

© Borgis

Badanie sondażowe zawartości ołowiu i kadmu oraz wpływu suplementacji magnezem 16-osobowej grupy dziewcząt w wieku 9-20 lat

***Jerzy Oleszkiewicz^{1, 2}, Renata Modrzejewska^{3, 4}, Marta Pietek⁴, Marlena Drożdż¹**¹Polskie Towarzystwo Magnezologiczne, Oddział Warszawski

Prezes Oddziału: dr n. med. Jerzy Oleszkiewicz

²Ośrodek Terapii Zaburzeń Psychosomatycznych, Szpital Dziecięcy

im. prof. dr. med. Jana Bogdanowicza, Warszawa

³Klinika Psychiatrii Dzieci i Młodzieży, Collegium Medicum, Uniwersytet Jagielloński, Kraków

p.o. Kierownika Kliniki: dr med. Maciej Pilecki

⁴Ośrodek Wychowawczy Zgromadzenia Sióstr Służebniczek NMP, Kraków

Kierownik Ośrodka: mgr s. Krystyna Czyżykowska

SURVEY RESEARCH ON LEAD AND CADMIUM CONTENTS AND ASSESSMENT OF MAGNESIUM SUPPLEMENTATION EFFECTS ON A GROUP OF YOUNG FEMALES 9-20 YEARS OF AGE

Summary**Introduction.** Both lead and cadmium present one of the greatest threats to life on earth. Toxic poisoning with lead and cadmium of present-day population of children and youth is becoming a social and medical problem.**Aim.** This research has two objectives: establishing the levels of concentrations of lead and cadmium in a group of young girls at the age of development and sexual maturation, and clinical assessment of magnesium supplementation effects on decreasing of the content of lead and cadmium.**Material and methods.** Research was conducted on a group of 16 girls aged 9-20 years. Over a 6 month period they were given magnesium supplementation in a form of dissolved magnesium pidolate in sachets of 140 mg, twice a day.

The level of toxicity was assessed on the basis of laboratory tests on hair lead and cadmium contents before and after magnesium supplementation.

Results. In all tested girls the presence of lead and cadmium was observed. Half-year supplementation with magnesium caused a decrease of lead level concentration in ten girls ($p < 0.15$) and the decrease of cadmium concentration level in all tested girls ($p < 0.0029$).**Conclusions.** Supplementation with magnesium plays a significant role in prevention and treatment of disturbances caused by lead and cadmium toxins.

Key words: lead, cadmium, magnesium, pediatrics

WSTĘP

Nie było w historii ludzkości takiego okresu, żeby za życia jednego pokolenia nastąpił tak gwałtowny rozwój technologiczny. Skutkuje to zwiększaniem się neurotok-

syn w organizmach ludzkich. Dzieci mogą być narażone na ołów i kadm nawet przez zawierające je zabawki i farbki szkolne.

Zatoksycyzm ołowiem może przez długi czas nie generować zauważalnych objawów klinicznych.

Rutynowe badania zwykle nie ujawniają patologii. Ten fakt staje się szczególnie istotny w odniesieniu do dziewcząt zbliżających się wiekowo do okresu prokreacji i macierzyństwa.

Niniejsza praca jest kontynuacją badań Ośrodka Terapii Zaburzeń Psychosomatycznych (OTZP) przy Szpitalu Dziecięcym im. prof. dr. Jana Bogdanowicza w Warszawie. Już w latach 80. XX wieku OTZP udokumentował koincydencję zaburzeń neuropsychologicznych u dzieci i młodzieży z obecnością ołowiu i niedoborami magnezu. Prace te były prezentowane m.in. na 17th European Conference on Psychosomatic Research w 1988 r. w Marburgu (1), na zorganizowanej przez Ośrodek Terapii Zaburzeń Psychosomatycznych konferencji Vth Conference of Polish Society for Psychosomatic Medicine w Kołobrzegu w 1989 roku oraz na 4th International Conference on Health and Disease: Effects of Essentials and Toxic Trace Elements w New Delhi 1993 roku (2).

Projekt i cel obecnych sondażowych badań oceny zawartości ołowiu i kadmu oraz obserwacji wyników suplementowania magnezem grupy dziewcząt w okresie dojrzewania zaanonsowano w 2011 r. na XIII Zjeździe Polskiego Towarzystwa Magnezologicznego im. prof. Juliana Aleksandrowicza w Szczecinie (3).

Od lat siedemdziesiątych XX wieku ukazało się wiele prac o szkodliwym wpływie ołowiu i kadmu na organizmy ludzkie (4-14). W pierwszej dekadzie XXI wieku w wielu krajach kojarzenie procesów zachowań behawioralnych z zatoksyczeniem metalami ciężkimi, zwłaszcza ołowiem i kadmem, stało się faktem (9-14, 20-23). Przeprowadzono szereg badań potwierdzających występowanie niedoborów wybranych biopierwiastków, w tym magnezu, u dzieci z nadpobudliwością (15-19, 25). Opisano wpływ suplementacji magnezem na dzieci z ADHD (17, 25). Zaobserwowano, że neurotoksyczne działanie ołowiu w każdej dawce powoduje destrukcję funkcji synaptycznych (20). W Egipcie opublikowano badania autystycznych dzieci ze zdiagnozowanymi, wyższymi od średnich poziomami metali ciężkich i niskimi poziomami magnezu (21-22). Potwierdzono klinicznie zależność od zatoksyczenia zaburzenia wzrostu dzieci na Sardynii (23).

Udowodniono, że ekspozycja na ołów i kadm prowadzi do zaburzeń metabolizmu magnezu (9, 13, 24). Wykryto i udokumentowano antagonizm pomiędzy kadmem a magnezem (24, 28-29, 36-38) i ołowiem a magnezem (28-29, 36-38).

Rolę magnezu w regulacji podstawowych procesów życiowych opisano w wielu fundamentalnych pracach (26-35), poświęcono temu pierwiastkowi wiele konferencji naukowych, a w 1971 r. utworzono Międzynarodowe Towarzystwo dla Rozwoju Badań nad Magnezem (Société internationale pour le Développement des Recherches sur le Magnésium) (30-31), który wydaje kwartalnik „Magnesium Research”. W Polsce powstało Polskie Towarzystwo Magnezologiczne.

Przedstawione poniżej badania Ośrodka Terapii Zaburzeń Psychosomatycznych wykazały, że suplementacja magnezem może przeciwdziałać kumulacji ołowiu i kad-

mu w tkankach, zmniejszając poziom zatoksyczenia całego organizmu.

Niestety, współczesna polska pediatria nie wypracowała dotąd algorytmów uwzględniających zatoksyczenie ołowiem i kadmem jako czynnik sprawczy szerokiej patologii. Brakuje autoryzowanych laboratoriów do diagnostyki zawartości pierwiastków ciężkich w organizmach ludzkich.

Doniesienia na ten temat, publikowane od szeregu lat w bogatym piśmiennictwie, nie znajdują przełożenia na działanie praktyczne pediatrów, neurologów i psychiatrów dziecięcych oraz lekarzy rodzinnych.

CEL PRACY

Przedstawiona praca obejmuje dwa cele: diagnostyczną ocenę zawartości ołowiu i kadmu w organizmach grupy dziewcząt w wieku pokwitania oraz ewentualne zbadanie wyników sześciomiesięcznej suplementacji magnezem.

METODA BADAŃ

Jako materiał diagnostyczny do analizy zawartości ołowiu i kadmu w organizmach dziewcząt przyjęto tkankę włosów głowy. Badania te wykonało specjalistyczne laboratorium.

Przez sześć miesięcy podawano obserwowanej grupie preparat magnezowy w formie rozpuszczalnego pidolanu magnezu w saszetkach w dawce 140 mg, dwa razy dziennie. Zatoksyczenie oceniano na podstawie wyników analiz laboratoryjnych dwukrotnie, przed suplementacją i po niej.

WYNIKI

Badania oceny zawartości dwóch pierwiastków toksycznych, tj. ołowiu i kadmu, przeprowadzono sondażowo na pilotażowej grupie 16 dziewcząt w wieku od 9 do 20 lat (średnia arytmetyczna i mediana wieku równe 14 lat, odchylenie standardowe – 3 lata). Mała statystycznie grupa (n = 16) umożliwiła zebranie wyników badań laboratoryjnych każdej pacjentki w tabeli 1 (wyniki zawartości ołowiu przed półroczną suplementacją magnezem i po niej), w tabeli 2 (odpowiednio wyniki zawartości kadmu przed i po półrocznej suplementacji magnezem) oraz na wykresach (ryc.1 dla ołowiu, ryc. 2 dla kadmu). Laboratorium podało wyniki zawartości ołowiu i kadmu w jednostkach [$\text{mcg g}^{-1} \text{s.m.wł.}$] (s.m.wł. – suchej masy włosa).

Jak widać w tabelach 1 i 2, u wszystkich badanych potwierdzono obecność zarówno ołowiu, jak i kadmu. U pacjentki 16-letniej zawartość ołowiu drastycznie odstawała od pozostałych badanych. Także zawartość kadmu u tej samej pacjentki była najwyższa. Ponad połowa badanych miała zawartość ołowiu powyżej 0,5 [$\text{mcg g}^{-1} \text{s.m.wł.}$], a najniższa zawartość ołowiu przed suplementacją magnezem wynosiła 0,23 [$\text{mcg g}^{-1} \text{s.m.wł.}$]. Tylko u trzech badanych poziom kadmu określono na najniższym poziomie (0,01 [$\text{mcg g}^{-1} \text{s.m.wł.}$]).

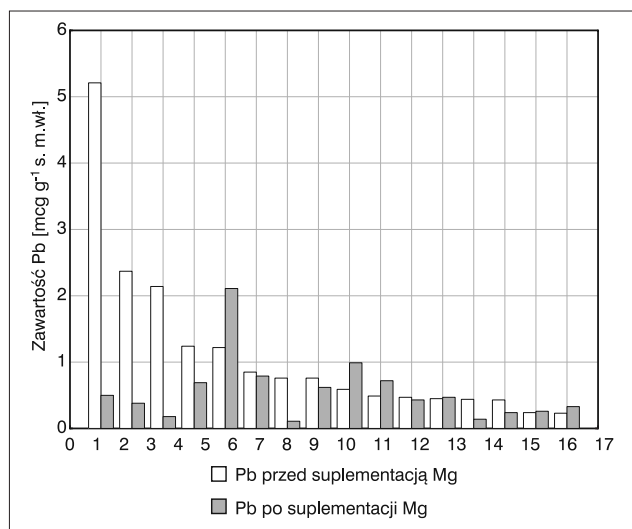
Dla zróżnicowania efektów suplementacji magnezem, liczonych różnicą zawartości badanej toksyny przed

Tabela 1. Zawartość ołowiu przed suplementacją i po suplementacji magnezem u badanych dziewcząt.

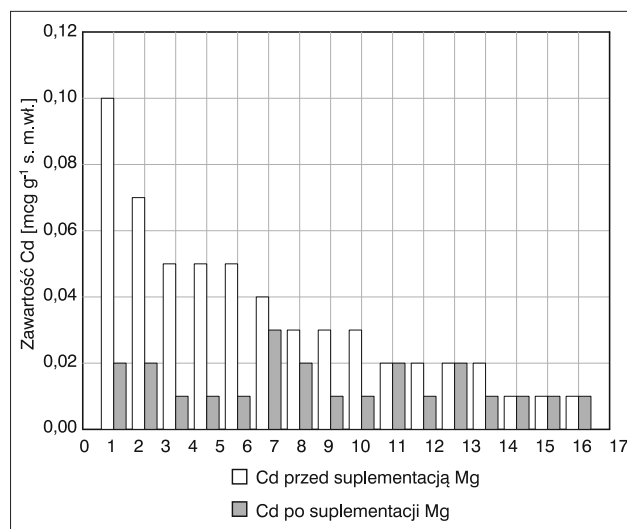
Lp.	Wiek	Zawartość Pb przed suplementacją Mg [mcg g ⁻¹ s.m.wł.]	Zawartość Pb po suplementacji Mg [mcg g ⁻¹ s.m.wł.]	Δ Pb[mcg g ⁻¹ s.m.wł.] = Pb (przed) - Pb (po) suplementacji Mg
1.	9	1,24	0,69	↓
2.	9	0,23	0,33	↑
3.	11	2,14	0,18	↓
4.	11	0,76	0,11	↓
5.	12	0,45	0,47	↔
6.	13	0,43	0,24	↓
7.	14	0,47	0,43	↓
8.	14	0,59	0,99	↑
9.	15	0,44	0,14	↓
10.	16	5,21	0,50	↓↓
11.	16	2,37	0,38	↓↓
12.	16	0,85	0,79	↓
13.	16	0,76	0,62	↓
14.	16	0,24	0,26	↔
15.	18	0,49	0,72	↑
16.	20	1,22	2,11	↑

Tabela 2. Zawartość kadmu przed suplementacją i po suplementacji magnezem u badanych dziewcząt.

Lp.	Wiek [lata]	Zawartość Cd przed suplementacją Mg [mcg g ⁻¹ s.m.wł.]	Zawartość Cd po suplementacji Mg [mcg g ⁻¹ s.m.wł.]	Δ Cd[mcg g ⁻¹ s.m.wł.] = Cd (przed) - Cd (po) suplementacji Mg
1.	9	0,03	0,02	↓
2.	9	0,01	0,01	↔
3.	11	0,05	0,01	↓
4.	11	0,03	0,01	↓
5.	12	0,02	0,02	↔
6.	13	0,02	0,01	↓
7.	14	0,05	0,01	↓
8.	14	0,07	0,02	↓
9.	15	0,01	0,01	↔
10.	16	0,10	0,02	↓
11.	16	0,05	0,01	↓
12.	16	0,02	0,02	↔
13.	16	0,03	0,01	↓
14.	16	0,01	0,01	↔
15.	18	0,02	0,01	↓
16.	20	0,04	0,03	↓



Ryc. 1. Porównanie zawartości ołowiu przed suplementacją i po suplementacji magnezem u badanych dziewcząt.



Ryc. 2. Porównanie zawartości kadmu przed suplementacją i po suplementacji magnezem u badanych dziewcząt.

suplementacją i po suplementacji (Δ Pb i Δ Cd), wprowadzono do tabel 1 i 2 oznaczenia strzałkami: $\downarrow\downarrow$ (duży spadek), \downarrow (spadek), \uparrow (wzrost), \leftrightarrow (brak efektu). Półroczna suplementacja magnezem spowodowała obniżenie zawartości ołowiu u 10 badanych, w tym największe spadki odnotowano u dwóch dziewcząt najbardziej zatoksycznionych ołowiem, u dwóch nie zaobserwowano zmian, zaś u czterech laboratorium wskazało na wzrost zawartości ołowiu (stanowi to wskazanie do głębszej diagnostyki przyczyn). Suplementacja magnezem spowodowała obniżenie zawartości kadmu (lub brak zmiany) u wszystkich badanych. W celu uogólnienia wyników badań przeprowadzono analizy porównawcze pomiędzy dwoma grupami: przed suplementacją magnezem i po suplementacji magnezem. W tabeli 3 przedstawiono parametry grupowe (średnie arytmetyczne, mediany i zakresy zawartości) obydwu pierwiastków przed suplementacją i po suplementacji magnezem.

Wszystkie parametry pozycyjne opisujące grupę badanych po suplementacji magnezem uległy obniżeniu. Na ryc. 3 i 4 przedstawiono średnie zawartości ołowiu i kadmu przed i po suplementacji magnezem.

Test T Studenta dla zmiennych powiązanych do badania różnic pomiędzy średnimi zawartościami ołowiu w badanej grupie przed suplementacją i po półrocznej suplementacji magnezem podają prawdopodobieństwo $p = 0,11619$ dla wszystkich danych surowych ($df = 15$), a po odrzuceniu ekstremalnej danej – $p = 0,183911$ ($df = 14$).

Test T Studenta dla zmiennych powiązanych do badania różnic pomiędzy średnimi zawartościami kadmu przed suplementacją i po suplementacji magnezem wskazują na istotne obniżenie zawartości kadmu w wyniku suplementacji magnezem ($p = 0,0029$ dla $df = 15$).

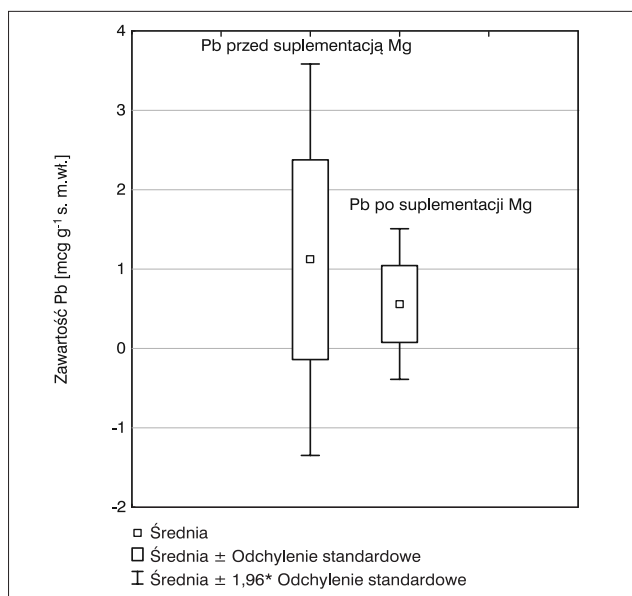
DYSKUSJA

Badania populacyjne zawartości ołowiu i kadmu na zdrowych (bez objawów klinicznych) polskich dzieciach i młodzieży przeprowadzone w latach 1991-2006 ujawniły, że wykrywano u nich ołów i kadm (36-37) oraz że wyższym poziomom tych toksyn często towarzyszyły niedobory magnezu (38).

Niniejsze badania sondażowe przeprowadzone na przełomie lat 2010-2011 wykazały znaczne zatoksycznienie

Tabela 3. Statystyka zawartości Pb i Cd przed suplementacją i po suplementacji magnezem u badanych dziewcząt.

	Liczba	Średnia arytmetyczna	Mediana	Minimum	Maksimum	Q1 (dolny kwartył)	Q3 (górny kwartył)
Pb przed suplementacją Mg [mcg g ⁻¹ s.m.wł.]	16	1,12	0,68	0,23	5,21	0,45	1,22
Pb po suplementacji Mg [mcg g ⁻¹ s.m.wł.]	16	0,56	0,45	0,11	2,11	0,25	0,71
Cd przed suplementacją Mg [mcg g ⁻¹ s.m.wł.]	16	0,035	0,03	0,01	0,10	0,02	0,05
Cd po suplementacji Mg [mcg g ⁻¹ s.m.wł.]	16	0,014	0,01	0,01	0,03	0,02	0,02



Ryc. 3. Porównanie zawartości ołowiu w grupach dziewcząt przed suplementacją magnezem i po suplementacji magnezem.

wszystkich poddanych badaniu dziewcząt. Zżywanie magnezu spowodowało obniżenie kadmu u wszystkich badanych i ołowiu u większości. Dziewczęta, u których zastosowana terapia magnezem nie spowodowała tych efektów, skierowano do dalszej diagnostyki.

Wielu współczesnych autorów zaczyna zauważać, że dla dzieci i młodzieży każdy poziom ołowiu jest niebezpieczny (7-11, 21-23, 39). Laboratoria niestety ciągle przyjmują pewne „dopuszczalne” normy dla zawartości ołowiu i kadmu (39-40).

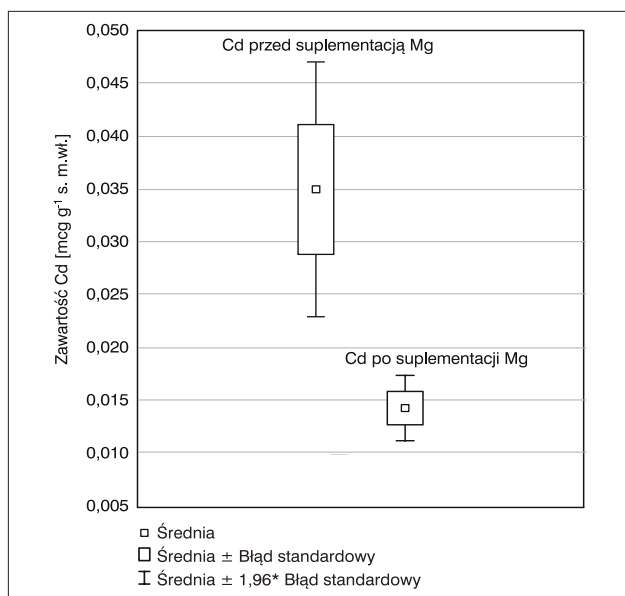
Zawarte w tej pracy wyniki badań stanowią istotną informację dla lekarzy pediatrów, pedagogów i psychologów szkolnych, neurologów i psychiatrów dziecięcych oraz lekarzy rodzinnych, a także ginekologów prowadzących ciąży oraz osób odpowiedzialnych za zdrowie publiczne.

WNIOSKI

1. Przeprowadzone badania diagnostyczne wskazują na to, że wszystkie badane dziewczęta były zatoksycznione ołowiem, niektóre w bardzo wysokim stopniu.
2. W organizmach wszystkich badanych wykryto kadm.
3. Suplementacja magnezem spowodowała znaczne obniżenie zawartości ołowiu u większości badanych.
4. Suplementacja magnezem obniżyła poziom kadmu u wszystkich badanych.
5. Suplementacja magnezem odgrywa istotną rolę w prewencji i leczeniu zaburzeń spowodowanych zatoksyczeniem ołowiem i kadmem.

Piśmiennictwo

1. Oleszkiewicz J, Sokółowska M, Darzyńkiewicz K et al.: The deficit of magnesium and the superexcitability in children with psychosomatic troubles. 17th European Conference on Psychosomatic Research, Marburg 1988, Abstracts: 156. 2. Darzyńkiewicz K, Graczyk A, Oleszkiewicz J



Ryc. 4. Porównanie zawartości kadmu w grupach dziewcząt przed suplementacją magnezem i po suplementacji magnezem.

et al.: Magnesium deficiency in polish children and psychosomatic disturbances: Medical and psychological aspects. *Int J Toxicol* 1993; 2(1): 84 (In: International Conference on Health and Disease: Effects of Essential and Toxic Trace Elements New Delhi India JAMIA HAMDARD UNIVERSITY February 8-12, 1993). 3. Oleszkiewicz J, Modrzejewska R, Pietek M, Drożdż M: Informacja o rozpoczęciu pracy badawczej polegającej na suplementacji solami magnezu grupy dziewcząt w okresie dojrzewania z zaburzeniami behawioralnymi. *J of Elementol* 2011, 16(3): 34. 4. Williams RJP: Minerals in Human Life. *Encyclopedia of Human Biology*. Academic Press, 1991, vol 1-5. 5. Orłowski C: Metale. (W:) Piotrowski JK (red.): Podstawy toksykologii. Kompedium dla studentów szkół wyższych. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 2006: 165-171, 178-185. 6. Pinot F, Kreps SE, Bachelet M et al.: Cadmium in the environment: sources, mechanisms of biotoxicity, and biomarkers. *Rev Environ Health* 2000; 15: 299-323. 7. Connecticut Lead Poisoning Prevention and Control Program (860) 509-72299 Hartford, CT http://www.ct.gov/dph/cwp/view.asp?a=3140&q=387550&dphNav_GID=1828. 8. Oleszkiewicz Jerzy: Ołowiany diabeł. *J of Elementol* 2007; 1(2): 149-153. 9. Lidsky TI, Schneider JS: Lead neurotoxicity in children: basic mechanisms and clinical correlates. *Brain* 2003; 126: 5-19. 10. Needleman H: Lead poisoning. *Annu Rev Med* 2004, 55: 209-222. 11. Costa LG, Aschner M, Vitalone A et al.: Developmental neuropathology of environmental agents. *Annu Rev Pharmacol Toxicol* 2004; 44: 87-110. 12. Patrick L: Lead Toxicity. A Review of Literature. Part I: Exposure, Evaluation, and Treatment. *Altern Med Rev* 2006, 11(1): 2-22. 13. Patrick L: Lead Toxicity Part II: Role of Free Radical Damage and the Use of Antioxidants in the Pathology and Treatment of Lead Toxicity. *Altern Med Rev* 2006, 11(2): 114-127. 14. Ercal N, Gurer-Orhan H, Aykin-Burns N: Toxic metals and oxidative stress Part I: Mechanisms involved in metal-induced oxidative damage. *Curr Top Med Chem* 2001; 1(6): 529-539. 15. Koziellec T, Starobrat-Hermelin B, Kotkowiak L: Występowanie niedoborów wybranych biopierwiastków u dzieci z nadpobudliwością. *Psychiatr Pol* 1994; 28(3): 345-353. 16. Koziellec T, Starobrat-Hermelin B: Assessment of magnesium levels in children with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD). *Magnes Res* 1997, 10(2): 143-148. 17. Starobrat-Hermelin B, Koziellec T: The effects of magnesium physiological supplementation on hyperactivity in children with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD). Positive response to magnesium oral loading test. *Magnes Res*

- 1997; 10(2): 149-156. **18.** Starobrat-Hermelin B: The effect of deficiency of selected bioelements on hyperactivity in children with certain specified mental disorders. *Ann Acad Med Stetin* 1998; 44: 297-314. **19.** Barton HJ: Advantages of the use of deciduous teeth, hair, and blood analysis for lead and cadmium bio-monitoring in children. A study of 6-year-old children from Krakow (Poland). *Biol Trace Elem Res* 2011; 143(2): 637-658. **20.** Baranowska-Bosiacka I, Chlubek D: Neurotoksyczne działanie ołowiu. Mechanizmy zaburzeń funkcji synaptycznych. *J Elementol* 2011; 16(3): 13-14. **21.** Blaurock-Busch E, Amin OR, Dessoki HH, Rabah T: Toxic Metals and Essential Elements in Hair and Severity of Symptoms among Children with Autism. *J Clin Med* 2012; 7(1): 38-48. **22.** Blaurock-Busch E, Amin OR, Rabah T: Heavy Metals and Trace Elements in Hair and Urine of a Sample of Arab Children with Autistic Spectrum Disorder. *J Clin Med* 2011; 6(4): 247-257. **23.** Sanna E, Vallascas E: Hair lead levels to evaluate the subclinical impact of lead on growth in Sardinian children (Italy). *Am J Hum Biol* 2011; 23(6): 740-746. **24.** Vesna M, Bulat ZP, Djukic-Cosic D, Saldatovic D: Antagonism between cadmium and magnesium: a possible role of magnesium in therapy of cadmium intoxication. *Magnes Res* 2010; 23(1): 19-26. **25.** Mousain-Bose M, Roche M, Polge A et al.: Improvement of neurobehavioral disorders in children supplemented with magnesium – vitamin B6. *Magnes Res* 2006; 46-52. **26.** Seeling MS: Magnesium Deficiency in the Pathogenesis of Disease. Plenum Medical Book Company, NY and London 1980. **27.** Durlach J: Magnésium in clinical practice. 1st édition. John Libbey publ. London, Paris 1988: 386. Monography updated in 2000. Durlach J, Bara M: Le Magnésium en Biologie et en Médecine. 2ème éditions. EMInter Tec. Et Doc. Ed. Paris 2000: 403. **28.** Durlach J, Gremy F, Metral S: The spasmodophilia: neuromuscular clinical form of a primary magnesium deficiency. Statistical study of the diagnostic and prognostic value of clinical and paraclinical criteria. *Rev Neurol (Paris)* 1967; 117(1): 177-189. **29.** Durlach J: Neurological manifestations of magnesium imbalance. (In:) Vinken PJ, Bruyn GW (eds): *Handbook of Clinical Neurology*. Amsterdam 1976; 23: 545-579. **30.** Durlach J: 1er Symposium International sur le déficit magnésique en pathologie humaine. I. Volume des rapports. Vittel; SGEMV 1971. **31.** Durlach J, Pagès N, Bac P et al.: 1er Symposium International sur le déficit magnésique en pathologie humaine. I. Volume des communications et discussions. Vittel; SGEMV 1973. **32.** Aleksandrowicz J: Magnesium in the pathogenesis, treatment and prophylaxis of proliferating diseases of the lymphoreticular system. *Folia Clin Int (Barc)* 1969; 19(4): 223-224. **33.** Lisiewicz J, Aleksandrowicz J, Ważewska-Czyżewska M et al.: Effect of magnesium and zinc-deficient diet on lysosomal acid phosphatase activity in neutrophil granulocytes in mice blood. *Med Dosw Mikrobiol* 1977; 29(1): 73-77. **34.** Aikawa JK: The role of Mg in biologic process. Springfield, Illinois: CC Thomas 1963. **35.** Durlach J, Pagès N, Bac P et al.: Magnesium research: from the beginnings to today. *Magnes Res* 2004; 17(3): 163-168. **36.** Dunicz-Sokolowska A, Radońska K, Długaszek M, Graczyk A: Contents of bioelements and toxic metals in Polish population determined by hair analysis. Part I. Children aged 1 to 10 years. *Magnes Res* 2006; 19: 35-45. **37.** Dunicz-Sokolowska A, Graczyk A, Radońska K et al.: Contents of bioelements and toxic metals in Polish population determined by hair analysis. Part II. Young persons aged 10 to 20 years. *Magnes Res* 2006; 19: 167-179. **38.** Dunicz-Sokolowska A: Hair analysis data – visualization of the concentrations of essential and toxic elements. (In:) Szczęsny W, Kowalczyk T, Wolińska-Welcz A et al.: *Models and Methods of Grade Data Analysis: Recent Developments*. Instytut Podstaw Informatyki Polskiej Akademii Nauk, Warszawa 2012: 137-155. **39.** Landrigan PJ: Pediatric lead poisoning: there is a threshold? *Public Health Rep* 2000; 115: 530-531. **40.** Ingfei Chen: Ołowiana niemoc. *Świat Nauki Scientific American* 2013; 10(266): 18-19. **41.** Krzywy I, Krzywy E, Pastuszek-Gabinowska M, Brodniewicz A: Ołów – czy jest się czego obawiać? *Annales AMS* 2010; 56(2): 118-128.

nadesłano: 19.03.2014

zaakceptowano do druku: 24.04.2014

Adres do korespondencji:

*Jerzy Oleszkiewicz

Szpital Dziecięcy im. prof. dr. med. Jana Bogdanowicza
ul. Nieklańska 4/24, 03-924 Warszawa
tel.: +48 (22) 617-60-51
e-mail: jerzyoleszkiewicz@gmail.com