

# ZAWARTOŚĆ KADMU I CYNKU WE WŁOSACH U LUDZI DOROSŁYCH PO DOUSTNEJ SUPLEMENTACJI MAGNEZU

## CADMIUM AND ZINC CONCENTRATIONS IN THE HAIR AFTER OF ADULTS MAGNESIUM SUPPLEMENTATION

*Anna Sałacka<sup>1</sup>, Tadeusz Koziłec<sup>1</sup>, Beata Karakiewicz<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Pomorska Akademia Medyczna Zakład Medycyny Rodzinnej  
p.o. kierownik: dr n. med. A. Sałacka

<sup>2</sup> Pomorska Akademia Medyczna Zakład Zdrowia Publicznego  
kierownik: dr hab. n. med. B. Karakiewicz prof. PAM

### Streszczenie

**Wstęp:** Kadm jest biologicznym antagonistą cynku i zaburzać może procesy metaboliczne regulowane przez cynk lub od niego zależne, głównie komórkową produkcję kwasów nukleinowych i białek. Celem pracy była ocena stężeń kadmu i cynku we włosach u ludzi dorosłych po doustnej suplementacji magnezu.

**Materiał i metody:** Do oznaczenia stężeń pierwiastków we włosach zastosowano metodę woltamperometrii inwersyjnej. Ocenie poddano włosy 32 osób z grupy badanej i 10 osób z grupy kontrolnej. Do suplementacji użyto preparatu Slow-Mag B<sub>6</sub> w dawce 5 tabl. na dobę w 2–3 dawkach. Suplementację prowadzono przez okres 3 miesięcy.

**Wyniki:** Stężenie kadmu w grupie badanej przed suplementacją magnezu wynosiło od stężenia nieoznaczalnego do 1,92 µg/g.s.m. Zakres stężeń kadmu po suplementacji wynosił od stężenia nieoznaczalnego do 0,45 µg/g.s.m. Na podstawie analizy statystycznej stwierdzono znamienne niższe stężenie kadmu po suplementacji magnezu przy poziomie istotności  $p < 0,02$ . Zawartość cynku przed suplementacją magnezu wynosiła od 11,66 do 250,48 µg/g.s.m. a po suplementacji od 68,31 do 185,24 µg/g.s.m. Wzrost stężenia cynku po suplementacji był statystycznie nieistotny przy poziomie istotności  $p > 0,21$ .

**Wnioski:** Uzyskane wyniki przemawiają za pozytywnym wpływem suplementacji magnezu na zmniejszenie stężenia kadmu we włosach u badanych osób.

Słowa kluczowe: *kadm, cynk, suplementacja magnezu*

### Abstract

**Background:** Cadmium is a biological zinc antagonist and may interfere with metabolic zinc-regulated or zinc-dependent processes. The aim of this study was to assess the relationship between cadmium and zinc concentrations in the hair of adults after oral supplementation with magnesium.

**Material and methods:** The levels of elements in the hair were determined by the inverse voltammetry. The analysis was performed on the hair of 32 people from the study group and 10 from the control group. Supplementation was performed using Slow-Mag B<sub>6</sub>.

**Results:** Cadmium concentration in the study group before supplementation ranged from indeterminate levels, to 1,92 µg per gram of dry matter. The range of cadmium concentration after supplementation was between the indeterminate level, and 0,45 µg per gram of dry matter. Based on the statistical analysis, we found that cadmium concentration was significantly lower after

Nadesłano: 21.10.2009

Zatwierdzono do druku: 18.03.2010

magnesium supplementation with a significance level of  $p < 0,02$ . Zinc level before supplementation was between 11,66 and 250,48  $\mu\text{g}$  per gram of dry matter, and after supplementation between 68,31 and 185,24  $\mu\text{g}$  per gram of dry matter.

**Conclusion:** The results obtained suggest that supplementation with magnesium contributed to the lowering of cadmium concentration in the hair of the people examined.

Key words: *cadmium, zinc, magnesium supplementation*

## Wstęp

Kadm należy do pierwiastków o dużej toksyczności. Uznaje się go za jedno z najniebezpieczniejszych zanieczyszczeń środowiska naturalnego, stanowiące wraz z innymi jonami metali ciężkich ryzyko dla zdrowia osób narażonych zawodowo, a także całej populacji [1].

Związki kadmu do organizmu człowieka dostają się drogą oddechową (u osób narażonych zawodowo, a także palaczy papierosów) oraz drogą pokarmową. Przez przewód pokarmowy człowieka wchłania się mniej niż 10% kadmu [2].

Powszechnie znane są wzajemne oddziaływania pomiędzy pierwiastkami zachodzące w organizmie ludzkim oraz ich funkcje w układach biologicznych [3]. Dlatego też niezwykle ważne jest zachowanie właściwych relacji pomiędzy poszczególnymi pierwiastkami w ustroju. Zakłócenie ich prowadzi do zaburzeń procesów metabolicznych w organizmie. Nadmiar lub niedobór jednego pierwiastka wpływa na zawartość innych pierwiastków, np: niedobór cynku sprzyja wchłanianiu kadmu przez organizm, niedobór magnezu w organizmie ułatwia wchłanianie ołowiu. [3] Kadm uważany jest za biologicznego antagonistę cynku. Do wielu toksycznych działań kadmu dochodzi poprzez zaburzenie procesów metabolicznych regulowanych przez cynk lub od niego zależnych, głównie komórkowej produkcji kwasów nukleinowych i białek [1, 4]. Kadm ponadto zmniejsza absorpcję miedzi z przewodu pokarmowego zwierząt, a sama miedź lub cynk mogą działać ochronnie zmniejszając neurotoksyczność kadmu w ustroju. [1]

Celem pracy była ocena stężeń kadmu i cynku we włosach u ludzi dorosłych po doustnej suplementacji magnezu.

## Materiał i metody

Ocenie poddano włosy 32 zdrowych osób dorosłych, mieszkańców Szczecina w wieku 19–72 lat i 10 osób jako grupy kontrolnej, w których oznaczono stężenie kadmu i cynku przed i po suplementacji magnezu. Na przeprowadzenie badań uzyskano zgodę Komisji Bioetycznej Pomorskiej Akademii Medycznej w Szczecinie. Żadna z badanych osób nie miała kontaktu z substancjami toksycznymi.

Do badań pobrano 5 cm odcinki włosów mierząc od skóry głowy, z 6–8 różnych punktów głowy. Łączna ich masa wynosiła 0,2–0,3 g. Badane włosy nie były wcześniej poddane zabiegom fryzjerskim (farbowanie, trwała ondulacja) mogących wpłynąć na wielkość stężenia badanych metali. Próbkę włosów po umyciu, w celu usunięcia oznaczeń egzogennych poddano procesowi mineralizacji, a następnie oznaczono kadm, cynk i magnez.

Do oznaczenia wszystkich pierwiastków zastosowano metodę woltamperometrii inwersyjnej stosując woltamperometr EDD – Tribo PC-ETP. Woltamperometria inwersyjna (chronowoltamperometria) należy do najbardziej czułych metod diagnostycznych stosowanych do oznaczeń mikro (a nawet submikro) ilości substancji organicznych i nieorganicznych [5]. Do suplementacji użyto preparatu Slow-Mag B<sub>6</sub> w dawce 5 tabletek na dobę w 2–3 dawkach, zawierającego w 1 tabletkę 535 mg chlorku magnezowego sześciowodnego tj. 64 mg jonów magnezu (5,26 mEq Mg<sup>2+</sup>) oraz 5 mg witaminy B<sub>6</sub>. Suplementację prowadzono przez okres 3 miesięcy.

Otrzymane wyniki poddano analizie statystycznej. Do porównania stężeń pierwiastków we włosach przed i po suplementacji w grupie badanej użyto testu kolejności par Wilcoxon, a w grupie kontrolnej testu kolejności par Wilcoxon i testu t prób zależnych.

## Wyniki badań

Wyniki badań przedstawiono w tabelach.

Tabela I przedstawia stężenie kadmu we włosach w grupie badanej przed i po suplementacji magnezu oraz w grupie kontrolnej. Stężenie kadmu w grupie badanej wynosiło od stężenia nieoznaczonego do 1,92  $\mu\text{g/g.s.m}$ . U 24 osób (75%) badanych wartość kadmu była nieoznaczalna. Zakres stężeń kadmu po suplementacji wynosił od stężenia nieoznaczonego do 0,45  $\mu\text{g/g.s.m}$ . U 30 osób (93,7%) wartość kadmu po suplementacji była nieoznaczalna. Odsetek osób, u których po suplementacji magnezu stężenie kadmu zmniejszyło się do wartości nieoznaczalnych wzrosło o 18,0% (6 osób). Na podstawie analizy statystycznej stwierdzono znamienne niższe stężenie kadmu po suplementacji przy poziomie istotności  $p < 0,02$ .

Zakres stężeń kadmu w grupie kontrolnej wynosił od nieoznaczalnego stężenia do 0,73 µg/g.s.m, a po 3 miesiącach od nieoznaczalnego do 0,75 µg/g.s.m. Różnica ta była nieistotna statystycznie przy poziomie istotności  $p > 0,68$ .

Tabela II przedstawia stężenie cynku w grupie badanej przed i po suplementacji magnezu oraz w grupie kontrolnej. Stężenie cynku wynosiło od 11,66 do 250,48 µg/g.s.m, a po suplementacji magnezu od 68,31 do 185,24 µg/g.s.m. Stwierdzony wzrost stężenia cynku był statystycznie nieistotny ( $p > 0,21$ ). Stężenie cynku w grupie kontrolnej wynosiło od 91,57 do 235,92 µg/g.s.m, a po 3 miesiącach od 80,67 do 237,78 µg/g.s.m.

Różnica stężeń była nieistotna statystycznie ( $p > 0,86$ ).

Tabela III przedstawia zakres stężeń magnezu w grupie badanej przed i po suplementacji tego pierwiastka oraz w grupie kontrolnej. Zakres stężeń magnezu w grupie badanej przed suplementacją wynosił od 5,88 do 120,69 µg/g.s.m, a po suplementacji od 8,5 do 127,36 µg/g.s.m. Stwierdzono istotny statystycznie wzrost przy poziomie istotności  $p < 0,04$  stężenia magnezu po suplementacji. W grupie kontrolnej zakres stężeń magnezu wynosił od 13,40 do 44,7 µg/g.s.m, a po 3 miesiącach od 6,35 do 46,62 µg/g.s.m i nie była to różnica istotna statystycznie przy poziomie istotności  $p > 0,38$ .

**Tabela I.** Stężenie Cd przed i po suplementacji magnezu we włosach w µg/g. m. s. oraz w grupie kontrolnej.

**Table I.** Cadmium concentration before and after magnesium supplementation in the hair analysis in examined.

Badanie	n	N	Min-max	Me	
Cd	I	32	–	0–1,92	0
	II	32	–	0–0,45	0
Grupa badana	I	10	–	0–0,35	0
	II	10	–	0–0,27	0
Cd	I	10	–	0–0,35	0
	II	10	–	0–0,27	0
Grupa kontrolna	I	10	–	0–0,35	0
	II	10	–	0–0,27	0

I – przed suplementacją

II - po suplementacji

n – liczebność grupy

N – normal dissolution (+) – yes, (–) – no

Me – mediana

Min – max-scope

I – before supplementation

II - after supplementation

n – the number of people in the group

N – normal dissolution (+) – yes, (–) – no

Me – median

Min – max-scope

**Tabela II.** Stężenie Zn przed i po suplementacji we włosach w µg/g.s.m. oraz w grupie kontrolnej.

**Table II.** Zinc concentration before and after magnesium supplementation in the hair analysis in examined and control group.

Badanie	n	N	Min-max	Me	
Zn	I	32	+	0–12,99	6,02
	II	32	+	1,95–12,98	7,47
Grupa badana	I	10	–	0,98–13,82	6,02
	II	10	–	2,67–14,36	9,09
Zn	I	10	–	0,98–13,82	6,02
	II	10	–	2,67–14,36	9,09
Grupa kontrolna	I	10	–	0,98–13,82	6,02
	II	10	–	2,67–14,36	9,09

I – przed suplementacją

II - po suplementacji

n – liczebność grupy

N – normal dissolution (+) – yes, (–) – no

Me – mediana

Min – max-scope

I – before supplementation

II - after supplementation

n – the number of people in the group

N – normal dissolution (+) – yes, (–) – no

Me – median

Min – max-scope

**Tabela III.** Stężenie Mg przed i po suplementacji we włosach w grupie badanej w  $\mu\text{g/g}$ . s. m. oraz w grupie kontrolnej.

**Table III.** Magnesium concentration before nad after magnesium supplementation in the hair analysis in examined and control group.

Badanie	n	N	Min-max	Me	
Mg	I	32	–	11,66–250,48	135,20
Grupa badana	II	32	+	68,31–185,24	119,45
Mg	I	10	+	91,57–235,92	125,02
Grupa kontrolna	II	10	+	80,67–237,78	132,78

I – przed suplementacją

II - po suplementacji

n – liczebność grupy

N – normal dissolution (+) – yes, (–) – no

Me – mediana

Min – max-scope

I – before supplementation

II - after supplementation

n – the number of people in the group

N – normal dissolution (+) – yes, (–) – no

Me – median

Min – max-scope

## Dyskusja

W dostępnym nam piśmiennictwie znajdują się nieliczne prace dotyczące wpływu suplementacji magnezu na stężenia innych biopierwiastków i jonów metali toksycznych w organizmie.

Zaburzenie stężenia poszczególnych biopierwiastków i jonów metali toksycznych stwierdzone były u ludzi zdrowych [6–11], a także w różnych stacjach chorobowych [10, 12–14, 15]. Suplementację magnezu stosowano w niektórych schorzeniach, m.in. w nadciśnieniu tętniczym [16, 17], w schorzeniach układu kostno – stawowego [10, 14], zaburzeniach układu nerwowego [12, 18].

Wskazuje się na zastosowanie biopierwiastków i witamin do skutecznego usuwania z organizmu metali toksycznych. Niektóre z nich będąc składnikami diety np. Ca, Fe, Zn, Cu, Mn, Se, witamina C mogą wpływać na absorpcję metali toksycznych [19]. Wykonane w naszym zakładzie wcześniejsze badania wykazały obniżenie stężenia ołowiu i kadmu we włosach u dzieci [20] i ołowiu u ludzi dorosłych po suplementacji magnezu [21].

Niedostatek badań dostępnych w piśmiennictwie klinicznym oraz mała liczebność zbadanych odpowiednich reprezentatywnych populacji wskazują na potrzebę kontynuacji badań nad sposobem redukcji metali toksycznych w organizmie człowieka.

## Wnioski

1. Dostrzeżono pozytywny wpływ suplementacji magnezu na zmniejszenie się stężenia kadmu we włosach u badanych osób.
2. Suplementacja magnezu może znaleźć zastosowanie w eliminowaniu kadmu z organizmu ludzi dorosłych.

## Piśmiennictwo

1. Brzóska M., Jurczuk H., Moniuszko-Jakoniuk J.: Interakcja kadmu z wybranymi biopierwiastkami. *Terapia* 1997; 7: 6-8.
2. Sieńczuk W. *Toksykologia*, PZWL, Warszawa 1999; 470-478.
3. Graczyk A.: Rola biopierwiastków w funkcjonowaniu organizmu ludzkiego. I Międzynarodowa Konferencja nt. Obieg pierwiastków w przyrodzie – bioakumulacja, toksyczność, przeciwdziałanie – integracja europejska. 1995: 6-8.
4. Kulikowska E., Moniuszko-Jakoniuk J., Miniuk K.: Rola cynku w procesach fizjologicznych i patologicznych organizmu. *Pol. Tyg. Lek.* 1991; 24-26: 470-473.
5. Wasiak W., Ciszewska W., Ciszewski A. Hair analysis. Part 1: Differential pulse audic strippina voltammetric determination of lead, cadmium, zinc and copper in human hair samoles of persons in permanent contact a polluted warkplace enmroment. *Analytica Clinica Acta* 1996; 335: 201-207.
6. Radomska K., Graczyk A., Konarski J., Adamowicz B.: Ocena zawartości makro i mikroelementów w organizmie ludzkim na podstawie analizy włosów. *Pol. Tyg. Lek* 1991; 5: 24-26.
7. Koziellec T., Graczyk A., Radomska K., et. al.: Zawartość biopierwiastków i metali toksycznych i ich wpływ na stan zdrowia populacji wieku rozwojowego. XXVII Coloque Francaise sur le Magnesium, Pains, France 1999.
8. Koziellec T., Sałacka A., Karakiewicz B., et. al.: Występowanie ołowiu i kadmu we włosach w populacji ludzi dorosłych. *Bromat. Chem. Toksykol.* 2001; 3: 245-248.
9. Koziellec T., Sałacka A., Późniak J., Sałacka A., Karakiewicz B. Występowanie kadmu i cynku w populacji ludzi dorosłych. *J. Elem.* 2002; 2: 141-145.
10. Rech T., Zych-Litwin C. : Zawartość magnezu i wapnia w surowicy i włosach dzieci i młodzieży z zespołami bólowymi układu kostno – stawowego. *Przeg. Lek.* 2002; 7: 496-498.
11. Koziellec T., Sałacka A., Radomska K., Strecker D., Duraska G.: The influence of magnezium supplemnetation and calcium concentration on hair of children with magnesium shortage. *Magnesium R.* 2001; 1-2: 33-38.
12. Starobrat-Hemmerlin, Koziellec T.: The effect of magnesium physiological supplementation hyperactivity in children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder. positive response to magnezium oral loading test. *Magnesium R.* 1997; 2: 53-60.

13. Lech T., Garlicka A., Zych-Litwin C.: Zawartość we włosach wapnia, magnezu, cynku, miedzi i ołowiu w wybranych stanach chorobowych u dzieci. *Diagn. Lab.* 1996; 32: 477-484.
14. Lech T.: Lead, copper, zinc and magnesium content in hair of children and young people with same disorders of the osteomuscular system. *Biol. Trace Elem. Res.* 2002; 2: 111-126.
15. Kazi TG., Jalbani N., Arain M.B., et al. Estimation of toxic metals in scalp hair samples of chronic kidney patients. *Biol. Trace Elem. Res.* 2008; 1: 1-12.
16. Kozielec T., Michoń P., Sałacka A.: Intracellular magnesium content in hair and ionised magnesium content in blood serum in patients with arterial hypertension and influence of Slow Mag B6 supplementation in the chosen laboratory and clinical parameters. *Advances in Magnesium Research: Physiology, Pathology and Pharmacology*, 2002, Chapter 21.
17. Kawano J., Matsuoka J., Takishita S.: Effects of magnesium supplementation on hypertensive patients, assessment by office, home and ambulatory blood pressures. *Hypertension* 1998; 32: 260-265.
18. Schimatschek HF., Classen HG., Baerischer K.: Treatment of functional neuronegative disorders in children with orally administered magnesium. 6th European Magnesium Congress, Budapest 1998; 122.
19. Kleczewska E.: Reakcje witaminy C z wybranymi biopierwiastkami na przykładzie miedzi, rtęci i kadmu. *Terapia* 1999; 1: 48-51.
20. Kozielec T., Radomska K., Kędzińska E. i wsp. Wpływ suplementacji magnezem na stężenie ołowiu i kadmu w erytrocytach i we włosach u dzieci. *Ped. Pol* 2001; 77, 4 : 7-12.
21. Sałacka A., Kozielec T. Czy doustna suplementacja magnezem wpływa na stężenie ołowiu we włosach u ludzi dorosłych? *J. Elem.* 2004; 9 (3): 477-482.

*Adres do korespondencji:*  
*dr Anna Sałacka*  
*Pomorska Akademia Medyczna*  
*Zakład Medycyny Rodzinnej*  
*ul. Podgórna 22/23, 70-205 Szczecin*  
*tel. (091) 48-00-868, 869*  
*e-mail: fammed@sci.pam.szczecin.pl*