

ZBIGNIEW KREJPCIO, DANUTA OLEJNIK, RAFAŁ W. WÓJCIAK, JAN GAWĘCKI

ZAWARTOŚĆ OŁOWIU I KADMU W RACJACH POKARMOWYCH DZIECI I MŁODZIEŻY Z TERENU LEGNICKIEGO ZAGŁĘBIA MIEDZIOWEGO

LEAD AND CADMIUM CONTENT IN DAILY FOOD RATIONS OF CHILDREN AND ADOLESCENTS FROM COPPER BASIN LEGNICA REGION

Katedra Higieny Żywienia Człowieka
Akademia Rolnicza im. Augusta Cieszkowskiego
60–624 Poznań, ul. Wojska Polskiego 31
Kierownik: prof. dr hab. J. Gawęcki

Metodą AAS oznaczano zawartość ołowiu i kadmu w racjach pokarmowych pochodzących z dwóch Domów Dziecka z terenu Legnickiego Zagłębia Miedziowego. Wykazano wysokie pobranie ołowiu i kadmu oraz sezonowe wahania w pobraniu ołowiu w racjach pokarmowych dzieci i młodzieży.

WSTĘP

Pierwiastki w organizmie pełnią szereg różnorodnych funkcji. Większość z nich to metale, które stanowią materiał budulcowy, pełnią rolę regulującą, jako programatory pracy enzymów i hormonów, a także warunkują procesy życiowe samych komórek. Składniki mineralne mogą nawzajem wymieniać się lub wypierać w obsłudze mechanizmów funkcjonujących w ustroju, wspomagając je lub niszcząc.

Głównym źródłem wszystkich metali dla organizmu człowieka jest pożywienie i woda, które dostarczają zarówno niezbędnych biopierwiastków, jak i toksycznych metali ciężkich, nie pełniących w nim żadnej udowodnionej, korzystnej funkcji [13, 14].

Do najsilniej działających ksenobiotyków występujących w żywności, zalicza się metale ciężkie, takie jak ołów i kadm, których nadmierne ilości stwierdza się niekiedy w racjach pokarmowych spożywanych przez populacje zamieszkujące tereny zanieczyszczone przez przemysł. Ze względu na mechanizmy wzajemnego wypierania jednych metali przez drugie, nadmierna zawartość ołowiu i kadmu w dietach może powodować zaburzenia wchłaniania i metabolizmu niektórych składników mineralnych oraz ich rozmieszczenia w ustroju. Wspomniane interakcje mogą prowadzić do powstania niedoborów biopierwiastków w organizmie, szczególnie dzieci w okresie ich intensywnego wzrostu, u których nieprawidłowości żywieniowe wieku rozwojowego mają poważne konsekwencje zdrowotne. Zwiększone ryzyko narażenia na metale ciężkie dotyczy zwłaszcza dzieci zamieszkujących regiony silnie uprzemysłowione, tj. Górnośląski Okręg Przemysłowy i Legnickie Zagłębie Miedziowe [10]. Ponadto zwiększone ryzyko ekspozycji na wspomniane ksenobiotyki może występować również u dzieci przebywających w placówkach opiekuńczych z całodziennym wyżywieniem, tj.

domy dziecka i pogotowia opiekuńcze zlokalizowane na terenach skażonych, które ze względu na brak możliwości rekompensowania ewentualnych niedoborów żywieniowych i stosunkowo niskich stawek żywieniowych mają ograniczony dostęp do produktów o najwyższej jakości.

Celem niniejszej pracy była ocena zawartości ołowiu i kadmu w całodziennych racjach pokarmowych (CRP) podawanych w wybranych państwowych domach dziecka (DD), zlokalizowanych na terenie Legnickiego Zagłębia Miedziowego (LZM).

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Materiał badawczy stanowiły całodziennie racje pokarmowe (CRP) dzieci i młodzieży w wieku 7–22 lat, serwowane w DD w Głogowie i Polkowicach. W każdym z domów analizą objęte zostały cztery okresy siedmiodniowe z następujących po sobie miesięcy zimowych (styczeń, luty) i wiosennych (marzec, kwiecień) w 1996 roku. Masa CRP kształtowała się następująco:

- DD w Głogowie – od 1740 g do 2760 g (średnio 2416 g/dzień)
- DD w Polkowicach – od 1345 g do 2730 g (średnio 2150 g/dzień).

Ponieważ badana grupa wiekowa dzieci i młodzieży charakteryzowała się znaczną rozpiętością w masach ciała, jako wartość średnią przyjęto dla dzieci w wieku 7–14 lat – 40 kg, a dla młodzieży powyżej 14 roku życia – 60 kg.

Całodziennie racje pokarmowe pobierano do badań losowo jako porcje talerzowe, które po usunięciu części niejadalnych homogenizowano do uzyskania jednolitej masy i odważano 3 równoległe próbki (30 g), które następnie suszono w tyglach kwarcowych w temperaturze 60°C do odparowania wody wolnej, dosuszano w temperaturze 100°C do stałej masy i spopielano w temperaturze 400°C w piecu muflowym. Uzyskany popiół roztwarzano w In HNO_3 i uzupełniano w kolbach miarowych do objętości 50 ml.

Ołów i kadm oznaczano z 20 ml mineralizatu, po uprzednim skompleksowaniu obu metali z APDC i ekstrakcji do fazy organicznej octanem n-butylu, metodą płomieniową absorpcyjnej spektrofotometrii atomowej, przy użyciu aparatu Zeiss AAS-3, z deuterową korekcją tła. Dokładność i precyzję metody oznaczania metali określono metodą dodatku wzorca, które wynosiły odpowiednio: 92,6% i 8,4% dla ołowiu oraz 98,5% i 6,9% dla kadmu.

Otrzymane wyniki poddano weryfikacji statystycznej z użyciem testu *t-Studenta* oraz analizy wariancji w układzie dwuczynnikowym, przyjmując poziom istotności $p < 0,05$.

WYNIKI I DYSKUSJA

Oznaczenie ołowiu i kadmu w CRP z dwóch DD pozwoliło ocenić zagrożenie zdrowia dzieci i młodzieży zamieszkującej LZM w świetle zaleceń FAO/WHO oraz danych z piśmiennictwa.

Tabela I przedstawia zawartości ołowiu w CRP z uwzględnieniem pór roku. Średnie zawartości ołowiu w całodziennych diecie były zbliżone w DD w Głogowie i Polkowicach i wynosiły odpowiednio: 119 $\mu\text{g/kg}$ posiłku i 111 $\mu\text{g/kg}$ posiłku. W obu ośrodkach stwierdzono wyższe skażenie ołowiem diety w okresie zimowym w porównaniu z wiosennym (o 37% w Głogowie i o 61% w Polkowicach). Analiza statystyczna wykazała istotny wpływ pory roku na poziom skażenia ołowiem oraz pobranie tego metalu z dietą, przy czym wyższe wartości zanotowano w okresie zimowym w porównaniu z wiosennym (tabela III).

Zgodnie z Zarządzeniem Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z 1993 roku [17] najwyższy dopuszczalny poziom ołowiu w produktach dla niemowląt i dzieci oraz środkach dietetycznych wynosi 100 $\mu\text{g/kg}$ (150 $\mu\text{g/kg}$ dla produktów zbożowych, zbo-

Tabela I. Pobranie Pb w CRP przez dzieci i młodzież z DD w zależności od pory roku
Lead intake in daily food rations of children and adolescents dependence on the season

Placówka Pora roku	N	Zawartość Pb w całodziennej diecie ($\mu\text{g}/\text{kg}$)			Dzienne pobranie Pb ($\mu\text{g}/\text{osobę}$)			Tygodniowe pobranie ($\mu\text{g}/\text{osobę}$) $X_{\text{średnie}}$
		$X_{\text{średnie}}$	X_{min}	X_{max}	$X_{\text{średnie}}$	X_{min}	X_{max}	
Głogów								
zima	14	137	66	225	309	123	555	2163
wiosna	14	101	37	167	237	98	448	1658
cały okres	28	119	37	225	273	98	555	1911
Polkowice								
zima	14	137	27	243	287	52	535	2021
wiosna	14	85	35	174	201	91	355	1402
cały okres	28	111	27	243	244	52	535	1707

zowo-owocowych i bezglutenowych oraz 200 $\mu\text{g}/\text{kg}$ produktów mięsnych i mięsno-warzywnych). W przypadku produktów przeznaczonych do spożycia przez dorosłych poziom dopuszczalny nie powinien przekraczać 300 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (z wyjątkiem ryb i przetworów rybnych oraz konserw mięsnych i mięsno-warzywnych – 600 $\mu\text{g}/\text{kg}$ produktu).

Analizując uzyskane wyniki zanieczyszczenia całodziennych racji pokarmowych ołowiem należy stwierdzić, że średnia zawartość tego pierwiastka w obu placówkach przekraczała o kilkanaście procent dopuszczalny poziom ołowiu podany w Zarządzeniu MZiOS [17] dla produktów dla dzieci i niemowląt (100 $\mu\text{g}/\text{kg}$), przy czym w okresie zimowym aż o 37%.

Podobne tendencje odnośnie pobrania ołowiu w CRP dzieci i młodzieży z terenu miasta Poznania zanotowali Olejnik i wsp. [8], którzy stwierdzili wyższe skażenie diet ołowiem zimą w porównaniu z wiosną.

Także badania innych autorów [4, 12, 15, 16], przeprowadzane w różnych rejonach kraju, wskazują na podobne zależności. Wyższe zanieczyszczenie diet ołowiem zimą może być związane, jak się wydaje, z większym spożyciem żywności konserwowej w puszkach.

Tymczasowe tygodniowe dopuszczalne pobranie (PTWI) ołowiu, zaproponowane przez FAO/WHO dla dzieci wynosi 0,025 mg/kg masy ciała [14]. Z powyższych danych wynika, że dopuszczalna dawka ołowiu dla dzieci w wieku 7–14 lat, o przyjętej średniej masie ciała 40 kg, nie powinna przekraczać 1000 $\mu\text{g}/\text{osobę}$ (w przeliczeniu na dzień–143 $\mu\text{g}/\text{osobę}$) a dla młodzieży 1500 $\mu\text{g}/\text{osobę}$ (214 $\mu\text{g}/\text{osobę}/\text{dzień}$). Jak wynika z tabeli I zarówno dzienne jak i tygodniowe pobranie ołowiu z dietą w badanych placówkach było wysokie i przekraczało dopuszczalny poziom dla dzieci w Głogowie o 91% oraz w Polkowicach o 71%. W przypadku młodzieży pobranie ołowiu przekraczało dopuszczalną dawkę o 28% i 14%, odpowiednio w Głogowie i Polkowicach. Statystycznie istotne wyższe przekroczenia pobrania ołowiu przez obie grupy wiekowe w badanych DD zanotowano w okresie zimowym (w przypadku dzieci: w Głogowie o 116%, w Polkowicach o 102%; w przypadku młodzieży odpowiednio: o 44% w Głogowie i 35% w Polkowicach) w porównaniu z okresem wiosennym (dzieci i młodzież odpowiednio: o 66% i 40% oraz o 10% i 7%).

Uzyskane wyniki są niepokojąco wysokie, szczególnie w grupie dzieci, co znajduje swoje potwierdzenie w badaniach Fundacji na Rzecz Dzieci Zagłębia Miedziowego, które donoszą o utrzymującym się podwyższonym poziomie ołowiu we krwi u ponad 10% tej populacji na terenie LZM [9, 10].

Podwyższone poziomy ołowiu w produktach spożywczych oraz w całodziennych dietach mogą występować również w innych rejonach kraju [3, 4, 5, 7, 8, 12, 15]. Dla przykładu Kłos i wsp. [3] donoszą, o podwyższonych poziomach ołowiu (od 185,4 do 622,0 $\mu\text{g}/\text{dzień}$) i kadmu (od 27,0 do 76,0 $\mu\text{g}/\text{dzień}$) w wybranych ośrodkach uzdrowiskowych, zlokalizowanych w takich miejscowościach, jak: Krynica, Łądek, Ciecuchówek, Kudowa i Busko.

W tabeli II przedstawiono wyniki dziennego i tygodniowego pobrania kadmu z CRP w DD z terenu LZM. Biorąc pod uwagę podane wyżej masy ciała dzieci i młodzieży, w myśl zaleceń ekspertów FAO/WHO [14], obliczone PTWI dla kadmu wynosi dla dzieci 7–14 lat–280 $\mu\text{g}/\text{osobę}$ (40 $\mu\text{g}/\text{osobę}/\text{dzień}$) oraz dla młodzieży 420 $\mu\text{g}/\text{osobę}$ (60 $\mu\text{g}/\text{osobę}/\text{dzień}$).

Tabela II. Pobranie Cd w CRP przez dzieci i młodzież z DD w zależności od pory roku
 Cadmium intake in daily food rations of children and adolescents dependence on the season

Placówka Pora roku	N	Zawartość Pb w całodziennej diecie ($\mu\text{g}/\text{kg}$)			Dzienne pobranie Pb ($\mu\text{g}/\text{osobę}$)			Tygodniowe pobranie ($\mu\text{g}/\text{osobę}$) $X_{\text{średnie}}$
		$X_{\text{średnie}}$	X_{min}	X_{max}	$X_{\text{średnie}}$	X_{min}	X_{max}	
Głogów								
zima	14	23,5	15,4	34,1	53,6	33,0	84,0	375,1
wiosna	14	26,3	4,7	63,8	67,7	12,5	163,9	474,0
cały okres	28	24,9	4,7	63,8	60,7	12,5	163,9	424,6
Polkowice								
zima	14	20,6	7,4	43,0	41,1	17,3	59,8	287,7
wiosna	14	21,6	4,7	42,0	48,1	9,6	83,2	336,7
cały okres	28	20,8	4,7	43,0	44,6	9,6	83,2	312,2

Tabela III. Wpływ badanych czynników na zawartość Pb i Cd w CRP (wartość statystyki F)
Influence of the chosen factors on the lead and cadmium contents in daily food rations

Źródło zmienności	Poziom skażenia CRP ($\mu\text{g}/\text{kg}$)		Dzienne pobranie ($\mu\text{g}/\text{osobę}$)	
	Pb	Cd	Pb	Cd
Pora roku	13,398**	0,405	7,263*	2,539
Dom Dziecka	0,426	1,744	0,966	5,866*

* różnice istotne statystycznie przy $p < 0,05$

** różnice istotne statystycznie przy $p < 0,01$

W analizowanych porach roku, w obu badanych ośrodkach, zanotowano przekroczenia dopuszczalnego pobrania kadmu przez dzieci, średnio o 52% w Głogowie i o 12% w Polkowicach. W przypadku młodzieży powyżej 14 roku życia zanotowano nieznaczne przekroczenie dopuszczalnego poziomu pobrania kadmu jedynie w Głogowie (o 1%). W obu analizowanych ośrodkach nieco wyższe pobranie kadmu notowano wiosną w porównaniu zimą. Dzienne i tygodniowe pobranie kadmu było istotnie wyższe w Głogowie w porównaniu z Polkowicami (tabela III). Jednakże nie zanotowano podobnej zależności w odniesieniu do zanieczyszczenia diet kadmem, które było zbliżone w obu ośrodkach i wynosiło średnio: 24,9 i 20,8 $\mu\text{g}/\text{kg}$ diety. W tej sytuacji wyższe pobranie kadmu w Głogowie, w porównaniu z Polkowicami, było spowodowane większą masą racji pokarmowej. W przeciwieństwie do ołowiu nie wykazano istotnego wpływu pory roku na poziom zanieczyszczenia diet kadmem.

Odnosząc uzyskane wyniki zanieczyszczenia diet kadmem do dopuszczalnych poziomów podanych w Zarządzeniu Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej [17], w którym najwyższy dopuszczalny poziom kadmu w produktach dla niemowląt i dzieci oraz w środkach dietetycznych nie powinien przekraczać 10 $\mu\text{g}/\text{kg}$, a w produktach dla dorosłych – 30 $\mu\text{g}/\text{kg}$, należy stwierdzić znaczne przekroczenia tych wartości (ponad 100%) w przypadku dzieci.

Stwierdzona podwyższona zawartość kadmu w CRP dzieci i młodzieży może wynikać ze skażenia środowiska naturalnego w wyniku emisji przemysłowej z Kombinatu Miedziowego. Z drugiej strony należy stwierdzić, że niektóre badania poziomu kadmu w dietach i płodach rolnych wykazują stosunkowo wysoką zawartość tego metalu także na terenach uznawanych za typowo rolnicze. Dla przykładu, zawartość kadmu w CRP dzieci wiejskich z rejonu Puław wynosiła 43,5 $\mu\text{g}/\text{os}/\text{dzień}$ [2]. Podobne wysokie wartości tego metalu w racjach pokarmowych wydawanych w ośrodkach sanatoryjnych miejscowości wypoczynkowych stwierdzali cytowani wcześniej Kłos i wsp. [3].

Wyniki niniejszej pracy wskazują na sezonowe wahania w pobraniu ołowiu i stosunkowo wysokie pobranie ołowiu i kadmu w dietach dzieci i młodzieży na terenie LZM. W powyższej sytuacji istnieje uzasadniona potrzeba kontynuowania badań monitorowych całodziennych diet pod kątem zanieczyszczenia metalami toksycznymi.

WNIOSKI

1. Dzienne i tygodniowe pobranie ołowiu z racjami pokarmowymi w badanych placówkach opiekuńczo-wychowawczych było wysokie i przekraczało u dzieci

o 80% i młodzieży o 20% dopuszczalne limity ustalone przez FAO/WHO dla tego pierwiastka.

2. Pobranie ołowiu z diety było istotnie wyższe w okresie zimowym w porównaniu z okresem wiosennym.
3. Zanieczyszczenie diet kadmem nie zależało od pory roku, przy czym istotnie wyższe pobranie tego pierwiastka stwierdzono w Głogowie w porównaniu do Polkowic.
4. Zanotowano wysokie przekroczenia dopuszczalnego limitu FAO/WHO dla kadmu w grupie dzieci w obu badanych placówkach opiekuńczo-wychowawczych.

Z. Krejpcio, D. Olejnik, R.W. Wójciak, J. Gawęcki

LEAD AND CADMIUM CONTENT IN DAILY FOOD RATIONS OF CHILDREN AND ADOLESCENTS FROM COPPER BASIN LEGNICA REGION

Summary

Environmental pollution still remains a serious problem in some heavily industrialized regions of Poland. Among various xenobiotics prevalent in human environment heavy metals such as lead and cadmium are considered as most harmful to living systems. The main source of these metals for humans is food and water, therefore increased dietary lead and cadmium intake may cause functional disturbances of various body systems, especially in young developing organisms. The objective of this study was to evaluate the lead and cadmium content in daily food rations served at two selected Children Guardian Centres (CGC) located in the region of Copper Basin Legnica (Głogów and Polkowice), during winter and spring seasons in 1996. The lead and cadmium content was determined after dry mineralization of samples by the FAAS method with deuterium BC.

It was found that the lead and cadmium content in daily food rations exceeded the PTWI limits for children and adolescents in both CGC. Moreover, seasonal and regional variations of the lead and cadmium content in daily meals were observed. Generally, higher levels of lead in food rations were determined in the winter season whereas the cadmium content was higher in the CGC in Głogów in comparison to Polkowice.

PIŚMIENICTWO

1. Barbera R., Rosaura F., Mesado D.: Oral intake of cadmium, cobalt, copper, iron, lead, nickel, manganese and zinc in the University student's diet. *Die Nahrung* 1993, 37, 241–245.
2. Bilczuk L., Jastrzębska J., Mach H., Ebertowska Z., Zwoliński J., Cygan L.: Zawartość kadmu w całodziennych racjach pokarmowych dzieci wiejskich w wieku szkolnym. *Roczn. PZH* 1995, 46, 13–20.
3. Kłos A., Bertrandt J., Stężycka E.: Zawartość kadmu i ołowiu w dziennych racjach pokarmowych pacjentów wojskowych zakładów uzdrowiskowych. *Bromat. Chem. Toksykol.* 1996, 29, 173–176.
4. Kłos A., Rozmysł E., Stężycka E., Bertrandt J.: Kadm i ołów spożywany w całodziennych posiłkach stosowanych w żywieniu młodych mężczyzn. *Bromat. Chem. Toksykol.* 1996, 29, 31–34.
5. Lorek E.: Ocena pobrania kadmu i ołowiu z warzywami przez konsumentów w województwie katowickim. *Roczn. PZH* 1994, 45, 37–43.
6. Marzec Z., Buliński R.: Ocena całodziennego pobrania rtęci, kadmu i ołowiu z dietami stołówkowymi. *Bromat. Chem. Toksykol.* 1991, 24, 191–194.

7. Marzec Z., Buliński R.: Ocena pobrania kadmu, rtęci i ołowiu z całodziennymi odtworzonymi racjami pokarmowymi. Roczn. PZH 1990, 41, 35–38.
8. Olejnik D., Krejpcio Z., Gawęcki J.: Ocena całodziennego wyżywienia w wybranych placówkach opiekuńczych dla dzieci. Część II. Ołów, kadm, rtęć. Roczn. AR Pozn. CCLXX, Technol. Żywn. 19, cz. 2: 21–27, Poznań 1995.
9. Pietraszkiewicz T., Rudkowski Z., Strugała-Stawik H., Zaręba A., Dembińska D., Pastuszek B.: Stężenie ołowiu we krwi u dzieci z województwa legnickiego. Ped. Polska 1996, Supl. 4, 95–100.
10. Strugała-Stawik H., Dembińska D., Pastuszek B., Morawiec K.: Stężenie ołowiu we krwi dzieci z województwa legnickiego badanych w latach 1995–1996. Fund. na Rzecz Dzieci Zagłębia Miedziowego, Materiały Konferencji Naukowej, Legnica 1997.
11. Smart G.A., Sherlock J.C., Norman J.A.: Dietary intakes of lead and other metals: a study of young children from an urban population in the UK. Food Addit. Contam. 1987, 5, 85–93.
12. Szymczak J., Iłow R., Regulska-Iłow B.: Zawartość kadmu i ołowiu w warzywach, zbożach, owocach i glebie pochodzących z terenów o zróżnicowanym zanieczyszczeniu przemysłowym oraz ze szklarni. Roczn. PZH 1993, 44, 331–345.
13. Wojtasik A., Barylko-Pikielna N.: Stopień potencjalnego zagrożenia zdrowia ze strony metali ciężkich zawartych w racji pokarmowej. Żyw. Człow. Metab. 1995, 22, 3–16.
14. World Health Organization. Technical Reports Series: 733 (1986), 751, 759 (1987), 806 (1991), 837 (1993), Geneva.
15. Zawadzka T., Mazur H., Wojciechowska-Mazurek M., Starska K., Brulińska-Ostrowska E., Cwiek K., Umińska R., Bichniewicz A.: Zawartość metali w warzywach z różnych regionów Polski w latach 1986–1988. Cz. I. Zawartość ołowiu, kadmu i rtęci. Roczn. PZH 1990, 41, 111–131.
16. Zawadzka T., Wojciechowska-Mazurek M., Brulińska E.: Spożycie ołowiu i kadmu w całodziennych posiłkach przez młodzież w wieku 14 — 18 lat. Roczn. PZH 1986, 37, 473–482.
17. Zarządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej, Monitor Polski Nr 22 z dnia 11.05.1993, poz. 233.

Otrzymano: 1999.03.17