

DANUTA OLEJNIK, ZBIGNIEW KREJPCIO, DANUTA ŚMIGIEL-PAPIŃSKA,
RAFAŁ WÓJCIAK, JAN GAWĘCKI, JULIA WIŚNIEWSKA

ZAWARTOŚĆ WYBRANYCH SKŁADNIKÓW MINERALNYCH (Ca, Mg, Zn,
Cu, Fe) W CAŁODZIENNYCH RACJACH POKARMOWYCH MŁODZIEŻY
STARSZEJ: PORÓWNANIE WYNIKÓW ANALITYCZNYCH
I OBLICZENIOWYCH

THE CONTENT OF SELECTED MINERALS (Ca, Mg, Zn, Cu, Fe) IN DAILY FOOD
RATIONS OF ADOLESCENTS: COMPARISON OF ANALYTICAL AND
CALCULATED DATA

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

Dokonano oceny podaży wybranych składników mineralnych w całodziennych racjach pokarmowych (CRP) młodzieży: pensjonariuszy dwóch domów dziecka z Legnickiego Okręgu Przemysłowego oraz uczniów dwóch szkół żywionych w stołówkach. Podaż składników mineralnych określono dwiema metodami: na podstawie oznaczeń analitycznych w pobranych CRP oraz metodą obliczeniową wykorzystując dane z raportów magazynowych.

WSTĘP

W ostatnich latach zauważa się duże zainteresowanie badaniami dotyczącymi podaży składników mineralnych w całodziennych racjach pokarmowych (CRP) różnych grup ludności. Wiąże się to z licznymi dowodami na temat roli składników mineralnych w rozwoju i funkcjonowaniu organizmu człowieka, odporności i podatności na schorzenia oraz reakcji na stresy i zanieczyszczenie środowiska [3].

Składniki mineralne są materiałem budulcowym, biorą udział w procesach metabolicznych pełniąc funkcję regulatorów lub katalizatorów wielu układów enzymatycznych, warunkują funkcjonowanie komórek i tkanek [12, 26].

Zwraca się także uwagę na związek niezbilansowanej podaży składników mineralnych z zapadalnością na choroby przewlekłe. I tak np.: prawidłowa podaż magnezu zmniejsza ryzyko rozwoju miażdżycy [9], natomiast zakłócone relacje między cynkiem a miedzią zwiększają ryzyko powstania niedokrwiennej choroby serca [8, 10, 19].

Najważniejszym źródłem składników mineralnych dla organizmu człowieka jest racja pokarmowa prawidłowo zestawiona pod względem energetycznym i odżywczym [11, 25].

Wiele prac publikowanych w piśmiennictwie krajowym informuje o niedostatecznej podaży makro- i mikroelementów w całodziennych racjach pokarmowych różnych populacji i niewłaściwych proporcjach między poszczególnymi pierwiastka-

mi [4, 5, 14, 17, 18, 21–24]. Dane te dotyczą zarówno żywienia indywidualnego jak i zbiorowego np. w placówkach oświatowo-wychowawczych czy szpitalach [6, 7, 16]. Bardzo niepokojącym jest długotrwałe utrzymywanie się niskich poziomów spożycia wapnia na skutek zmniejszenia konsumpcji produktów mlecznych [2, 13]. Skutki spadku podaży wapnia są potęgowane zwiększonym spożyciem fosforu, wynikającym z dodatku fosforanów do wielu produktów spożywczych [15].

Te niekorzystne zjawiska skłaniają do stałych badań nad wartością odżywczą CRP z uwzględnieniem podaży składników mineralnych. W badaniach tych stosowane są najczęściej 2 metody: obliczeniowa oraz analityczna – polegająca na oznaczaniu wybranych pierwiastków w pobieranych losowo bądź odtwarzanych racjach pokarmowych. W badaniach indywidualnych racji pokarmowych, metoda obliczeniowa polega na wywiadzie żywieniowym z ostatnich 24 godzin i obliczeniu zawartości składników z wykorzystaniem danych z aktualnych tabel wartości odżywczej produktów spożywczych [1]. Do obliczeń wartości odżywczej racji pokarmowych w żywieniu zbiorowym często wykorzystuje się jako podstawę raporty magazynowe określające ilości produktów spożywczych zużytych do przygotowania posiłków. Zależnie od stosowanej metody wyniki mogą się znacznie różnić między sobą, co prowadzi do błędnych wniosków [20]. Stąd też w piśmiennictwie spotyka się publikacje, których autorzy określają wielkość występujących różnic i ustalają odpowiednie współczynniki korekcyjne [20].

Zmienność składu dostępnej aktualnie żywności, wywołana m.in. postępem technologicznym sprawia, że tego rodzaju badania muszą być co pewien czas powtarzane.

Stąd też celem niniejszej pracy było ustalenie zawartości wybranych makro- i mikroelementów w całodziennych racjach pokarmowych młodzieży starszej dwiema metodami: analityczną – przez oznaczenie ich w pobranych losowo próbach i obliczeniową – na podstawie raportów magazynowych oraz porównanie otrzymanych wyników i odniesienie ich do zalecanych norm żywieniowych [25].

MATERIAŁ I METODYKA

Materiał do badań stanowiły całodziennie racje pokarmowe młodzieży zamieszkującej państwowe domy dziecka na terenie Legnickiego Okręgu Miedziowego (LOM): PDD w Głogowie i Legnicy oraz dwóch szkół z terenu miasta Poznania: Szkoły Aspirantów Państwowej Straży Pożarnej i Zespołu Szkół Rolniczych (SAPSP, ZSR).

Posiłki pobierano losowo: w szkołach – w miesiącach od lutego do kwietnia 1997 r., a w PDD – w miesiącach od stycznia do kwietnia 1996 r. Zawartości badanych pierwiastków ustalano dwiema metodami: obliczeniową i analityczną.

Obliczenia zawartości wybranych składników mineralnych: Ca, Mg, Fe, Zn i Cu dokonano w oparciu o raporty magazynowe z wykorzystaniem programu komputerowego „FOOD” uwzględniając straty składników mineralnych podczas procesów kulinarnych.

Oznaczenia ilości badanych pierwiastków dokonano metodą spektrometrii atomowo-absorpcyjnej z użyciem aparatu firmy Carls-Jena AAS-3, po uprzedniej mineralizacji zhomogenizowanych i wysuszonych próbek CRP. Mineralizację prowadzono metodą spoielania w piecu mufowym w temperaturze 450°C.

Wyniki odniesiono do zalecanych norm żywienia dla młodzieży męskiej w wieku 18–21 lat [25]. Porównania wyników otrzymanych dwoma metodami dokonano za pomocą testu *t-Studenta* przy poziomie istotności $\alpha=0,05$ i przez obliczenie współczynnika korelacji.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

W pracy przebadano 56 całodziennych racji pokarmowych z PDD i 60 ze szkół Poznania, ogółem 116 prób CRP.

Wyniki dotyczące zawartości badanych pierwiastków przedstawiono w tabeli I.

Zawartość wapnia w badanych CRP różniła się w zależności od metody jej oceny; i tak: zawartości określone na drodze analitycznej wynosiły średnio od 986 mg do 1106 mg, co daje pokrycie od 82 do 92% zalecanych norm. Wyniki otrzymane metodą obliczeniową były wyższe i wynosiły od 1058 do 1178 mg, co daje pokrycie zalecanych norm od 88 do 98%.

Tabela I Zawartość wybranych składników mineralnych: wapnia, magnezu, żelaza, miedzi i cynku w całodziennych racjach pokarmowych młodzieży starszej: wyniki analityczne (A) i obliczeniowe (B)

Miejsce i metoda badań		Parametr	Zawartość składników mineralnych [mg/CRP]				
			Ca	Mg	Fe	Zn	Cu
SAPSP	A	x ± S min-max % RN	1072 ± 460 308 – 2230 89	340 ± 64 245 – 497 92	18,9 ± 4,6 9,4 – 33,1 126	13,3 ± 3,5 8,0 – 23,0 83	1,45 ± 0,3 1,00 – 2,74 72
	B	x ± S min-max % RN	1178 ± 492 529 – 2485 98	397 ± 69 293 – 521 107	19,8 ± 4,5 8,6 – 33,9 132	16,9 ± 3,1 13,9 – 21,7 106	2,03 ± 0,52 1,42 – 2,92 101
ZSR	A	x ± S min-max % RN	994 ± 295 543 – 1761 83	293 ± 40 207 – 363 79	17,1 ± 10,2 8,8 – 63,7 114	10,6 ± 3,7 6,2 – 22,9 66	1,43 ± 0,51 0,75 – 3,23 72
	B	x ± S min-max % RN	1079 ± 313 613 – 1715 90	359 ± 43 294 – 363 97	20,8 ± 8,6 12,5 – 60,9 139	14,6 ± 3,1 10,1 – 24,1 91	2,17 ± 0,66 1,21 – 3,95 108
PDD I	A	x ± S min-max % RN	1106 ± 326 425 – 1850 92	243 ± 61 125 – 388 61	11,0 ± 6,0 6,1 – 38,0 73	8,9 ± 2,9 3,1 – 14,3 56	1,06 ± 0,44 0,62 – 2,73 71
	B	x ± S min-max % RN	1141 ± 219 757 – 1590 95	348 ± 72 195 – 449 87	14,2 ± 6,2 9,5 – 40,2 95	12,0 ± 2,5 8,1 – 17,6 75	1,47 ± 0,48 0,89 – 2,81 98
PDD II	A	x ± S min-max % RN	986 ± 405 218 – 1698 82	197 ± 45 125 – 312 49	10,2 ± 5,8 4,8 – 33,1 68	7,4 ± 2,4 3,5 – 17,0 46	0,85 ± 0,36 0,46 – 2,23 57
	B	x ± S min-max % RN	1058 ± 280 281 – 1500 88	319 ± 71 181 – 389 80	13,9 ± 6,4 9,8 – 33,0 93	11,3 ± 3,2 8,1 – 20,3 71	1,32 ± 0,72 0,72 – 4,44 88

% RN – procent realizacji norm żywieniowych dla danej grupy wiekowej

A – wyniki analityczne

B – wyniki obliczeniowe

Oznaczone analitycznie zawartości magnezu w badanych CRP wynosiły od 197 do 340 mg, co stanowi od 49 do 92% zalecanych norm. Wyniki uzyskane metodą oblicze-

niową były wyższe i wahały się od 319 do 397 mg, co pokrywało od 80 do 107% ilości zalecanych w normach.

Badane CRP zawierały przeciętnie żelazo w ilości od 10,2 do 18,9 mg, zaspokajając 68 do 126% zalecanych norm, podczas gdy ilości tego pierwiastka wyliczone przy użyciu programu FOOD wynosiły od 13,9 do 20,8 mg, co daje pokrycie norm żywieniowych na poziomie od 93 do 139%.

Zawartości cynku w CRP oznaczone analitycznie wahały się od 7,4 do 14,6 mg, (od 46 do 91% zalecanych norm), a obliczone: od 11,3 do 16,9 mg, co stanowi od 71 do 106% zalecanych norm.

Zawartości miedzi w CRP wynosiły odpowiednio: przy zastosowaniu metody analitycznej – od 0,85 do 1,45 mg, a więc od 57 do 72% zalecanych norm; stosując zaś metodę obliczeniową – od 1,32 do 2,17 mg, co stanowi od 88 do 108% zalecanych norm.

Z danych zestawionych w tabeli I wynika, że najniższe ilości składników mineralnych zawierały CRP z PDD. W szczególności dotyczyło to magnezu, cynku, miedzi oraz żelaza.

Tabela II. Porównanie za pomocą testu *t-Studenta* (*p*) oraz analizy regresji prostoliniowej (współczynnik korelacji *r*) zawartości składników mineralnych w CRP młodzieży określonych dwoma metodami

Miejsce badań	Badane składniki mineralne				
	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu
SAPSP	<i>p</i> < 0,01 <i>r</i> = 0,990	<i>p</i> < 0,01 <i>r</i> = 0,887	<i>p</i> < 0,01 <i>r</i> = 0,932	<i>p</i> < 0,01 <i>r</i> = 0,826	<i>p</i> < 0,01 <i>r</i> = 0,734
ZSR	<i>p</i> < 0,01 <i>r</i> = 0,979	<i>p</i> < 0,01 <i>r</i> = 0,848	<i>p</i> < 0,01 <i>r</i> = 0,990	<i>p</i> < 0,01 <i>r</i> = 0,695	<i>p</i> < 0,01 <i>r</i> = 0,885
PDD I	NI <i>r</i> = 0,754	<i>p</i> < 0,01 <i>r</i> = 0,413	<i>p</i> < 0,01 <i>r</i> = 0,934	<i>p</i> < 0,01 <i>r</i> = 0,894	<i>p</i> < 0,01 <i>r</i> = 0,583
PDD II	NI <i>r</i> = 0,805	<i>p</i> < 0,01 <i>r</i> = 0,205	<i>p</i> < 0,01 <i>r</i> = 0,919	<i>p</i> < 0,01 <i>r</i> = 0,666	<i>p</i> < 0,01 <i>r</i> = 0,682

NI – nieistotne statystycznie

W tabeli II przedstawiono ocenę współzależności wyników otrzymanych metodami: analityczną i obliczeniową. Tylko w przypadkach oceny podaży wapnia w CRP z PDD nie stwierdzono występowania statystycznie istotnej współzależności między wynikami oszacowań i oznaczeń analitycznych. W pozostałych przypadkach uzyskano wysokie współczynniki korelacji prostoliniowej.

Analiza tych współczynników korelacji wykazała ich bardzo wysoką istotność statystyczną.

Z porównania rezultatów oceny podaży składników mineralnych w CRP otrzymanych dwiema metodami wynika, że dane otrzymane drogą obliczeniową w oparciu o raporty magazynowe są znacznie wyższe od wyników analitycznych. Na ich podstawie można by sądzić, że oczekiwane CRP były wystarczające pod względem podaży badanych składników mineralnych. Dopiero badania analityczne, stwierdzające stan faktyczny, ujawniają niedobory składników mineralnych w pożywieniu badanych grup mło-

dzieży. Szczególnie niepokojące są niskie zawartości tych składników w CRP pensjonariuszy PDD, którzy nie mają praktycznie możliwości uzupełnienia wyżywienia przez dokupienie produktów spożywczych.

Tabela III. Równania regresji dla badanych składników mineralnych

Ca	$y = 0,85x - 27,67$
Mg	$y = 0,65x + 17,72$
Fe	$y = 0,77x + 0,46$
Zn	$y = 0,64x + 1,44$
Cu	$y = 0,36x + 0,97$

Przeprowadzone badania posłużyły do ustalenia równań regresji (tabela III), które mogą być wykorzystane do urealnienia podaży składników mineralnych: wapnia, magnezu, żelaza, miedzi i cynku w całodziennych racjach pokarmowych, oszacowanej za pomocą programu FOOD na podstawie raportów magazynowych zużycia produktów spożywczych.

WNIOSKI

1. Wyniki zawartości wybranych składników mineralnych: Ca, Mg, Fe, Zn i Cu w CRP młodzieży obliczone na podstawie raportów magazynowych są istotnie wyższe od wyników uzyskanych na drodze analitycznej. Ustalenie ścisłej współzależności między wynikami oceny dokonanyimi obiema metodami umożliwia urealnienie oszacowań przy pomocy równań regresji.
2. Zawartość badanych składników mineralnych w CRP młodzieży żywiającej w placówkach oświatowo-wychowawczych jest niższa od ilości zalecanych w normach żywienia i może prowadzić do występowania niedoborów tych pierwiastków.

D. Olejnik, Z. Krejpcio, D. Śmigiel-Papińska, R. Wójciak, J. Gawęcki, J. Wiśniewska

THE CONTENT OF SELECTED MINERALS (Ca, Mg, Zn, Cu, Fe) IN DAILY FOOD RATIONS OF ADOLESCENTS: COMPARISON OF ANALYTICAL AND CALCULATED DATA

Summary

The content of calcium, magnesium, zinc, copper and iron in daily food rations of adolescents served in two residential centres in Copper Basin Legnica region and two high schools in Poznań were studied.

The content of minerals was determined by two independent methods: chemical analysis and calculation based upon food composition tables.

It was found that the calculated results were markedly higher, suggesting that daily meals covered recommended allowances for minerals established for the adolescents group. However, the analytical results were 10% lower on average, but in the case of zinc and magnesium they did not even reach 50% of norms showing that the daily food did not provide sufficient amounts of minerals for adolescents.

Moreover, analysis of regression showed a significant correlation for the magnesium, iron, zinc and copper content obtained by the two methods which allowed to calculate empirical formulae that may help to establish the content of these elements in daily food with the use of the FOOD computer program.

PIŚMIENNICTWO

1. *Charzewska J., Chwojnowska Z.*: Wady i zalety wybranych metod oceniających spożycie żywności ze szczególnym uwzględnieniem metody wywiadu. *Żyw. Człow. Metabol.* 1988, 15, 64.
2. *Charzewska J., Chwojnowska Z., Rogalska-Niedźwiedz M., Chabros E.*: Zmiany w żywieniu młodzieży z Warszawy w latach 1985–1990. *Żyw. Człow. Metabol.* 1992, 19, 17.
3. *Chorąży W., Bliwert K., Śmigiel D.*: Żywnienie jako czynnik ochrony w skażonym środowisku. *Mat. źródłowe do raportu MOŚ, ZiL pt. Ekosystemy żywicielskie i żywność*, Warszawa, 1991.
4. *Czeczulewski J., Wilczewski A., Raczyński G.*: Ocena sposobu żywienia i stanu odżywienia dzieci z regionu typowo wielkomiejskiego i wiejskiego naszego kraju. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 1997, 6/47, 115.
5. *Drabowicz E., Duda G., Gertig H.* i in.: Nutritive value of daily rations in selected population groups from the Wielkopolska Region. Cz. II. Laboratory evaluation of reconstructed representative and random food rations-preschool children. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 1992, 1/42, 71, 82.
6. *Gawęcki J., Anioła J., Krejpcio Z.* i in.: Ocena całodziennego wyżywienia w wybranych placówkach opiekuńczych dla dzieci. Cz. I. Tłuszcz, błonnik i składniki mineralne. *Rocz. AR Pozn.* 1995, 270, 13.
7. *Hennig J., Zięba K., Schlegel-Zawadzka M., Zachwieja Z.*: Ocena poziomu wapnia i fosforu w całodziennych racjach pokarmowych dzieci leczonych klinicznie na terenie Krakowa. *Bromat. Chem. Toksykol.* 1990, 23, 199.
8. *Kulikowska E., Moniuszko-Jakoniuk J., Miniuk K.*: Rola cynku w procesach fizjologicznych i patologicznych organizmu. *Pol. Tyg. Lek.* 1991, 46, 470.
9. *Mielcarz J., Majewski W., Patelski J., Uryszek W.*: Wapń, magnez, miedź i cynk w surowicy mężczyzn z miażdżycą tętnic udowych. *Roczn. PZH* 1995, 46, 59.
10. *Miniuk K., Moniuszko-Jakoniuk J., Kulikowska E.*: Biodostępność oraz stany chorobowe przy niedoborze miedzi. *Pol. Tyg. Lek.* 1991, 46, 476.
11. *v. Petrykowski W.*: Die gesunde Ernährung im Kindes-und Jugendalter. *Off. Gesund.-Wes.* 1990, 52, 456.
12. *Rafalski H.*: Współczesne pojmowanie molekularnej, metabolicznej i klinicznej roli żelaza w kształtowaniu zdrowia. *Żyw. Człow. Metabol.* 1994, 21, supl. 111.
13. *Rogalska-Niedźwiedz M., Charzewska J., Chwojnowska Z., Chabros E.*: Zawartość wapnia w dietach młodzieży. *Żyw. Człow. Metabol.* 1992, 19, 244.
14. *Rutkowska U., Iwanow K., Chojnowska J., Nadolna I., Kunachowicz H.*: Badania analityczne nad składem i wartością odżywczą racji pokarmowych. Cz. II. Zawartość wapnia, fosforu, magnezu, żelaza i potasu. *Żyw. Człow. Metabol.* 1993, 20, 328.
15. *Rutkowska U., Kunachowicz H.*: Ocena spożycia fosforu z uwzględnieniem fosforanów dodawanych do żywności i wpływu na metabolizm wapnia i innych składników mineralnych. *Żyw. Człow. Metabol.* 1994, 21, 180.
16. *Skibniewska K.A., Smoczyński S.S.*: Składniki mineralne w dietach szpitalnych z wybranych miast w Polsce. *Żyw. Człow. Metabol.* 1996, 233.
17. *Szajkowski Z., Gertig H., Duda G.* i in.: Ocena laboratoryjna odtworzonych racji pokarmowych młodzieży szkół ponadpodstawowych z rejonu Wielkopolski. *Bromat. Chem Toksykol.* 1992, 25, 297.

18. Szajkowski Z.: Badania nad zawartością i wzajemnymi relacjami wybranych składników mineralnych w całodziennych racjach pokarmowych wytypowanych populacji z Regionu Wielkopolski: Cz. I. Zawartość i wzajemne relacje między wapniem a fosforem. *Żyw. Człow. Metabol.* 1996, 23, 55.
19. Szajkowski Z.: Badania nad zawartością i wzajemnymi relacjami wybranych składników mineralnych w całodziennych racjach pokarmowych wytypowanych populacji z Regionu Wielkopolski: Cz. II. Zawartość i wzajemne relacje między cynkiem a miedzią. *Żyw. Człow. Metabol.* 1996, 23, 66.
20. Szajkowski Z.: Magnesium, calcium and phosphorus contents in daily food rations in primary school children: Questionnaire and analytic studies. *Nahrung* 1996, 40, 330.
21. Śmigiel D.: Zawartość wapnia i magnezu w całodziennych racjach pokarmowych dzieci dwóch województw południowych Polski. *Pol. Tyg. Lek.* 1993, 47, 419.
22. Śmigiel D., Bliwert K., Chorąży W.: Zawartość wapnia i fosforu w całodziennych racjach pokarmowych dzieci dwóch województw południowych Polski. *Roczn. PZH* 1994, 45, 55.
23. Śmigiel-Papińska D.: Zawartość wybranych makroelementów (Ca, Mg, P) w całodziennych racjach pokarmowych dzieci klas pierwszych na przykładzie szkoły podstawowej z GOP-u. *Biul. Magn.* 1998 (praca w druku).
24. Wierzbicka E., Brzozowska A., Roszkowski W.: Sposób żywienia oraz stan odżywienia ludzi starszych w Polsce w świetle danych z piśmiennictwa z lat 1980–96. *Roczn. PZH* 1997, 48, 87.
25. Ziemiański Ś., Bułhak-Jachymczyk B., Budzyńska-Topolowska J., Panczenko-Kresowska B., Wartanowicz M.: Normy żywienia dla ludności w Polsce. *Żyw. Człow. Metabol.* 1994, 21, 303.
26. Zdrójkowska B., Rutkowska U., Szponar L.: Magnez w profilaktyce zdrowotnej. *Żyw. Człow. Metabol.* 1996, 23, 169.

Otrzymano: 1999.03.17