration in migraine and tension-type headache patients. *Headache* 1996; 36: 357-61.
38. Peikert A, Wilimzig C, Köhne-Volland R. Prophylaxis of migraine with oral magnesium: results from a prospective, multicenter, placebo-controlled and double-blind randomized study. *Cephalalgia* 1996; 16: 257-63.
39. Caddell JL. A review of evidence for a role of magnesium and possibly copper deficiency in necrotizing enterocolitis. *Magn Res* 1996; 9: 55-66.

40. Błach J, Nowacki W, Mazur A. Magnesium in skin allergy. *Postepy Hig Med Dosw* 2007; 61: 548-54.
41. Farhanghi MA, Mahboob S, Ostadrahimi A. Obesity induced magnesium deficiency can be treated by vitamin D supplementation. *J Pak Med Assoc* 2009; 59: 258-61.
42. Bednarek A, Pasternak K, Karska M. Evaluation of blood serum, erythrocyte and urine magnesium concentrations in babies with pneumonia or bronchial obstructive bronchitis. *Magnes Res* 2003; 16: 271-80.
43. Chiu HF, Chen CC, Tsai SS, et al. Relationship between magnesium levels in drinking water and sudden infant death syndrome. *Magnes Res* 2005; 18: 12-8.
44. Barra A, Camardese G, Tonioni F, et al. Plasma magnesium level and psychomotor retardation in major depressed patients. *Magnes Res* 2007; 20: 245-9.
45. Fulgoni V, Nicholls J, Reed A, et al. Dairy consumption and related nutrient intake in African-American adults and children in the United States: continuing survey of food intakes by individuals 1994-1996, 1998, and the National Health and Nutrition Examination Survey 1999-2000. *J Am Diet Assoc* 2007; 107: 256-64.
46. Goshima M, Murakami T, Nakagaki H, et al. Iron, zinc, manganese and copper intakes in Japanese children aged 3 to 5 years. *Nutr Sci Vitaminol* 2008; 54: 475-82.
47. Dunicz-Sokołowska A, Radomska K, Długaszek M, et al. Contents of bioelements and toxic metals in the Polish population determined by hair analysis. Part 1. Children aged 1 to 10 years. *Magnes Res* 2006; 19: 35-45.
48. Brown RJC, Milton MJT. Analytical techniques for trace element analysis: an overview. *Trends Anal Chem* 2005; 24: 266-74.
49. Dawson JB. Analytical atomic spectroscopy in biology and medicine. *Fresenius Z Anal Chem* 1986; 324: 463-71.
50. Parsons PJ, Barbosa JrF. Atomic spectrometry and trends in clinical laboratory medicine. *Spectrochim Acta Part B* 2007; 62: 992-1003.
51. Srogi K. Hair analysis – a tool in biomedical, environmental and forensic sciences: a review of literature published after 1989. *Chem Anal (Warsaw)* 2006; 51: 3-34.
52. Dorosz A, Łukasiak J, Nyka W i wsp. Zastosowanie analizy pierwiastkowej włosów do monitorowania suplementacji magnezem. *Bromat Chem Toksykol* 2006; 34: 179-83.