

WIESŁAWA ZABOROWSKA¹⁾, JANUSZ WIERCIŃSKI²⁾

ZAWARTOŚĆ OŁOWIU, KADMU, MIEDZI I CYNKU WE WŁOSACH DZIECI SZKOLNYCH Z WYBRANYCH TERENÓW WIEJSKICH LUBELSZCZYZNY

LEAD, CADMIUM, COPPER AND ZINC CONTENTS IN HAIR OF SCHOOL
CHILDREN FROM SELECTED RURAL AREAS NEARLY OF LUBLIN

1) Katedra Bromatologii AM w Lublinie,
20-081 Lublin, ul. Staszica 4,

Kierownik: prof. dr hab. R. Buliński

2) Zakład Instrumentalnej Analizy Żywności AR w Lublinie,

20-934 Lublin, ul. Akademicka 13,

Kierownik: prof. dr hab. J. Wierciński

Oznaczono zawartość ołowiu, kadmu, miedzi i cynku we włosach 164 dzieci uczęszczających do szkół podstawowych we wsi Dębina (woj. zamojskie), Urszulín (woj. chełmskie), Uhnin i Dębowa Kłoda (woj. bialsko-podlaskie). Wyniki poddano analizie statystycznej. Oceniono różnice średnich zawartości pierwiastków w zależności od miejsca zamieszkania i płci dzieci. Ustalono również korelację między stężeniami metali a wiekiem badanej populacji.

Analiza włosów znalazła zastosowanie do różnych celów, między innymi w toksykologii sądowej, patologii klinicznej, czy określenia stopnia odżywienia organizmu [1, 8]. W ostatnich latach wykorzystywane są włosy dla biologicznego monitoringu ekspozycji zawodowej i środowiskowej na metale ciężkie [3, 5, 9, 13, 14, 15]. Oznaczanie tych pierwiastków we włosach określonych populacji, szczególnie dziecięcych [3, 13, 14] może służyć jako sposób wykrywania terenów nadmiernie zanieczyszczonych przez poszczególne metale oraz do porównań wielkości skażeń różnych środowisk.

Badania własne dotyczące oznaczeń ołowiu, kadmu, miedzi i cynku we włosach dzieci z Lublina [15] były motywacją dla przeprowadzenia podobnych obserwacji w wybranych środowiskach wiejskich Lubelszczyzny.

METODYKA I ORGANIZACJA BADAŃ

Materiał badawczy stanowiły próbki włosów pochodzące od dzieci w wieku 7-15 lat, uczęszczających do szkół podstawowych w Uhninie i Dębowej Kłodzie (woj. bialsko-podlaskie), Urszulinie (woj. chełmskie) i Dębnie (woj. zamojskie).

Do wymienionych szkół uczęszczają dzieci zamieszkujące w wyżej wymienionych wsiach oraz sąsiednich, znajdujących się w odległościach nie przekraczających 5 km. Dochodzą one na zajęcia pieszo, dojeżdżają rowerami lub autobusami.

Poddane obserwacji osiedla usytuowane są przy bocznych drogach wiejskich, o małym lub średnim nasileniu ruchu motoryzacyjnego, na terenach, gdzie brak jest zakładów przemysłowych

lub innych źródeł zanieczyszczenia. W ich otoczeniu znajdują się lasy (Dębina) lub lasy i jeziora (Uhnin, Dębowa Kłoda i Urszulin).

Próbki włosów od dzieci pobierano po uzyskaniu zgody dyrekcji szkół oraz rodziców, korzystając z pomocy nauczycieli. Jednocześnie przeprowadzano z każdym z dzieci (lub w przypadku młodszych – z rodzicami) wywiad, według przygotowanej wcześniej karty badań, dotyczący między innymi: danych personalnych, zawodu rodziców, ogólnego stanu zdrowia, stylu życia. Włosy ucinano z różnych miejsc głowy, pobierając do dalszych badań odcinki nie przekraczające 4 cm, licząc od skóry. Pobierane próbki cięto na fragmenty 1–2 cm, myto w kolbkach przez wytrząsanie z 200 cm³ 0,2% roztworu detergentu niejonowego (Triton X-100), po przesączeniu płukano dużą ilością wody dejonizowanej, a następnie acetonem. Z wysuszonych na powietrzu włosów odważano próbkę o masie ok. 1 g i mineralizowano przy użyciu mieszaniny stężonych kwasów: azotowego i nadchlorowego (5:1). Zawartość ołowiu, kadmu i cynku oznaczano techniką płomieniową atomowej spektrofotometrii absorpcyjnej [15].

Otrzymane wyniki poddano analizie statystycznej. Obliczano istotności różnic średnich zawartości wymienionych metali ciężkich we włosach dzieci w zależności od miejsca zamieszkania (analiza wariancji w klasyfikacji pojedynczej) i od płci (testem *Mann-Whytney'a*). Współzależności między stężeniami ołowiu, kadmu, miedzi i cynku w badanym materiale, jak również korelacje między zawartością poszczególnych metali a wiekiem dzieci, oceniano przy użyciu testu *Spearmana*. Przyjęto 5% ryzyko błędu wnioskowania.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Po przeprowadzeniu dokładnej analizy kart badań i odrzuceniu prób pochodzących od dzieci, które mogły być narażone w sposób szczególny na działanie metali ciężkich (np. uczestniczyły często w naprawach pojazdów samochodowych, ciągników czy innego sprzętu) lub, których ogólny stan zdrowia budził zastrzeżenia, czy też w momencie pobierania prób przyjmowały leki, do wnioskowania wybrano 164 dzieci w wieku 7–15 lat (75 dziewcząt i 89 chłopców).

Większość wyników z przeprowadzonych badań przedstawiono w tabelach I i II.

Jak wynika z danych zamieszczonych w tabeli I, średnie poziomy metali ciężkich we włosach dzieci ze wsi Dębina wyraźnie różnią się od oznaczonych w pozostałych wsiach. Na szczególne podkreślenie zasługuje istotnie niższe średnie stężenie ołowiu wynoszące tu 1,84 µg/g i wyższy (choć nieistotnie) poziom kadmu, równy 0,37 µg/g włosów. Zwraca również uwagę wysoce istotnie niższy poziom cynku (średnio 101,1 µg/g) i wyższy – miedzi (średnio 16,44 µg/g) – w wymienionej wsi, w porównaniu z pozostałymi.

Biorąc pod uwagę płeć badanych dzieci z terenów wiejskich, zaobserwowano wysoce istotnie niższy ($p < 0,001$) średni poziom ołowiu we włosach dziewcząt (2,22 µg/g) w porównaniu z chłopcami (3,53 µg/g włosów).

Wykazano wysoce istotną korelację między zawartością ołowiu i kadmu oraz wysoce istotną ujemną odnośnie zawartości miedzi i cynku we włosach badanych dzieci (tab II).

Analiza statystyczna wykazała, że ze wzrostem wieku dzieci z poddanych obserwacji terenów wiejskich wzrastało istotnie stężenie cynku, a obniżało się stężenie miedzi.

Porównując uzyskane wyniki z rezultatami podobnych badań podawanych przez innych autorów, poczyniono szereg spostrzeżeń i tak: średnie zawartości ołowiu we włosach dzieci z terenów wiejskich, przytaczane w piśmiennictwie, wahają się w szerokich granicach od 1,66 do 9,46 µg/g włosów [2, 11, 12, 14, 16]. Uzyskany

Tabela I. Stężenia ołowiu, kadmu, miedzi i cynku we włosach badanych dzieci w zależności od miejsca zamieszkania ($\mu\text{g/g}$)
 Concentrations of lead, cadmium, copper and zinc in the children hair according to their location ($\mu\text{g/g}$)

Miejscowość	n	Zawartości średnie \pm odchylenie standardowe (zakresy)			
		Pb	Cd	Cu	Zn
Uhnin	43	3,31 ^b \pm 1,72 (1,17 – 7,46)	0,26 ^b \pm 0,24 (0,03 – 1,25)	10,64 ^b \pm 2,56 (6,92 – 21,46)	167,9 ^b \pm 27,71 (80,70 – 227,32)
Dębowa Kłoda	36	3,27 ^b \pm 2,86 (0,61 – 15,91)	0,26 ^b \pm 0,23 (0,06 – 1,34)	1,42 ^b \pm 2,19 (7,42 – 16,45)	165,5 ^b \pm 24,89 (93,94 – 195,14)
Urszulin	44	3,29 ^b \pm 2,96 (0,05 – 13,59)	0,27 ^b \pm 0,27 (0,02 – 1,16)	10,98 ^b \pm 3,46 (4,14 – 22,05)	201,4 ^c \pm 67,20 (55,08 – 366,31)
Dębina	41	1,84 ^a \pm 3,09 (0,03 – 17,58)	0,37 ^b \pm 0,33 (0,04 – 1,21)	16,44 ^a \pm 4,94 (5,17 – 32,84)	101,1 ^a \pm 44,85 (44,88 – 247,97)
Wartość funkcji testowej i prawdopodobieństwo wystąpienia istotności różnic	164	F = 2,966 p < 0,05	F = 1,674 p > 0,05	F = 25,486 p < 0,001	F = 35,941 p < 0,001

Objaśnienia: wyniki oznaczone różnymi literkami w kolumnach różnią się istotnie.

Tabela II. Współzależności między zawartościami ołowiu, kadmu, miedzi i cynku we włosach badanych dzieci (współczynniki korelacji)
Correlations between contents of lead, cadmium, copper and zinc in children's hair (correlation coefficients)

Badany metal	n = 164		
	Cd	Cu	Zn
Pb	0,490 (p<0,001)	- 0,280 (p>0,05)	0,137 (p>0,05)
Cu	-	0,170 (p>0,05)	- 0,123 (p>0,05)
Zn	-	-	- 0,300 (p=0,001)

w niniejszej pracy wynik, dotyczący dzieci ze wsi Dębina (1,84 $\mu\text{g/g}$ Pb/g włosów), jest zbliżony do otrzymanego dla dzieci i młodzieży z okolic Poniatowej (1,66 $\mu\text{g/g}$ włosów) [16]. Średnie stężenia ołowiu we włosach dzieci uczęszczających do szkół w Uhninie, Dębowej Kłodzie i Urszulinie, wynoszące odpowiednio: 3,31; 3,27 i 3,29 $\mu\text{g/g}$, są niższe od podawanych dla 5–7 letnich dzieci (grupa kontrolna) z terenów wiejskich Rosji (4,42 $\mu\text{g/g}$) [11], czy od oznaczonych u 7–12 l dzieci z wiejskich i przemysłowych terenów południowej polski (4,85 $\mu\text{g/g}$) [2], od wyników badań 6–14-letnich dzieci z terenów rolniczych Tarragony w Hiszpanii (7,80 $\mu\text{g/g}$) [12] oraz dzieci z terenów wiejskich Holandii (9,46 $\mu\text{g/g}$) [14].

Zawartość ołowiu oznaczona we włosach 7–12 letnich dzieci z Lublina wynosiła średnio 5,36 $\mu\text{g/g}$ [15].

Poziomy średnie kadmu we włosach dzieci z Uhnina, Dębowej Kłody i Urszulina oraz sąsiadujących z nimi wsi, wahały się w granicach 0,26–0,27 $\mu\text{g/g}$ i były wyższe od oznaczonych we wsi Modlnica k/Krakowa u dzieci 10–12 letnich (0,19 $\mu\text{g/g}$) [18] i 7–12 letnich z Lublina (0,23 $\mu\text{g/g}$) [15], oraz niższe od przytaczanych dla dzieci i młodzieży w wieku 5–18 lat ze Szczecina (0,21 $\mu\text{g/g}$) [7]. We włosach badanej populacji dziecięcej ze wsi Dębina i okolic stężenia tego metalu (0,37 $\mu\text{g/g}$) przewyższają w każdym przypadku podane wyżej wartości. Wyższe poziomy kadmu oznaczono u 7–12 l dzieci z terenów południowej Polski (0,43 $\mu\text{g/g}$) [2] oraz we włosach 4–5- letnich z terenu oddalonego o 20 km od Amsterdamu, uważanego za środowiskowo czysty (0,53 $\mu\text{g/g}$) [14].

Poziom miedzi oznaczony we włosach dzieci uczęszczających do szkoły we wsi Dębina, wynoszący średnio 16,44 $\mu\text{g/g}$, różnił się istotnie od oznaczonych w pozostałych wsiach, gdzie wartości te wahały się w granicach 10,64–11,42 $\mu\text{g/g}$. *Radomska* i wsp. [10] podają dla populacji dziecięcej w wieku 1–10 lat, z całej Polski, średni poziom wynoszący 11,0 $\mu\text{g/g}$. W Sudanie [4], u dzieci wiejskich w wieku 6–16 lat oznaczono 18,5 $\mu\text{g/g}$, a w Holandii [14], na terenie uważanym za środowiskowo czysty – 14,96 $\mu\text{g/g}$ miedzi na gram włosów.

Publikowane przez wielu autorów stężenia cynku we włosach dzieci różnią się znacznie. I tak np. dla dzieci w wieku 10–12 lat z Tarnowa przytaczane są średnie

poziomy cynku wynoszące 185 μg na gram włosów, a z Krakowa – 171,5 $\mu\text{g/g}$ [17]. U dzieci 1–10-letnich z terenu całej Polski podano [10] średnio 102,0 $\mu\text{g/g}$, w Szczecinie, dla populacji 5–14-letniej, wartość ta wynosiła 61,7 $\mu\text{g/g}$ [6], a w Lublinie – 121,0 μg cynku/g włosów u dzieci 7–12-letnich [15]. Zawartość cynku oznaczona w niniejszej pracy jest różna w zależności od badanego terenu i średnie stężenia wahają się w zakresie od 101,1 do 201,4 $\mu\text{g/g}$ włosów.

W wyniku analizy statystycznej stwierdzono wysoce istotną korelację między zawartościami ołowiu i kadmu u badanych dzieci, co zgodne jest z danymi otrzymanymi w innych pracach np. [14, 15] oraz ujemną współzależność między zawartością miedzi i cynku, tak jak w przypadku badań dzieci z Lublina [15].

WNIOSKI

1. Wartości średnich stężeń badanych metali ciężkich we włosach dzieci z Dębiny wyraźnie różnią się od oznaczonych w pozostałych wsiach.

2. Zawartości ołowiu we włosach dzieci z przebadanych wsi są niższe od poziomów podawanych przez innych autorów dla podobnych populacji, co świadczy o stosunkowo małym skażeniu ołowiem poddanych obserwacji środowisk wiejskich.

3. Oznaczone w badanych włosach stężenia kadmu są natomiast relatywnie wysokie, porównywalne nawet ze średnimi wartościami uzyskanymi dla miejskich populacji dziecięcych np. dla Lublina czy Szczecina.

4. Wyniki uzyskane dla miedzi i cynku wahają się w szerokich granicach zależności od badanego terenu. Na uwagę zasługują wysokie poziomy miedzi we włosach dzieci z Dębiny i okolic oraz cynku u dzieci z Urszulina i sąsiednich wsi.

W. Zaborowska, J. Wierciński

LEAD, CADMIUM, COPPER AND ZINC CONTENTS IN HAIR OF SCHOOL CHILDREN FROM SELECTED RURAL AREAS NEARLY LUBLIN

Summary

Contents of lead, cadmium, copper and zinc were determined in the hair of 164 rural school children aged 7–15 years, by means of flame AAS method. The children attended four schools situated in the villages: Uhnin, Dębowa Kłoda, Urszulin and Dębina. There were stated the lower contents of lead and zinc (1.84 and 101.1 $\mu\text{g/g}$) and higher concentrations cadmium and copper (0.37 and 16.44 $\mu\text{g/g}$ respectively) in the children's hair from Dębina, comparing to the other villages.

The statistical analysis of the results revealed essential difference in the mean lead contents according to sex (more, in the boy's hair). There was considering the relationship between heavy metals levels in the hair of the children's population and their age as well as correlations between lead, cadmium, copper and zinc concentrations in the hair samples.

PIŚMIENNICTWO

1. Advances in Analytical Toxicology. Ed. by *Basett R.C.*. Year Book Medical Publishers. Inc., Chicago-London-Boca Raton 1989, Vol. 2., p. 298. – 2. *Chłopicka J., Zagrodzki P., Zachwieja Z., Krośniak M., Fołta M.*: Use of pattern recognition methods in the interpretation of heavy metals contents (lead and cadmium) in children's scalp hair. *Analyst* 1995, 120, 943. – 3. *Cikrt M., Bencko V.*: Biological monitoring of human exposure to metals. *J. Hyg. Epidemiol. Microbiol.*

- Immunol. 1990, 34, 233. – 4. *Eltayeb M.A.H., Van Gricken R.E.*: Iron, copper, zinc and lead in hair from Sudanese populations of different age groups. *Sci. Total. Environ.* 1990, 95, 157. – 5. *Ferry N., Girard F., Moreau T., Blot P., Sahuquillo J., Hajem S., Orssaud G., Huel G.*: Validity of hair in detecting chronic cadmium exposure in general population. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 1993, 50, 736. – 6. *Kozielec T., Drybańska-Kalita A.*: Wpływ zawartości ołowiu i kadmu na niedobór magnezu i cynku u dzieci. *Problemy Lek.* 1994, 33, 14. – 7. *Kozielec T., Hornowska I., KOTkowiak L., Satacka A.*: Badanie zawartości ołowiu i kadmu we włosach u dzieci i młodzieży. *Bromat. Chem. Toksykol.* 1993, 26, 293. – 8. *Krejpcio Z., Olejnik D., Wójciak R.W., Kielczewska K., Gawęcki J.*: Ocena poziomu wapnia, magnezu, cynku i miedzi w surowicy krwi i we włosach u dzieci nadpobudliwych. *Materiały Symposium: Metale i metaloidy – aspekty farmakologiczne, toksykologiczne i środowiskowe. Białowieża, 3–4 czerwca 1996 r., Streszcz. str. 50.* – 9. *Krejpcio Z., Olejnik D., Strugała-Stawik H., Wójciak R., Gawęcki J.*: Relationship between hair lead and blood lead in children exposed to environmental pollution. *Proceedings of the XVI International Congress of Clinical Chemistry. London UK, 8–12 July 1996, p. 102.* – 10. *Radomska K., Graczyk A.*: Zastosowanie metody absorpcji atomowej do oznaczania metali we włosach. *Stud. Mat. Monogr., IMP Łódź, 1989, 34, 130.*
11. *Revich B.A.*: Lead in hair and urine of children and adults from industrialized areas. *Arch. Environ. Health* 1994, 49, 59. – 12. *Schumacher M., Domingo J.L., Llobet J.M., Corbella J.*: Lead in children's hair as related to exposure in Tarragona Province, Spain. *Sci. Total Environ.* 1991, 104, 167. – 13. *Wibowo A.A.E., Brunckreef B., Lebret E., Pieters H.*: The feasibility of using lead hair concentration in monitoring environmental exposure in children. *Int. Arch. Occup. Environ. Health* 1980, 46, 275. – 14. *Wibowo A.A.E., Herber R.F.M., Das H.A., Roeleveld N., Zielhuis R.L.*: Levels of metals in hair of young children as an indicator of environmental pollution. *Environ. Res.* 1986, 40, 346. – 15. *Zaborowska W., Wierciński J.*: Oznaczanie ołowiu, kadmu, miedzi i cynku we włosach dzieci Lublina, jako próba oceny zanieczyszczenia środowiska. *Roczn. PZH* 1996, 47, 217. – 16. *Zaborowska W., Wierciński J., Krupka M.*: Zawartość ołowiu we włosach ludności z terenu Poniatowej i okolic. *Medycyna Wiejska* 1986, 21, 169. – 17. *Zachwieja Z., Chłopicka J., Schlegel-Zawadzka M., Zagrodzki P., Wypchło J., Krośniak M.*: Evaluation of zinc content in children's hair. *Biol. Trace Elem. Res.* 1995, 47, 141. – 18. *Zachwieja Z., Chłopicka J., Wypchło J.*: Analiza zawartości kadmu i ołowiu we włosach dzieci mieszkających na terenach uprzemysłowionych. *Prace Minerolog. PAN Kraków* 1993, 83, 99.

Otrzymano: 1996.12.20