

©Borgis

\*Anna Łupińska, Danuta Chlebna-Sokół

## Czynniki wpływające na stężenie witaminy D w surowicy dzieci łódzkich w wieku wczesnoszkolnym z nadmiarem masy ciała\*\*

Factors affecting serum vitamin D concentration in schoolchildren, from Łódź, with excess body weight

Klinika Propedeutyki Pediatrii i Chorób Metabolicznych Kości, I Katedra Pediatrii, Uniwersytet Medyczny w Łodzi  
Kierownik Katedry i Kliniki: prof. dr hab. med. Danuta Chlebna-Sokół

### Słowa kluczowe

otyłość, nadwaga, witamina D, tkanka tłuszczowa

### Keywords

obesity, overweight, vitamin D, fat mass

### Streszczenie

**Wstęp.** Otyłość nazywana epidemią XXI wieku stanowi czynnik ryzyka hipowitaminozy D.

**Cel pracy.** Celem pracy była ocena częstości występowania niedoboru witaminy D u dzieci w wieku wczesnoszkolnym z nadmiarem masy ciała oraz analiza czynników wpływających na jej stężenie w surowicy w tej grupie badanych.

**Materiał i metody.** Końcowej analizie poddano 80 dzieci w wieku 7-10 lat (60 pacjentów z otyłością i 20 z nadwagą). Grupę porównawczą stanowiło 37 dzieci z prawidłową masą ciała. U wszystkich pacjentów przeprowadzono badanie lekarskie z pomiarami antropometrycznymi. Rodzice badanych dzieci wypełniali kwestionariusz zawierający pytania dotyczące m.in. aktywności fizycznej czy ekspozycji dziecka na słońce. Średnie dobowe spożycie witaminy D i wapnia analizowano, wykorzystując metodę trzydniowego zapisu całodziennego diety. U każdego dziecka oceniono skład ciała metodą densytometryczną (DXA) oraz oznaczono stężenie 25(OH)D w surowicy.

**Wyniki.** Niedobór witaminy D stwierdzono u 56/60 (93,3%) dzieci z otyłością, 19/20 (95%) pacjentów z nadwagą oraz 33/37 (89,2%) badanych z grupy porównawczej. Wykazano ujemną korelację między masą ciała i masą tkanki tłuszczowej a stężeniem 25(OH)D > 20 ng/ml w surowicy. Pora roku, czas ekspozycji na promieniowanie słoneczne oraz składniki diety nie wpływały w sposób znamieny statystycznie na stężenie 25(OH)D w surowicy. W diecie wszystkich pacjentów z otyłością (100%) oraz 95% badanych z nadwagą i z grupy porównawczej stwierdzono niedobory witaminy D.

**Wnioski.** U większości badanych dzieci wykazano niedobór witaminy D w surowicy, co wymaga wdrożenia działań mających na celu upowszechnienie realizacji istniejących zaleceń dotyczących suplementacji tą witaminą. Ujemna zależność pomiędzy zawartością tkanki tłuszczowej i masą ciała a stężeniem 25(OH)D w surowicy potwierdza teorię o otyłości jako możliwym czynnikiem ryzyka niedoboru tej witaminy.

### Summary

**Introduction.** Obesity called epidemic of the XXI century is a risk factor for hypovitaminosis D.

**Aim.** The aim of this study was to evaluate the prevalence of vitamin D deficiency in school children with excess body weight and factors contributing to its serum concentration in this group of patients.

**Material and methods.** The final analysis included 80 children aged 7-10 years (60 obese and 20 overweight). Comparison group consisted of 37 children with adequate weight. All patients underwent a physical examination with anthropometric measurements. Parents were asked to fill in a questionnaire with questions about child physical activity or sun exposure. Serum 25(OH)D concentration was evaluated in each child. Body composition was measured using dual energy X-ray absorptiometry (DXA).

**Results.** Vitamin D deficiency or insufficiency was found in 56/60 (93.3%) obese children, 19/20 (95%) patients with overweight and 33/37 (89.2%) children from comparison group. Negative correlation between body weight, fat mass and serum 25(OH)D concentration > 20 ng/ml has been observed. Season, time of sun exposure and diet ingredients did not affect serum 25(OH)D concentrations in a statistically significant way. All of obese

### Konflikt interesów

#### Conflict of interest

Brak konfliktu interesów  
None

### Adres/address:

\*Anna Łupińska  
Klinika Propedeutyki Pediatrii  
i Chorób Metabolicznych Kości  
I Katedra Pediatrii UM w Łodzi  
ul. Sporna 36/50, 91-738 Łódź  
tel./fax +48 (42) 617-77-15  
anna.lupinska@umed.lodz.pl

\*\*Praca finansowana z działalności statutowej Kliniki: 503/1-090-01/503-11-001.

patients (100%) and 95% of both overweight children and children from comparison group presented low vitamin D intake.

**Conclusions.** The majority of children had vitamin D deficiency, which shows how important it is to enforce existing recommendations for vitamin D supplementation. The negative relationship between fat mass, body weight and serum 25(OH)D concentration confirms the theory that obesity is a possible risk factor for vitamin D deficiency.

## WSTĘP

W ostatnich latach zwraca się szczególną uwagę na plejotropowe działanie witaminy D, które poza klasycznym regulowaniem gospodarki wapniowo-fosforanowej organizmu odgrywa istotną rolę w zapobieganiu licznym chorobom (1, 2). Badania wielu autorów dowodzą, iż większość populacji wieku rozwojowego powyżej pierwszego roku życia ma niedobór tej witaminy (3-6). Jak wiadomo, otyłość stanowi dodatkowy czynnik ryzyka hipowitaminozy D (7, 8). Cholekalcyferol będąc lipofilnym związkiem, jest niejako magazynowany w tkance tłuszczowej osób z nadmiarem masy ciała, przyczyniając się do obniżonego stężenia 25(OH)D (25-hydroksycholekalcyferolu) w surowicy (9). Zwiększonemu ryzyku niedoboru tej witaminy w grupie osób z nadmiarem masy ciała sprzyja również wysokoenergetyczna dieta uboga w wapń i witaminę D. Z uwagi na wyraźnie obniżoną aktywność fizyczną otyłych dzieci i powszechny obecnie model spędzania wolnego czasu przed telewizorem lub komputerem, ograniczona jest też ekspozycja na promieniowanie słoneczne, a tym samym naturalna produkcja cholekalcyferolu w skórze (10). Zależności te zostały uwzględnione w zaleceniach dotyczących profilaktycznej suplementacji witaminą D w Polsce, wskazując na konieczną jej podaż w grupie dzieci z nadmiarem masy ciała w dwukrotnie większej dawce w stosunku do dzieci w tym samym wieku, ale z BMI < 85 centyla (11). W licznych badaniach wykazano ujemną zależność między stężeniem 25(OH)D w surowicy a częstością występowania lub nasileniem objawów takich chorób jak cukrzyca typu 1, nieswoiste zapalenia jelit, astma oskrzelowa, celiakia czy, co ma szczególne znaczenie dla pacjentów z otyłością, nadciśnienie tętnicze (1, 2, 12, 13).

## CEL PRACY

Celem pracy była ocena częstości występowania niedoboru witaminy D u dzieci w wieku wczesnoszkolnym z nadmiarem masy ciała oraz analiza czynników wpływających na stężenie tej witaminy w grupie badanych z nadwagą i otyłością.

## MATERIAŁ I METODY

Badanie zostało przeprowadzone wśród 100 dzieci w wieku 7-10 lat uczęszczających do szkół podstawowych w Łodzi, u których na podstawie badania przesiewowego rozpoznano otyłość. Do końcowej analizy wyników badań zakwalifikowano 80 pacjentów z nadmiarem masy ciała: 60 dzieci z otyłością i 20 z nadwagą. Grupę porównawczą stanowiło 37 dzieci w wieku 7-10 lat z masą ciała odpowiednią do wysokości. Rozkład płci był porównywalny we wszystkich grupach, jednak chłopcy byli nieco liczniej reprezentowani wśród dzieci z nadwagą.

U wszystkich badanych przeprowadzono dokładne badanie lekarskie z oceną stopnia dojrzałości w skali według Tannera oraz wykonano podstawowe pomiary antropometryczne (masa ciała, wysokość, obwód talii), których wyniki odniesiono do siatek centylowych badania OLAF (14). Otyłość rozpoznawano wówczas, gdy wartości BMI były równe lub przekraczały 95 centyl, natomiast nadwagę, gdy mieściły się w zakresie 85-95 centyla. Wśród rodziców badanych dzieci przeprowadzono badanie ankietowe uwzględniające: wywiad okołoporodowy, pytania dotyczące przebytych chorób, przyjmowanych przez dziecko leków, czas ekspozycji na słońce (wyrażony liczbą godzin, jakie dziecko spędzało na powietrzu w okresie letnim i zimowym), ocenę sposobu żywienia.

Średnie spożycie wybranych składników pokarmowych zostało określone z zastosowaniem metody trzydniowych zapisów całodiennej diety dziecka z wykorzystaniem programu komputerowego Dieta 2 opracowanego przez Instytut Żywności i Żywienia w Warszawie. Uzyskane wyniki zostały znormalizowane w oparciu o najnowsze zalecenia żywieniowe Instytutu z 2012 roku (15).

U każdego dziecka oceniono skład ciała [beztłuszczową masę ciała (LBM), zawartość tkanki tłuszczowej w organizmie (FM)] z wykorzystaniem metody absorpcjometrii promieniowania X o podwójnej energii (DXA).

Stężenie metabolitu wątrobowego witaminy D (w ng/ml) w surowicy oznaczono za pomocą metody chemiluminescencji z zastosowaniem testu ARCHITECT 25-OH Vitamin D (Abbott, Spain).

## WYNIKI

W niniejszej pracy nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic w średnich stężeniach 25(OH)D w surowicy w grupie dzieci z otyłością, nadwagą i masą ciała odpowiednią do wysokości (tab. 1). Zwraca jednak uwagę fakt, iż jedynie u 10/117 (8,5%) badanych stężenie 25-hydroksycholekalcyferolu w surowicy mieściło się w zakresie aktualnie obowiązującej normy ( $\geq 30$  ng/ml). U 56/60 (93,3%) dzieci z BMI  $\geq 95$  centyla oraz 19/20 (95%) pacjentów z BMI w granicach 85-95 centyla rozpoznano niedobór witaminy D; w grupie porównawczej problem ten dotyczył 33/37 (89,2%) badanych. Hipowitaminozę D (25(OH)D < 10 ng/ml) rozpoznano u 1/117 pacjenta.

Większość dzieci w czasie badania była w okresie przedpokwitaniowym; jedynie 15/60 (25%) dzieci otyłych oraz 6/20 (30%) badanych z nadwagą rozpoczęło dojrzewanie, osiągając drugie stadium w skali Tannera. Dokładną analizę składu ciała z podziałem na beztłuszczową masę ciała (LBM) i zawartość tłuszczu w organizmie (FM) przeprowadzono z wykorzystaniem badania DXA, którego wyniki przedstawiono w tabeli 2.

**Tab. 1.** Stężenie 25(OH)D w surowicy w badanych grupach dzieci oraz ocena istotności statystycznej między grupami

Parametr	Grupa	N	Średnia	SD	SEM	95%CI		Min	Max	P (ANOVA)
25(OH)D [ng/ml]	dzieci z otyłością	60	21,7	5,6	0,7	20,2	23,2	11,7	44,9	0,3213
	dzieci z nadwagą	20	20,0	5,5	1,2	17,4	22,5	9,8	33,6	
	dzieci z g.p.	37	22,4	6,1	1,0	20,3	24,4	10,5	38,0	

**Tab. 2.** Wartości średniej arytmetycznej oraz odchylenia standardowego (SD) parametrów densytometrycznych oceniających skład ciała w poszczególnych grupach badanych dzieci

Parametr	Dzieci z otyłością N = 60		Dzieci z nadwagą N = 20		Dzieci z grupy porównawczej N = 37	
	średnia	SD	średnia	SD	średnia	SD
% tłuszczu	42,88	5,05	37,83	4,14	23,23	8,93
masa tkanki tłuszczowej (g)	20925,18	6684,85	15926,90	3010,41	6989,85	3977,01
beztłuszczowa masa ciała (g)	27202,60	4978,05	26094,85	3365,52	21289,00	3648,00

Wśród pacjentów ze stężeniem 25(OH)D w surowicy powyżej 20 ng/ml, którzy stanowili 59,8% (72/117), stwierdzono istotną statystycznie ( $p = 0,036$ ) ujemną korelację między stężeniem metabolitu wątrobowego witaminy D w surowicy a masą ciała. Dla tłuszczowej masy ciała (FM) ujemna zależność była bliska istotności statystycznej ( $p = 0,057$ ). Wartości współczynnika korelacji oraz poziomu istotności statystycznej między stężeniem 25(OH)D a masą ciała i tłuszczową masą ciała zamieszczono w tabeli 3. Zastosowanie metody liniowej regresji w tej grupie badanych (25(OH)D > 20 ng/ml) wykazało ujemną korelację zarówno dla całkowitej masy ciała (ryc. 1), jak i dla masy tkanki tłuszczowej wyrażonej w gramach (ryc. 2).

**Tab. 3.** Wartości współczynnika korelacji R i (istotności statystycznej p) zależności między stężeniem 25(OH)D, masą ciała i tłuszczową masą ciała (FM) dzieci ze stężeniem 25(OH)D powyżej 20 ng/ml

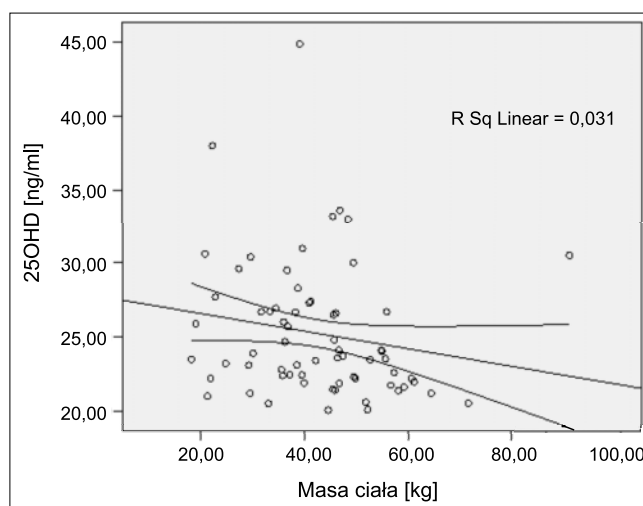
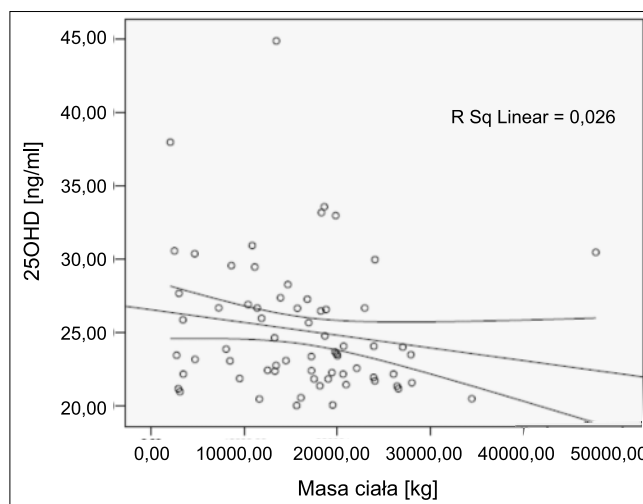
Parametr		25(OH)D	Masa ciała	FM
25(OH)D	R	1,000	-0,259*	-0,233
	p	-	0,036	0,057
	N	70	66	67
Masa ciała	R	-0,259*	1,000	0,953**
	p	0,036	-	< 0,01
	N	66	66	66
FM	R	-0,233	0,953**	1,000
	p	0,057	< 0,01	-
	N	67	66	67

\*zależność istotna statystycznie dla  $p < 0,05$

\*\*zależność istotna statystycznie dla  $p < 0,01$

Większość badanych dzieci (86,7% otyłych, 85% dzieci z nadwagą, 91,9% badanych z grupy porównawczej) otrzymywała w okresie niemowlęcym suplementację witaminą D, nie zaobserwowano tu jednak istotnych statystycznie różnic między grupami ( $p = 0,669$ ).

Pora roku nie wpływała w sposób znamieny statystycznie na stężenie 25(OH)D w surowicy badanych dzieci (tab. 4). Ponadto nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic w liczbie godzin, jakie dzieci z nadwagą i otyłością spędzały na świeżym powietrzu czy też pod-

**Ryc. 1.** Zależność między stężeniem 25(OH)D (> 20 ng/ml) a masą ciała u badanych dzieci;  $p < 0,05$ **Ryc. 2.** Zależność między stężeniem 25(OH)D (> 20 ng/ml) a masą tłuszczową (FM) u badanych dzieci;  $p < 0,05$ 

czas odrabiania lekcji. W okresie wiosenno-letnim dzieci przebywały średnio 4,7 godz./dobę na słońcu, natomiast w okresie mniejszego nasłonecznienia (jesień-zima) 1,7 godz./dobę. Znamiennej więcej czasu ( $p = 0,024$ )

**Tab. 4.** Liczba dzieci (procent) w poszczególnych zakresach stężenia 25(OH)D w surowicy u dzieci z otyłością, nadwagą i z grupy porównawczej

Kwartał	25(OH)D [ng/ml]	Dzieci z otyłością N = 60		Dzieci z nadwagą N = 20		Dzieci z grupy porównawczej N = 37	
		N	%	N	%	N	%
I Styczeń-Marzec	< 10	0	0,0	1	20,0	0	0,0
	10-20	4	26,7	2	40,0	3	30,0
	20-30	11	73,3	2	40,0	6	60,0
	> 30	0	0,0	0	0,0	1	10,0
II Kwiecień-Czerwiec	< 20	10	66,7	3	50,0	3	37,5
	20-30	5	33,3	3	50,0	4	50,0
	>30	0	0,0	0	0,0	1	12,5
III Lipiec-Wrzesień	< 20	4	23,5	3	60,0	3	21,4
	20-30	9	52,9	1	20,0	9	64,3
	> 30	4	23,5	1	20,0	2	14,3
IV Październik-Grudzień	< 20	5	38,5	2	50,0	4	80,0
	20-30	7	53,8	2	50,0	1	20,0
	> 30	1	7,7	0	0,0	0	0,0

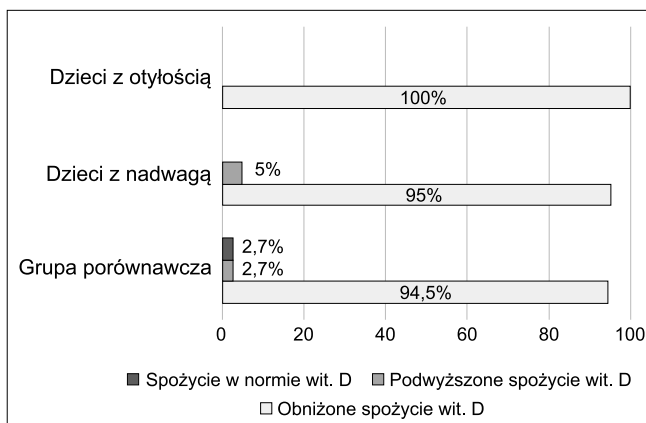
pacjenci z nadmiarem masy ciała (BMI  $\geq$  85 centyla) poświęcali oglądaniu telewizji w porównaniu do badanych z prawidłową masą ciała. Uwagę zwraca tu również fakt, iż 46/60 (76,7%) pacjentów z otyłością oraz 16/20 (80%) badanych z nadwagą posiadało telewizor w swoim pokoju, przy czym w grupie dzieci z masą ciała odpowiednią do wysokości odsetek ten był niższy i wynosił 59,5% (22/37 badanych).

Na podstawie analizowanego jadłospisu we wszystkich badanych grupach stwierdzono nieprawidłowości w zakresie pokrycia zapotrzebowania na wybrane składniki odżywcze, szczególnie pod postacią niedoboru witaminy D i wapnia w diecie. Nie wykazano jednak istotnej statystycznie różnicy w średniej ilości spożywanych składników pokarmowych w poszczególnych grupach badanych dzieci, co wskazuje, iż nieodpowiednie zaopatrzenie organizmu w poszczególne składniki od-

żywcze dotyczy w podobnym stopniu dzieci z otyłością, nadwagą, jak i prawidłową masą ciała (tab. 5). Zwraca uwagę fakt, iż w diecie wszystkich pacjentów z otyłością (100%) stwierdzono niedobory witaminy D, natomiast zarówno wśród badanych z nadwagą (19/20 dzieci), jak i w grupie porównawczej (35/37) odsetek ten wynosił około 95% badanych (ryc. 3). W chwili przeprowadzania badania jedynie 15,4% (18/117) dzieci otrzymywało suplementację witaminą D, jednak dawka cholekacyferolu w stosowanych preparatach nie osiągała wartości zgodnych z aktualnymi zaleceniami ekspertów dla danego wieku. Podkreślenia wymaga brak istotnej statystycznie ( $p = 0,785$ ) korelacji między zawartością witaminy D w całodziennej diecie a stężeniem 25(OH)D w surowicy. Nie stwierdzono również zależności między spożyciem wapnia ( $p = 0,198$ ) i witaminy D ( $p = 0,716$ ) a zawartością tkanki tłuszczowej w organizmie.

**Tab. 5.** Wartości (średnia i odchylenie standardowe spożycia) wapnia i witaminy D oraz procent dobowego pokrycia zapotrzebowania na te składniki u dzieci z otyłością, nadwagą i z grupy porównawczej; różnice istotne statystycznie dla  $p < 0,05$

Składniki odżywcze	Grupa badanych	N	Średnia	SD	SEM	95% przedział ufności dla średniej	Min	Max	p
Witamina D [μg/db]	otyłość	60	1,9	0,9	0,1	1,7-2,2	0,3	4,5	0,187
	nadwaga	20	2,4	1,8	0,4	1,5-3,2	1,1	9,4	
	g.p.	37	2,4	1,6	0,3	1,9-2,9	0,5	10,3	
Witamina D % dziennego zapotrzebowania	otyłość	60	36,4	18,7	2,4	31,6-41,2	6,9	89,3	0,177
	nadwaga	20	46,1	37,3	8,3	28,7-63,6	22,7	188,6	
	g.p.	37	45,7	32,4	5,3	34,9-56,5	9,7	205,3	
Wapń [mg/db]	otyłość	60	626,2	288,1	37,2	551,7-700,6	133,1	1362,3	0,600
	nadwaga	20	562,2	198,8	44,5	469,1-655,2	299,7	1077,5	
	g.p.	37	598,0	210,8	34,7	527,8-668,3	233,8	1117,4	
Wapń % pokrycia dziennego zapotrzebowania	otyłość	60	66,5	34,0	4,4	57,8-75,3	16,6	170,3	0,302
	nadwaga	20	55,4	25,6	5,7	43,4-67,3	32,5	134,7	
	g.p.	37	67,7	27,2	4,5	58,6-76,8	18,0	139,7	



**Ryc. 3.** Odsetek dzieci w grupie badanych z otyłością, nadwagą oraz porównawczej z nieprawidłowościami w pokryciu zapotrzebowania na witaminę D

### OMÓWIENIE I DISKUSJA

W piśmiennictwie podkreśla się, iż otyłość w populacji wieku rozwojowego stanowi czynnik ryzyka niedoboru witaminy D (16, 17). Zwraca się uwagę na fakt, iż w grupie pacjentów z nadmiarem masy ciała przyczyna niedoborów witaminy D może wynikać z nadmiernej syntezy jej aktywnego metabolitu [ $1,25(\text{OH})_2\text{D}$ ] w nerkach, a przez to w mechanizmie ujemnego sprzężenia zwrotnego może hamować produkcję  $25(\text{OH})\text{D}$  w wątrobie (18). Istnieją badania, które wskazują na niedobór witaminy D jako przyczynę otyłości, a nie jej konsekwencję. McCarty i Thomas wskazują, iż niskie stężenie cholekalcyferolu powoduje wtórną nadczynność przytarczyc, ta z kolei zwiększa napływ wapnia do adipocytów i stymuluje przyrost masy ciała (19). W niniejszej pracy, wbrew oczekiwaniom stężenie metabolitu wątrobowego witaminy D w surowicy dzieci z nadwagą i otyłością nie było istotnie niższe w stosunku do grupy porównawczej. Może mieć to związek z powszechnie występującym i opisywanym w piśmiennictwie niedoborem tej witaminy u dzieci w wieku szkolnym (3, 4). U wszystkich naszych pacjentów (w 3 grupach badanych) występowało podobne procentowo obniżenie stężenia  $25(\text{OH})\text{D}$  w surowicy oraz niedobory witaminy D, wapnia i innych składowych diety. Przyczynia się to nie tylko do braku różnic między grupami, ale także braku istotnych korelacji w odniesieniu do wartości stężeń witaminy D z innymi określonymi parametrami. Pewne znaczenie może mieć również niewielka liczba dzieci z grupy porównawczej. Jednoznaczna opinia moglibyśmy uzyskać, gdyby grupa odniesienia była wyselekcjonowana do dzieci z prawidłowym ( $> 30 \text{ ng/ml}$ ) stężeniem  $25(\text{OH})\text{D}$  w surowicy. Lenders i wsp. wykazali, iż nastolatki z otyłością mają zwiększone ryzyko niedoboru witaminy D, natomiast stężenie  $25(\text{OH})\text{D}$  w surowicy zależne jest od zawartości tkanki tłuszczowej w organizmie (20). Autorzy stwierdzili jednocześnie, że stężenie metabolitu wątrobowego witaminy D w surowicy obniża się o  $0,46 \pm 0,22 \text{ ng/ml}$  z każdym przyrostem tkanki tłuszczowej (FM) o 1%. W naszym badaniu stężenie

$25(\text{OH})\text{D}$  w surowicy istotnie statystycznie ujemnie korelowało z masą ciała i zawartością tłuszczu w organizmie dopiero wśród pacjentów ze stężeniem metabolitu wątrobowego powyżej  $20 \text{ ng/ml}$ , co miało miejsce u około 60% wszystkich badanych dzieci. Wynik ten potwierdzać może opisywany przez wielu autorów niekorzystny wpływ nadmiaru masy ciała na zwiększone ryzyko niedoboru tej witaminy.

Z kolei Alemzadeh i wsp. stwierdzili, iż stężenie metabolitu wątrobowego witaminy D w surowicy uzależnione jest, poza zawartością tkanki tłuszczowej w organizmie, od zawartości cholekalcyferolu w diecie, pory roku czy przynależności etnicznej (21). W naszej analizie nie wykazano znamiennego wpływu pory roku oraz spożycia produktów bogatych w tę witaminę na stężenie  $25(\text{OH})\text{D}$  w surowicy badanych dzieci. Do podobnych wniosków doszli Rodríguez-Rodríguez i wsp., którzy w swoim badaniu dodatkowo nie stwierdzili zależności między czasem ekspozycji słonecznej i ilością czasu spędzanego na aktywności fizycznej a stężeniem metabolitu wątrobowego witaminy D w surowicy (22). Warto jednak zwrócić uwagę na fakt, iż w naszym badaniu czas spędzany na świeżym powietrzu, a tym samym czas ekspozycji na promieniowanie słoneczne, nie różnił się istotnie między dziećmi z nadmiarem masy ciała i z grupy porównawczej, co częściowo może tłumaczyć brak opisywanych zależności.

Zwyczaje żywieniowe nabywane w okresie dzieciństwa mają wpływ zarówno na zawartość tkanki tłuszczowej w organizmie, jak i na samą masę kostną dzieci (23, 24). W przeprowadzonej przez nas analizie nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic w spożyciu wapnia i witaminy D przez dzieci z nadwagą i otyłością oraz z prawidłową masą ciała, zwraca jednak uwagę występujący powszechnie niedobór tych składników odżywczych w diecie. W każdej z badanych grup przynajmniej 95% dzieci nie osiągało zalecanego dziennego zapotrzebowania na witaminę D w swym jadłospisie, natomiast u pacjentów otyłych odsetek ten stanowił 100%. Chlebna-Sokół i wsp. badając dzieci łódzkie w wieku 9-13 lat, stwierdzili niemal u wszystkich uczniów niedostateczną zawartość witaminy D w jadłospisie, przy czym u chłopców była ona na poziomie około 1/3 zapotrzebowania żywieniowego, a u dziewczynek 1/4 (25). W populacji amerykańskiej największe nieprawidłowości w pokryciu dziennego zapotrzebowania na tę witaminę obserwowano w jadłospisie nastoletnich dziewczynek (26). W Polsce problem niskiego spożycia wapnia dotyczy już dzieci w 2.-3. roku życia, u których jego niedobór w diecie stwierdzono u 26,7% badanych (27), oraz niemal co drugiego 4-letniego dziecka (28). Dodatkowo zaobserwowano, iż dzieci, których dieta była uboga w mleko i jego produkty, charakteryzowały się wyższym wskaźnikiem BMI. Wyniki te potwierdzają wcześniejsze spostrzeżenia, które wskazują, iż niskie spożycie wapnia może pobudzać lipogenezę przy jednoczesnym hamowaniu lipolizy, co w konsekwencji przyczynia się do akumulacji tkanki tłuszczowej w organizmie i zwiększonego

ryzka rozwoju otyłości (29, 30). Nasza analiza w przeciwieństwie do badań chińskich autorów (31) nie wykazała zależności między spożyciem witaminy D i wapnia a stężeniem 25(OH)D w surowicy badanych dzieci. Foo i wsp. zaobserwowali korzystny wpływ spożycia mleka na stężenie metabolitu wątrobowego witaminy D w surowicy badanych nastolatków (31). Należy tu jednak zwrócić uwagę na fakt, iż mleko w tym kraju wzbogacone jest w cholekalcyferol (15 µg/L), stanowiącym samym zarówno doskonałe źródło wapnia, jak i witaminy D. Jak pokazują badania Clements i wsp., niskie spożycie wapnia może indukować wzrost stężenia parathormonu i wtórne zwiększenie produkcji 1,25(OH)<sub>2</sub>D, a to nasila katabolizm 25(OH)D i obniża stężenie tego metabolitu w surowicy (32). Dlatego też istotne znaczenie wydaje się mieć zrównoważona dieta bogata zarówno w wapń, jak i witaminę D. Niedobór tych składników w całodziennym jadłospisie badanych przez nas dzieci może stanowić przyczynę obserwowanego braku zależności między dietą a stężeniem 25(OH)D w surowicy. Część badań wskazuje jednak, iż nawet zbilansowana dieta zapewnia jedynie około 10-20% zapotrzebowania organizmu na tę witaminę (33).

Kolejną kwestią godną podkreślenia jest fakt, iż mimo istnienia w naszym kraju rekomendacji dotyczących suplementacji witaminą D, jedynie co szóste badane przez nas dziecko takową otrzymywało. Michałus i wsp. badając dzieci w wieku 9-15 lat, wykazali, iż ponad połowa z nich nie otrzymywała żadnej suplementacji preparatami cholekalcyferolu (34). Z powodu powszechnie obserwowanych niedoborów witaminy D w polskiej populacji w 2013 roku zmodyfikowano dotychczas istniejące Zalecenia Ekspertów, zwiększając m.in. profilaktyczną dawkę cholekalcyferolu (11). Na-

szcze badanie wskazuje jednak, iż nawet wśród dzieci otrzymujących dodatkową suplementację witaminą D, jej dawka nie osiągała wartości zgodnych z zaleceniami ekspertów dla tej grupy wiekowej (1200-2000 IU w przypadku dzieci z otyłością). Z drugiej jednak strony ponad 85% wszystkich badanych przez nas pacjentów w okresie niemowlęcym otrzymywało suplementację cholekalcyferolem. Stanowi to przesłankę do poszukiwania przyczyn zaprzestania stosowania profilaktyki niedoboru witaminy D w starszych grupach wiekowych. Coraz szerzej opisywane działanie plejotropowe witaminy D wydaje się mieć istotne znaczenie w profilaktyce otyłości i jej licznych powikłań. Amerykańskie badania wskazują, iż hipowitaminoza D rozpoznawana u pacjentów z otyłością może być niezależnym od tłuszczowej masy ciała czynnikiem zwiększającym częstość zaburzeń metabolizmu glukozy, będącym jednym z głównych powikłań nadmiaru masy ciała (21). Stanowi to dodatkowe wskazanie do realizowania zaleceń suplementacji witaminą D ustalonych przez Zespół Ekspertów w celu profilaktyki jej niedoborów.

## WNIOSKI

1. U większości badanych dzieci zarówno z otyłością, nadwagą, jak i w grupie porównawczej wykazano niedobór witaminy D w surowicy, co wymaga wdrożenia działań mających na celu upowszechnienie realizacji istniejących już zaleceń dotyczących suplementacji tą witaminą.
2. Obserwowana, istotna statystycznie zależność pomiędzy zawartością tkanki tłuszczowej i masą ciała a stężeniem 25(OH)D w surowicy może być potwierdzeniem teorii o otyłości jako czynnika ryzyka niedoboru tej witaminy.

## PIŚMIENNICTWO

1. Dittfeld A, Gwizdek K, Koszowska A, Fizia K: Wielokierunkowe działanie witaminy D. *Ann Acad Med Siles* 2014; 68(1): 47-52.
2. Bener A, Alsaied A, Al-Ali M et al.: High prevalence of vitamin D deficiency in type 1 diabetes mellitus and healthy children. *Acta Diabetol* 2009; 46(3): 183-189.
3. Chlebna-Sokół D, Golec J, Karalus J: Suplementacja witaminy D u dzieci i młodzieży w Polsce. *Stand Med Pediatr* 2012; 5(9): 701-704.
4. Holick MF: Vitamin D deficiency. *N Engl J Med* 2007; 357(3): 266-281.
5. Ritu G, Ajay Gupta: Vitamin D deficiency in India: prevalence, causalities and interventions. *Nutrients* 2014; 6(2): 729-775.
6. Braegger C, Campoy C, Colomb V et al.: Vitamin D in the healthy European paediatric population. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2013; 56(6): 692-701.
7. Lee SH, Kim SM, Park HS et al.: Serum 25-hydroxyvitamin D levels, obesity and the metabolic syndrome among Korean children. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2013; 23(8): 785-791.
8. Gordon CM, DePeter KC, Feldman HA et al.: Prevalence of vitamin D deficiency among healthy adolescents. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2004; 158(6): 531-537.
9. Noworyta-Ziętara M, Miazgowski T, Krzyżanowska-Świniarska B, Ogonowski J: Czy otyłość chroni przed osteoporozą? *Endokr Otyłość i Zab Przem Mat* 2008; 4(2): 69-77.
10. Holeccki M, Zahorska-Markiewicz B, Więcek A et al.: Otyłość a metabolizm kości. *Endokrynol Pol* 2008; 59(3): 218-223.
11. Płudowski P, Karczmarewicz E, Bayer M et al.: Practical guidelines for the supplementation of vitamin D and treatment of deficits in Central Europe: recommended vitamin D intakes in general population and groups at risk of vitamin D deficiency. *Endokrynol Pol* 2013; 64(4): 319-327.
12. Bours PH, Wielders JP, Vermeijden JR, van de Wiel A: Seasonal variation of serum 25-hydroxyvitamin D levels in adult patients with inflammatory bowel disease. *Osteoporos Int* 2011; 22(11): 2857-2867.
13. Gupta A, Bush A, Hawryłowicz C, Saglani S: Vitamin D and asthma in children. *Paediatr Respir Rev* 2012; 13(4): 236-243.
14. Kułaga Z, Rózdżyńska A, Palczewska I et al.: Siatki centylowe wysokości, masy ciała i wskaźnika masy ciała dzieci i młodzieży w Polsce – wyniki badania OLAF. *Stand Med* 2010; 7: 690-700.
15. Jarosz M: Normy żywienia dla populacji polskiej – nowelizacja. Instytut Żywności i Żywienia, Warszawa 2012; <http://www.izz.waw.pl/attachments/article/33/NormyZywieniaNowelizacjaZZ2012.pdf>.
16. Lee SH, Kim SM, Park HS et al.: Serum 25-hydroxyvitamin D levels, obesity and the metabolic syndrome among Korean children. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2013; 23(8): 785-791.
17. Olson ML, Maalouf NM, Oden JD et al.: Vitamin D deficiency in obese children and its relationship to glucose homeostasis. *J Clin Endocrinol Metab* 2012; 97(1): 279-285.
18. Wąsowski M, Czerwińska E, Marcinkowska-Suchowierska E: Otyłość – stan predysponujący do niedoborów witaminy D. *Post Nauk Med* 2012; 3: 265-273.
19. McCarty MF, Thomas CA: PTH excess may promote weight gain by impeding catecholamine-induced lipolysis-implications for the impact of calcium, vitamin D, and alcohol on body weight. *Med Hypotheses* 2003; 61: 535-542.
20. Lenders CM, Feldman HA, Von Scheven E et al.: Relation of body fat indexes to vitamin D status and deficiency among obese adolescents. *Am J Clin Nutr* 2009; 90(3): 459-467.
21. Alemzadeh R, Kichler J, Babar G, Calhoun M: Hypovitaminosis D in obese children and adolescents: relationship with adiposity, insulin sensitivity, ethnicity, and season. *Metabolism* 2008; 57(2): 183-191.

22. Rodríguez-Rodríguez E, Navia-Lombán B, López-Sobaler AM, Ortega RM: Associations between abdominal fat and body mass index on vitamin D status in a group of Spanish schoolchildren. *Eur J Clin Nutr* 2010; 64(5): 461-467.
23. Boulton TJ, Magarey AM, Cockington RA: Tracking of serum lipids and dietary energy, fat and calcium intake from 1 to 15 years. *Acta Paediatr* 1995; 84(9): 1050-1055.
24. Wosje KS, Khoury PR, Claytor RP et al.: Dietary patterns associated with fat and bone mass in young children. *Am J Clin Nutr* 2010; 92(2): 294-303.
25. Chlebna-Sokół D, Kiljańska A, Kulińska-Szukalska K et al.: Zdrowe kości. Uwarunkowania rozwoju masy kostnej u dzieci łódzkich w wieku szkolnym. UM, Łódź 2007: 44-51.
26. More J: Children's bone health and meeting calcium needs. *J Fam Health Care* 2008; 18(1): 22-24.
27. Weker H, Barańska M, Riahi A et al.: Analiza wartości energetycznej i odżywczej diet dzieci w wieku 13-36 miesięcy – badanie ogólnopolskie. *Probl Hig Epidemiol* 2013; 94(1): 116-121.
28. Chwojnowska Z, Charzewska J, Wajszczyk B et al.: Nutritional deficiencies in the diets of preschool children. *Post Nauk Med* 2012; 25(12): 940-946.
29. Zemel MB, Shi H, Greer B et al.: Regulation of adiposity by dietary calcium. *FASEB J* 2000; 14(9): 1132-1138.
30. Varena M, Binelli L, Casari S et al.: Effects of dietary calcium intake on body weight and prevalence of osteoporosis in early postmenopausal women. *Am J Clin Nutr* 2007; 86(3): 639-644.
31. Foo LH, Zhang Q, Zhu K et al.: Relationship between vitamin D status, body composition and physical exercise of adolescent girls in Beijing. *Osteoporos Int* 2009; 20(3): 417-425.
32. Clements MR, Johnson L, Fraser DR: A new mechanism for induced vitamin D deficiency in calcium deprivation. *Nature* 1987; 325(6099): 62-65.
33. Holick MF: Vitamin D: sources and health benefits. *Stand Med Pediatr* 2012; 5(9): 705-715.
34. Michałus I, Fijałkowski B, Łupińska A et al.: Ocena stanu zaopatrzenia w witaminę D dzieci łódzkich w wieku 9-15 lat. *Przegl Pediatr* 2013; 43(2): 74-81.

otrzymano/received: 01.09.2016  
zaakceptowano/accepted: 22.09.2016