

Paweł Więch¹, Katarzyna Dereń¹, Edyta Łuszczki¹,
Grzegorz Sobek¹, Joanna Baran², Aneta Weres²

Received: 09.02.2017
Accepted: 20.04.2017
Published: 29.09.2017

Analiza składu masy ciała oraz wybranych parametrów lipidowych w populacji dzieci zdrowych – doniesienie wstępne

Analysis of body composition and selected lipid parameters in healthy children – a preliminary report

¹ Instytut Pielęgniarstwa i Nauk o Zdrowiu, Wydział Medyczny, Uniwersytet Rzeszowski, Rzeszów, Polska

² Instytut Fizjoterapii, Wydział Medyczny, Uniwersytet Rzeszowski, Rzeszów, Polska

Adres do korespondencji: Paweł Więch, Instytut Pielęgniarstwa i Nauk o Zdrowiu, al. Kopisto 2a, 35-310 Rzeszów, tel.: +48 667 192 696, e-mail: p.k.wiech@gmail.com

¹ Institute of Nursing and Health Sciences, Faculty of Medicine, University of Rzeszow, Rzeszow, Poland

² Institute of Physiotherapy, Faculty of Medicine, University of Rzeszow, Rzeszow, Poland

Correspondence: Paweł Więch, Institute of Nursing and Health Sciences, al. Kopisto 2a, 35-310 Rzeszów, tel.: +48 667 192 696, e-mail: p.k.wiech@gmail.com

Streszczenie

Cel: Celem pracy była analityczna ocena składu masy ciała oraz wybranych parametrów lipidowych w populacji dzieci zdrowych. **Materiał i metoda:** Badaniami objęto grupę 81 dzieci (44 chłopców i 37 dziewcząt; średnia wieku $11,56 \pm 2,84$ roku) uczestniczących w projekcie badawczym w Przyrodniczo-Medycznym Centrum Badań Innowacyjnych w Rzeszowie. U każdego dziecka wykonano pomiar składu masy ciała (analizator TANITA BC-420 S MA) i ocenę profilu lipidowego (Cholestech LDX). Analizę statystyczną zebranego materiału przeprowadzono w pakiecie Statistica 10.0 firmy StatSoft. W opracowaniu statystycznym stosowano analizę zmiennych przy użyciu testów parametrycznych i nieparametrycznych. Za poziom istotności statystycznej przyjęto $p < 0,05$. **Wyniki:** Zaobserwowano statystycznie istotne różnice w masie tłuszczowej ($p < 0,001$), masie beztłuszczowej ($p = 0,003$), masie mięśniowej ($p = 0,003$) oraz ilości wody całkowitej ($p < 0,001$) między dziećmi z prawidłową masą ciała a dziećmi z nadwagą bądź otyłością. Wykazano także istotnie dodatni wpływ masy tłuszczowej ($R = 0,09$; $p = 0,416$) i ujemny wpływ wody całkowitej ustroju ($R = -0,40$; $p < 0,001$) na wysokość parametru trójglicerydów. Ponadto wraz ze spadkiem masy tłuszczowej obserwowano istotny wzrost wartości „dobrego” (wysokiej gęstości) cholesterolu ($R = -0,29$; $p = 0,009$). **Wnioski:** Stwierdzono, że w populacji dzieci zdrowych występują różnice wybranych komponentów składu ciała, które skorelowane z wynikami lipidogramu pozwalają precyzyjnie monitorować stan odżywienia.

Słowa kluczowe: skład masy ciała, lipidy, dziecko, stan odżywienia

Abstract

Aim: The aim of the study was to perform an analytical evaluation of body composition and selected lipid parameters in a population of healthy children. **Material and methods:** The study included a group of 81 children (44 boys and 37 girls, mean age 11.56 ± 2.84 years) participating in a research project in the Centre for Medical and Natural Sciences Research and Innovation in Rzeszow. Body composition measurement (TANITA BC-420 S MA) and lipid profile assessment (Cholestech LDX) were performed in all patients. Statistical analysis of the collected material was conducted with Statistica 10.0 (StatSoft). Parametric and nonparametric tests were used for statistical analysis of variables. The level of statistical significance was adopted at $p < 0.05$. **Results:** A statistically significant difference in fat mass ($p < 0.001$), fat-free mass ($p = 0.003$), muscle mass ($p = 0.003$) and total body water ($p < 0.001$) was observed between children with normal body weight and overweight or obese children. A significant positive impact of FM ($R = 0.09$; $p = 0.416$) and a negative impact of total body water ($R = -0.40$; $p < 0.001$) on triglyceride parameters was demonstrated. Additionally, reduced fat mass correlated with a significant increase in high-density lipoprotein ($R = -0.29$; $p = 0.009$). **Conclusions:** The study demonstrated differences in the selected components of body composition in a population of healthy children, which allowed to precisely monitor the nutritional status when correlated with the results of lipid profile.

Keywords: body composition, lipids, child, nutritional status

WSTĘP

Wczesne dzieciństwo charakteryzuje się znacznym wykorzystaniem dostarczanych z pożywieniem składników odżywczych. Wzmożone zapotrzebowanie energetyczne jest wypadkową procesu wzrastania i tworzenia nowych tkanek⁽¹⁾. Racjonalne żywienie powinno zapewnić dziecku optymalne wzrastanie, zapobiegać niedoborom żywieniowym i chronić przed chorobami cywilizacyjnymi, głównie chorobami układu krążenia, alergiami, chorobami metabolicznymi czy też nowotworowymi^(2,3).

W obecnej praktyce klinicznej identyfikacja zaburzeń stanu odżywienia jest w istotny sposób uzależniona od najprostszych, nieinwazyjnych pomiarów antropometrycznych⁽⁴⁻⁶⁾. Niestety, ograniczanie oceny do podstawowych wskaźników nie daje możliwości oceny masy tłuszczowej (*fat mass*, FM) wraz z jej rozkładem, a co za tym idzie – jest wielce kontrowersyjne^(3,7-9). Zmiany składu masy ciała przebiegają odmiennie w różnych okresach życia dziecka^(3,10). W populacji dzieci zdrowych dostrzegalne są różnice wybranych komponentów składu masy ciała, które skorelowane z wartościami lipidogramu dają pełny obraz aktualnego stanu osoby badanej⁽¹¹⁻¹³⁾.

Najbardziej powszechnym modelem teoretycznym budowy organizmu jest model dwuprzędziowy, związany z FM i beztłuszczową masą ciała (*fat-free mass*, FFM). Aktualnie można precyzyjniej określić jego poszczególne komponenty, stosując model trójprzędziowy [FM, FFM, całkowita woda ustroju (*total body water*, TBW)] bądź czteroprzędziowy (FM, TBW, masa białek, masa kostna lub mineralna)⁽¹⁴⁻¹⁶⁾.

CEL PRACY

Celem pracy była analityczna ocena składu masy ciała oraz wybranych parametrów lipidowych w populacji dzieci zdrowych.

MATERIAŁ I METODY

Opis projektu badania

Badania przeprowadzono w okresie od marca do czerwca 2016 roku w Przyrodniczo-Medycznym Centrum Badań Innowacyjnych w Rzeszowie. Dokonano ilościowej analizy porównawczej wybranych wskaźników antropometrycznych (masa, wysokość, wskaźnik masy ciała – *body mass index*, BMI), komponentów składu masy ciała [FM, FFM, masa mięśniowa (*muscle mass*, MM), TBW] oraz parametrów biochemicznych [cholesterol całkowity (*total cholesterol*, TC), trójglicerydy (TRG), „zły” (niskiej gęstości) cholesterol (*low-density lipoprotein*, LDL), „dobry” (wysokiej gęstości) cholesterol (*high-density lipoprotein*, HDL)] u 81 dzieci zdrowych, dobrowolnie biorących udział w badaniu przesiewowym.

INTRODUCTION

Early childhood is characterised by intensive use of nutrients supplied with food. Increased energy demand results from growth process and formation of new tissues⁽¹⁾. Rational nourishing of an infant should ensure optimal growth, prevent nutritional deficiency as well as protect against civilisation diseases, mainly cardiovascular diseases, allergies, metabolic diseases and cancer^(2,3).

The identification of nutritional status abnormalities in current clinical practice mostly depends on the simplest and non-invasive anthropometric measurements⁽⁴⁻⁶⁾. Unfortunately, the evaluation limited to simple indicators does not allow for the assessment of body fat mass (FM) and its distribution, thus is highly controversial^(3,7-9). The dynamics of changes in body composition varies at different stages of child's life^(3,10). In a healthy paediatric population, differences in the selected components of body composition may be observed. When correlated with lipid profile values, they offer a full picture of the child's current nutritional status⁽¹¹⁻¹³⁾.

A two-component model associated with FM and fat-free mass (FFM) is the most common theoretical model of body composition. A more precise determination of its individual components, using a three-component (FM, FFM, total body water – TBW) or four-component (FM, TBW, protein mass, bone or mineral mass) model is now possible⁽¹⁴⁻¹⁶⁾.

AIM OF THE STUDY

The aim of the study was to perform an analytical evaluation of body composition and selected lipid parameters in a population of healthy children.

MATERIAL AND METHODS

Study design

The study was conducted from March to June 2016 in Centre for Medical and Natural Sciences Research and Innovation in Rzeszow. A comparative quantitative analysis of selected anthropometric parameters (weight, height, body mass index – BMI), components of body composition (FM, FFM, muscle mass – MM, TBW) and biochemical parameters (total cholesterol – TC, triglycerides – TRG, low-density lipoprotein – LDL, high-density lipoprotein – HDL) was performed in 81 healthy children who voluntarily participated in the screening.

Participants

The study included 81 healthy children (44 boys and 37 girls; mean age 11.56 ± 2.84 years) randomly selected from primary and secondary schools from rural area (districts of Łańcut, Podkarpackie Province).

Badana grupa

W badaniu uczestniczyło 81 zdrowych dzieci (44 chłopców i 37 dziewcząt; średnia wieku $11,56 \pm 2,84$ roku) wylosowanych ze szkół podstawowych i gimnazjalnych obszaru wiejskiego (powiat łańcucki, województwo podkarpackie).

Badaniem zostały objęte tylko te dzieci, które wyraziły zgodę na udział w badaniu po uprzednim pisemnym wyrażeniu zgody przez jednego z ich rodziców. Uczestnicy badania oraz ich rodzice/opiekunowie prawni otrzymali pisemną informację o celu i sposobie realizacji badań. Dane osobowe zostały zabezpieczone poprzez nadanie kodu cyfrowego każdej osobie poddanej badaniu.

Wysokość dzieci zawierała się w przedziale 104–189 cm (średnio: $150,93 \pm 16,11$ cm). Średnia wartość masy ciała wyniosła $47,29 \pm 17,35$ kg przy BMI $20,07 \text{ kg/m}^2$, zawartym w przedziale wartości 13,9–35,3 kg/m^2 . FM określono na poziomie $11,04 \pm 7,94$ kg. FFM badanych dzieci wynosiła średnio $36,26 \pm 11,4$ kg, a jej komponent – MM – $34,68 \pm 10,85$ kg. TBW oszacowano na poziomie $26,54 \pm 8,35$ kg. Dokładną charakterystykę parametryczną badanej grupy zawiera tab. 1.

Źródła danych

U badanych dzieci wykonano pomiar masy i wysokości ciała (waga osobowa ze wzrostomierzem teleskopowym SECA 799). Na tej podstawie wyliczono BMI, a następnie przeniesiono uzyskane wyniki na siatki centylowe dzieci i młodzieży w wieku 3–18 lat⁽¹⁷⁾. Pomiar składu masy ciała przeprowadzono za pomocą analizatora bioimpedancji TANITA BC-420 S MA. Wyniki pomiarów uzyskiwano w formie wydruków z wewnętrznego oprogramowania systemowego TANITA BC-420 S MA, w celu wyliczenia FM, FFM wraz z jej składowymi: MM i TBW. Równania użyte w oprogramowaniu do oceny poszczególnych parametrów

The study included only children who gave their consent to participate in the study following receiving a written consent of one of their parents. The participants and their parents/guardians were provided with written information about the purpose and method of research implementation. Personal data of subjects were protected by assigning each participant with a code in the form of a digital number.

The height of the children ranged between 104–189 cm with a mean of 150.93 ± 16.11 cm. The average weight was 47.29 ± 17.35 kg for BMI of 20.07 kg/m^2 in a range from 13.9 to 35.3 kg/m^2 . Body fat amounted to 11.04 ± 7.94 kg. Average FFM was 36.26 ± 11.4 kg, while its component, MM, was 34.68 ± 10.85 kg. TBW was estimated at 26.54 ± 8.35 kg. A detailed characteristics of study group parameters is presented in Tab. 1.

Data sources

The participants had their body weight and height measured (personal scale with telescopic height measure SECA 799). On this basis, we calculated BMI and then transferred the results onto centile charts of children and adolescents aged 3–18 years⁽¹⁷⁾. The measurement of body composition was performed with a bioimpedance analyser TANITA BC-420 S MA. The results of measurements were obtained in the form of printouts from a dedicated TANITA BC-420 S MA internal software in order to calculate FM, FFM and its components: MM and TBW. The equations used in the software to evaluate the individual parameters are reserved by the manufacturer and are company's property.

Additionally, all children had their capillary blood collected for point-of-care testing (Cholestech LDX)⁽¹⁸⁾ for lipid fractions (TC, TRG, LDL, HDL). The obtained results were correlated with selected variables relevant for the assessment of the interindividual differences.

Parametry <i>Parameters</i>	Statystyki opisowe <i>Descriptive statistics</i>							
	<i>n</i>	$\bar{x}$	<i>Me</i>	<i>Min.</i>	<i>Maks.</i>	<i>Q1</i>	<i>Q3</i>	<i>SD</i>
Wiek [lata] <i>Age [years]</i>	81	11,56	12,00	5,00	17,00	10,00	14,00	2,84
Wzrost [cm] <i>Height [cm]</i>	81	150,93	153,00	104,00	189,00	138,00	161,00	16,11
Masa ciała [kg] <i>Body mass [kg]</i>	81	47,29	45,40	16,10	100,90	34,70	57,10	17,35
BMI [kg/m^2]	81	20,07	19,40	13,90	35,30	16,50	22,50	4,56
FM [kg]	81	11,04	8,20	2,80	39,90	5,30	15,40	7,94
FFM [kg]	81	36,26	34,70	13,00	65,80	25,70	44,60	11,40
MM [kg]	81	34,38	32,90	12,20	62,50	24,40	42,30	10,85
TBW [%]	81	57,36	59,20	42,00	67,40	53,30	62,20	6,17

$\bar{x}$ – średnia arytmetyczna; *Me* – mediana; *Q1* – kwartył dolny; *Q3* – kwartył górny; *SD* – odchylenie standardowe; *BMI* – wskaźnik masy ciała; *FM* – masa tłuszczowa; *FFM* – masa beztłuszczowa; *MM* – masa mięśniowa; *TBW* – całkowita woda ustroju.
 $\bar{x}$ – arithmetic mean; *Me* – median; *Q1* – lower quartile; *Q3* – upper quartile; *SD* – standard deviation; *BMI* – body mass index; *FM* – fat mass; *FFM* – fat-free mass; *MM* – muscle mass; *TBW* – total body water.

Tab. 1. Charakterystyka wybranych parametrów antropometrycznych i komponentów składu masy ciała u badanych dzieci

Tab. 1. Characteristics of selected anthropometric parameters and the components of body composition in the examined children

są zastrzeżone przez producenta i stanowią własność firmy. Ponadto u każdego dziecka poddano analizie krew włośniczkową w systemie *point-of-care* (Cholestech LDX)⁽¹⁸⁾, aby ocenić frakcję lipidową (TC, TRG, LDL, HDL). Następnie skorelowano uzyskane wyniki z wybranymi zmiennymi – istotnymi dla oceny różnic osobniczych.

Błąd szacunkowy

W celu uzyskania rzetelnych wyników pomiary składu ciała wykonano według ściśle określonych wytycznych producenta urządzenia (dwa cykle pomiarowe bezpośrednio po sobie, pomiar w godzinach popołudniowych – 7.00–12.00, w pozycji stojącej, na czczo, po 5-minutowym odpoczynku). Ponadto w opracowaniu statystycznym stosowano analizę zmiennych z użyciem testów parametrycznych i nieparametrycznych. Przy przyjętym poziomie ufności 95% maksymalny błąd szacunkowy przy wnioskowaniu na temat całej populacji był na poziomie marginalnym.

Analiza statystyczna

Analizę statystyczną zebranego materiału przeprowadzono w pakiecie Statistica 10.0 firmy StatSoft. Wybór testu parametrycznego uwarunkowany był spełnieniem podstawowych jego założeń, tj. zgodnością rozkładów badanych zmiennych z rozkładem normalnym, którą zweryfikowano testem W Shapiro–Wilka. Dla wszystkich zmiennych obliczono statystyki opisowe: średnią, medianę, minimum, maksimum i odchylenie standardowe. Do oceny różnic w przeciętnym poziomie cechy liczbowej w dwóch populacjach posłużono się testem *t*-Studenta dla zmiennych niezależnych lub alternatywnie nieparametrycznym testem *U* Manna–Whitneya. W celu oceny zmienności wewnątrzgrupowej w dwóch populacjach użyto testu *t*-Studenta dla zmiennych zależnych lub nieparametrycznego testu kolejności par Wilcoxona. Analiza zmiennych mających charakter danych jakościowych przeprowadzona została za pomocą testu chi-kwadrat Pearsona. Korelację dwóch zmiennych o rozkładzie normalnym określono przy użyciu współczynnika korelacji liniowej Pearsona, a dla zmiennych niespełniających kryterium normalności rozkładu obliczono współczynnik korelacji rang Spearmana. Za poziom istotności statystycznej przyjęto $p < 0,05^{(19)}$.

Komisja bioetyczna

Projekt badania został pozytywnie zaopiniowany przez Komisję Bioetyczną przy Uniwersytecie Rzeszowskim (Uchwała nr 15/12/2015 z dnia 2 grudnia 2015 r.). Badania prowadzono zgodnie z wytycznymi zawartymi w Deklaracji Helsińskiej.

WYNIKI

Wyniki pomiarów w odniesieniu do kanałów centylowych BMI wskazują, że u żadnego dziecka nie występował

Bias

In order to obtain reliable results, body composition measurements were conducted according to strict guidelines recommended by the manufacturer of the equipment (two consecutive measurement cycles in the morning – 7.00–12.00, in a standing position, on an empty stomach, after 5 minutes of rest). Furthermore, the variables were analysed statistically using parametric and non-parametric tests. A 95% confidence level was used, the maximum likelihood bias for the estimation on the entire population was at the marginal level.

Statistical analysis

Statistical analysis of the collected data was performed with Statistica 10.0 (StatSoft). The choice of the parametric test was conditioned by the fulfilment of its basic objectives, i.e. compliance of the distributions of studied variables with normal distribution, which was verified with the Shapiro–Wilk test. Descriptive statistics, such as mean, median, minimum, maximum and standard deviation (*SD*), were calculated for all variables. Student's *t*-test for independent variables or non-parametric Mann–Whitney *U* test was used in order to evaluate the differences at the average level of numerical features in two populations. Intra-group variability in the two populations was evaluated with Student's *t*-test for dependent variables or with the non-parametric Wilcoxon test. The analysis of qualitative data variables was performed using Pearson's chi-square test. The correlation of two variables with normal distribution was determined using Pearson correlation coefficient, while in case of the variables that did not meet the criteria of normality, Spearman's rank correlation coefficient was calculated. The level of statistical significance was adopted at $p < 0.05^{(19)}$.

Ethical approval

The study design was approved by the Bioethics Commission at the University of Rzeszow (Resolution No. 15/12/2015 dated December 2, 2015). The study was conducted in accordance with the guidelines of the Declaration of Helsinki.

RESULTS

The results for the BMI percentile channels indicated that none of the children had weight deficiency, 55 children (67.9%) had normal body weight, 11 children (13.6%) were overweight, and 15 children (18.5%) were obese. Detailed analysis of children with normal body weight and weight above normal demonstrated statistically significant differences between body weight ($p < 0.001$), FM ($p < 0.001$), FFM ($p = 0.003$), MM ($p = 0.003$) and TBW ($p < 0.001$). Children diagnosed with overweight/obesity showed

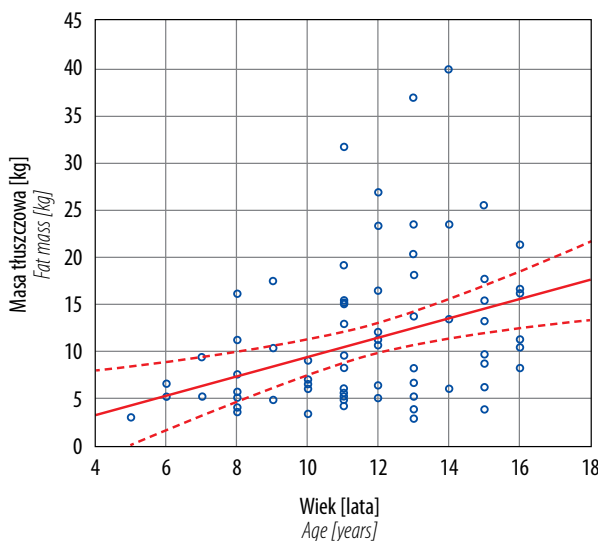
Parametry Parameters	Dzieci z masą ciała w normie Children with normal weight n = 55			Dzieci z masą ciała powyżej normy Children with weight above normal n = 26			Istotność Significance (p)	
	$\bar{x}$	Me	SD	$\bar{x}$	Me	SD	Z_1/t_1^*	p
Wzrost [cm] Height [cm]	149,44	151,00	17,74	154,08	159,00	11,62	-1,43	0,153
Masa ciała [kg] Body mass [kg]	40,97	39,10	13,90	60,68	58,30	16,48	-4,71	<0,001
BMI [kg/m ²] BMI [kg/m ²]	17,76	17,00	2,45	24,98	24,55	4,08	-6,51	<0,001
FM [kg]	7,06	6,10	3,47	19,44	17,90	8,23	-6,44	<0,001
FFM [kg]	33,90	32,50	11,62	41,24	42,00	9,27	-2,94	0,003
MM [kg]	32,13	30,80	11,06	39,12	39,80	8,83	-2,94	0,003
TBW [%]	60,63	61,00	3,71	50,45	49,90	4,33	6,61	<0,001

$\bar{x}$ – średnia arytmetyczna; Me – mediana; SD – odchylenie standardowe; t_1 – wynik testu t-Studenta dla zmiennych niezależnych; BMI – wskaźnik masy ciała; FM – masa tłuszczowa; FFM – masa beztłuszczowa; MM – masa mięśniowa; TBW – całkowita woda ustroju.
 $\bar{x}$ – arithmetic mean; Me – median; SD – standard deviation; t_1 – the result of t-test for independent variables; BMI – body mass index; FM – fat mass; FFM – fat-free mass; MM – muscle mass; TBW – total body water.

Tab. 2. Wybrane parametry antropometryczne i komponenty składu masy ciała dzieci z prawidłową masą ciała oraz z masą powyżej normy
Tab. 2. Selected anthropometric parameters and the components of body composition in children with normal weight and above normal weight

niedobór masy ciała, masa ciała 55 dzieci (67,9%) mieściła się w normie, 11 dzieci (13,6%) miało nadwagę, natomiast 15 dzieci (18,5%) było otyłych. W szczegółowej analizie wyników dzieci z masą ciała w normie i powyżej normy wykazano obecność istotnych statystycznie różnic masy ciała ($p < 0,001$), FM ($p < 0,001$), FFM ($p = 0,003$), MM ($p = 0,003$) oraz TBW ($p < 0,001$). Osoby ze stwierdzoną nadwagą lub otyłością wykazywały znacznie wyższe wartości FM (19,44 vs 7,06; $p < 0,001$) i FFM (41,24 vs 33,90; $p < 0,003$) w porównaniu z osobami z prawidłową masą ciała, czemu towarzyszyły niższe wartości TBW (49,90 vs 60,63; $p < 0,001$) (tab. 2).

Odnotowano statystycznie istotną zależność między wiekiem a FM ($R = 0,45$; $p < 0,001$) i MM ($R = 0,86$; $p < 0,001$) badanych dzieci. Wraz z wiekiem rosła średnia wartość FM, co odzwierciedlono na linii regresji jej dodatnią

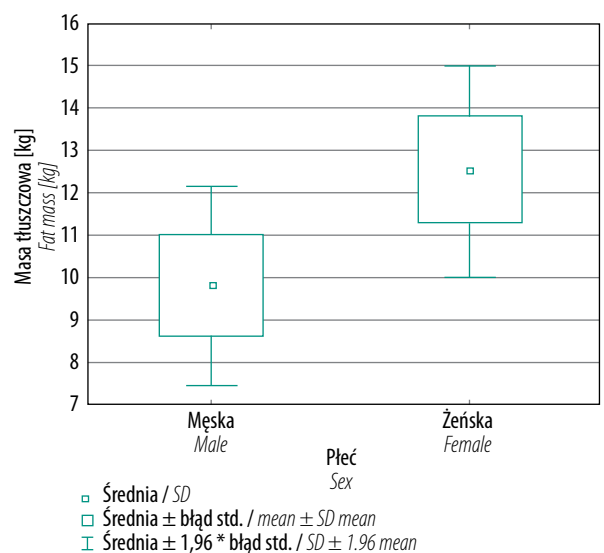


Ryc. 1. Zależność między wartością masy tłuszczowej a wiekiem
Fig. 1. The relationship between fat mass and age

significantly increased FM (19.44 vs. 7.06; $p < 0.001$) and FFM (41.24 vs. 33.90; $p < 0.003$) compared to normal weight children, which was accompanied by lower TBW (49.90 vs. 60.63; $p < 0.001$) (Tab. 2).

A statistically significant correlation was observed between age and FM ($R = 0.45$; $p < 0.001$) and MM ($R = 0.86$; $p < 0.001$) in the examined children. The mean value of FM increased with age, as shown in the regression line with a positive slope, with 95% confidence interval (dashed line) (Fig. 1).

The analysis of the study group in terms of sex revealed statistically significant differences between FM ($p = 0.020$) and TBW ($p = 0.001$). The values of body fat were higher in girls (Tab. 2, Fig. 2), while the values of TBW were higher in boys (Tab. 3).



Ryc. 2. Porównanie wartości masy tłuszczowej wśród dzieci płci męskiej i żeńskiej
Fig. 2. Comparison of body fat among male and female children

Parametry Parameters	Płeć męska Male sex n = 44			Płeć żeńska Female sex n = 37			Istotność Significance (p)	
	$\bar{x}$	Me	SD	$\bar{x}$	Me	SD	Z/ t_1 *	p
Wzrost [cm] Height [cm]	151,23	153,00	17,54	150,57	154,00	14,46	*0,18	0,856
Masa ciała [kg] Body mass [kg]	47,35	42,95	18,48	47,23	48,90	16,16	*0,03	0,976
FM [kg]	9,78	6,35	8,00	12,53	11,20	7,72	-2,32	0,020
FFM [kg]	37,57	35,40	12,80	34,70	34,10	9,40	*1,13	0,262
MM [kg]	35,60	33,55	12,21	32,92	32,30	8,93	*1,11	0,271
TBW [%]	59,23	61,35	6,22	55,14	54,80	5,39	3,38	0,001

$\bar{x}$ – średnia arytmetyczna; Me – mediana; SD – odchylenie standardowe; t_1 – wynik testu t-Studenta dla zmiennych niezależnych; BMI – wskaźnik masy ciała; FM – masa tłuszczowa; FFM – masa beztłuszczowa; MM – masa mięśniowa; TBW – całkowita woda ustroju.
 $\bar{x}$ – arithmetic mean; Me – median; SD – standard deviation; t_1 – the result of t-test for independent variables; BMI – body mass index; FM – fat mass; FFM – fat-free mass; MM – muscle mass; TBW – total body water.

Tab. 3. Wybrane parametry antropometryczne i komponenty składu masy ciała dzieci w zależności od płci

Tab. 3. Selected anthropometric parameters and the components of body composition in children depending on sex

orientacją, przy 95-procentowym przedziale ufności (linia przerywana) (ryc. 1).

Różnicując badaną grupę pod względem płci, stwierdzono obecność istotnych statystycznie różnic wartości FM ($p = 0,020$) oraz TBW ($p = 0,001$). Wartości FM były wyższe u dzieci płci żeńskiej (tab. 2, ryc. 2), a wartości TBW – u dzieci płci męskiej (tab. 3).

Analiza korelacji między wybranymi komponentami składu masy ciała a parametrami lipidowymi krwi żyłnej wykazała istotnie dodatni wpływ FM ($R = 0,09$; $p = 0,416$) i ujemny wpływ TBW ($R = -0,40$; $p < 0,001$) na wysokość parametru TRG. Stwierdzono także istotnie dodatni wpływ TBW na wysokość HDL ($R = 0,27$; $p = 0,015$) oraz ujemny wpływ FM na wysokość HDL ($R = -0,29$; $p = 0,009$) (tab. 4).

OMÓWIENIE

Wyniki badań własnych wskazują na wyższe wartości FM u dzieci z nadwagą/otyłością w porównaniu z ich rówieśnikami z prawidłową masą ciała. Przytoczone rezultaty są potwierdzeniem zależności obserwowanej w różnych grupach wiekowych dzieci na całym świecie^(3,20). Do podobnych wniosków doszli Kolarzyk i wsp., którzy analizowali zawartość tkanki tłuszczowej u 324 dzieci przedszkolnych i uzyskali wyższe wartości FM w grupie osób przeżywionych w zestawieniu z osobami z prawidłową masą ciała⁽²¹⁾. Interesujące są wyniki Stańczyk i wsp. – autorzy dokonali oceny wpływu regularnej rocznej aktywności fizycznej na skład ciała dzieci i stwierdzili wzrost zawartości tkanki tłuszczowej rzędu 4% ($p < 0,05$). Uzyskane wyniki stoją w opozycji do ogólnego przeświadczenia o pozytywnym wpływie regularnej aktywności fizycznej na skład masy ciała⁽²²⁾. W zakresie FFM wyniki własne nie odbiegają od wyników światowych, mówiących o wyższych wartościach FFM u dzieci z nadwagą/otyłością oraz wyższych wartościach BMI zależnych zarówno od FM, jak i od FFM^(20,23,24). Ponadto w badaniach własnych zaobserwowano statystycznie istotny wzrost średniej wartości FM wraz z wiekiem

Analysis of the correlation between selected components of body composition and the lipid profile from the children's venous blood showed significant positive effects of FM ($R = 0,09$; $p = 0,416$) and a negative impact of TBW ($R = -0,40$; $p < 0,001$) on the value of TRG. A significant positive impact of TBW parameter on HDL ($R = 0,27$; $p = 0,015$) and negative effects of FM on HDL ($R = -0,29$; $p = 0,009$) (Tab. 4) were also observed.

Parametry Parameters	Istotność (p) Significance (p)			
	TC [mg/dl]	HDL [mg/dl]	TRG [mg/dl]	LDL [mg/dl]
Masa ciała [kg] Body mass [kg]	$R = -0,15$ $p = 0,193$	$R = -0,28$ $p = 0,011$	$R = 0,24$ $p = 0,035$	$R = -0,05$ $p = 0,688$
BMI [kg/m ²]	$R = 0,00$ $p = 0,965$	$R = -0,25$ $p = 0,025$	$R = 0,30$ $p = 0,007$	$R = 0,05$ $p = 0,736$
FM [%]	$R = 0,09$ $p = 0,416$	$R = -0,27$ $p = 0,016$	$R = 0,41$ $p < 0,001$	$R = 0,09$ $p = 0,491$
FM [kg]	$R = -0,00$ $p = 0,987$	$R = -0,29$ $p = 0,009$	$R = 0,38$ $p < 0,001$	$R = 0,06$ $p = 0,653$
FFM [kg]	$R = -0,21$ $p = 0,051$	$R = -0,15$ $p = 0,160$	$R = 0,12$ $p = 0,281$	$R = -0,09$ $p = 0,482$
MM [kg]	$R = -0,21$ $p = 0,052$	$R = -0,15$ $p = 0,158$	$R = 0,12$ $p = 0,276$	$R = -0,09$ $p = 0,488$
TBW [%]	$R = -0,09$ $p = 0,421$	$R = 0,27$ $p = 0,015$	$R = -0,40$ $p < 0,001$	$R = -0,09$ $p = 0,488$

TC – cholesterol całkowity; HDL – „dobry” (wysokiej gęstości) cholesterol; TRG – trójglicerydy; LDL – „zły” (niskiej gęstości) cholesterol; R – wynik testu korelacji rang Spearmana; p – poziom prawdopodobieństwa; BMI – wskaźnik masy ciała; FM – masa tłuszczowa; FFM – masa beztłuszczowa; MM – masa mięśniowa; TBW – całkowita woda ustroju.
TC – total cholesterol; HDL – high-level lipoprotein; TRG – triglycerides; LDL – low-level lipoprotein; R – the result of Spearman's rank correlation test; p – level of probability; BMI – body mass index; FM – fat mass; FFM – fat-free mass; MM – muscle mass; TBW – total body water.

Tab. 4. Analiza zależności między wybranymi komponentami składu masy ciała a wynikami badań lipidowych badanych dzieci

Tab. 4. Analysis of the relationship between selected components of body composition and lipid test results in the examined children

($R = 0,45$; $p < 0,001$). Wartości parametrów FM były wyższe u dziewcząt, natomiast wartości TBW – u chłopców. U dzieci prawidłowo odżywionych całkowita FM wzrasta niezależnie od płci, niemniej wzrost procentowej zawartości tłuszczu obserwowany jest u dziewcząt. U chłopców uwidacznia się duży przyrost FFM, szczególnie w późnym okresie dorastania^(3,25). Rezultaty świadczące o wzroście TBW u chłopców oraz FM u dziewcząt są zbieżne z przytoczonymi wyżej wynikami badań innych autorów, ponieważ TBW jest w wysokim odsetku składową FFM.

Badania własne potwierdziły także wysoką korelację między wybranymi komponentami składu masy ciała a parametrami lipidowymi krwi, w szczególności istotnie dodatni wpływ FM na poziom TRG ($R = 0,09$; $p = 0,416$) i TBW na wysokość HDL ($R = 0,27$; $p = 0,015$) oraz ujemny wpływ FM na wysokość HDL ($R = -0,29$; $p = 0,009$). Badania z udziałem 1714 amerykańskich dzieci w wieku 10–12 lat z rozpoznaną otyłością potwierdziły powyższe spostrzeżenia, wskazując na wyraźny wzrost LDL i TRG przy spadku HDL⁽²⁶⁾. Potwierdzeniem są też badania dotyczące 3327 otyłych dzieci z Niemiec, Austrii i Szwajcarii, w których to badaniach odnotowano istotnie dodatnią zależność między wielkością FM a wartościami LDL i TC⁽¹¹⁾. Z uwagi na wysoką zbieżność wyników własnych, odnoszących się do mało licznej próby, z wynikami światowymi zasadne wydaje się powtórzenie badań na większej, reprezentatywnej grupie.

WNIOSKI

1. W populacji dzieci zdrowych występują statystycznie istotne różnice wybranych komponentów składu ciała, zależne od wieku, płci oraz BMI.
2. Skład masy ciała jest wysoce powiązany z wartościami lipidowymi krwi dzieci, w szczególności z LDL, HDL i TC.
3. Monitoring wybranych komponentów FM i FFM skorelowany z wartościami lipidogramu pozwala precyzyjnie monitorować stan odżywienia dzieci.

Konflikt interesów

Autorzy nie zgłaszają żadnych finansowych ani osobistych powiązań z innymi osobami lub organizacjami, które mogłyby negatywnie wpłynąć na treść publikacji oraz rościć sobie prawo do tej publikacji.

Źródło finansowania

Zebrany materiał badawczy powyższego badania opracowano w ramach projektu „Przyrodniczo-Medyczne Centrum Badań Innowacyjnych”, realizowanego przez Uniwersytet Rzeszowski w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Podkarpackiego na lata 2007–2013, nr umowy UDA-RPPK.01.03.00-18-004/12-00.

DISCUSSION

Our results indicate higher FM in overweight/obese children compared to their peers with normal weight. These results are compatible with the correlation observed in different age groups of children worldwide^(3,20). Similar conclusions were reached by Kolarzyk et al., who analysed the content of fat in 324 preschool children, and obtained higher FM values in overnourished children compared to those with normal weight⁽²¹⁾. Interesting results were obtained by Stańczyk et al., who assessed the impact of the regular annual physical activity on the body composition of children, and observed a 4% increase in the percentage of fat ($p < 0.05$). The results are in opposition to the general belief in the positive effects of regular physical activity on the body composition⁽²²⁾. For FFM, our results did not differ from worldwide findings, which indicate higher FFM in children with overweight/obesity and higher BMI dependent on both FM and FFM^(20,23,24).

Furthermore, our study demonstrated a statistically significant increase in mean FM with age ($R = 0.45$; $p < 0.001$). FM parameters were higher in girls, while TBW was higher in boys. Properly nourished children show increased total FM, regardless of sex; however, increased fat percentage is observed in girls. A significant increase in FFM is observed in boys, especially in late adolescence^(3,25). Our findings indicating increased TBW in boys and increased FM in girls correspond to the above findings of other authors as TBW is a large component of FFM.

Our study also confirmed a strong correlation between the selected components of body composition and blood lipid parameters in the studied children, especially the significantly positive effects of FM on the level of TRG ($R = 0.09$; $p = 0.416$) and TBW on the amount of HDL ($R = 0.27$; $p = 0.015$) as well as negative effects of FM on the amount of HDL ($R = -0.29$; $p = 0.009$). A study in more than 1,714 US children diagnosed with obesity at the age of 10–12 years confirmed these findings, showing a marked increase in LDL and TRG with a decrease in HDL⁽²⁶⁾. These results are also confirmed by a study in 3,327 obese children from Germany, Austria and Switzerland, which confirmed a significant positive correlation between FM and the values of LDL and TC⁽¹¹⁾. Although our results correspond to worldwide findings, they are based on a small sample; therefore it appears reasonable to repeat the study in a larger representative sample.

CONCLUSIONS

1. There are statistically significant differences in selected components of body composition, depending on age, gender and BMI, in a population of healthy children.
2. Body composition is strongly associated with children's blood lipid values, LDL, HDL and TC in particular.
3. Monitoring of selected components of FM and FFM correlated with lipid profile values, thus allowing for a precise monitoring of the nutritional status of children.

Piśmiennictwo / References

1. Koletzko B, Skowrońska-Piekarska U, Klęk S: Zapotrzebowanie na składniki odżywcze dzieci i młodzieży. In: Sobotka L (ed.): Podstawy żywienia klinicznego. Edycja czwarta. Scientifica, Kraków 2013: 69–85.
2. Czerwionka-Szaflarska M: Żywność dzieci zdrowych. In: Kubicka K, Kawalec W (ed.): *Pediatrica*. Vol. 1, PZWL, Warszawa 2010: 38–45.
3. Chung S: Body mass index and body composition scaling to height in children and adolescent. *Ann Pediatr Endocrinol Metab* 2015; 20: 125–129.
4. Hartman C, Shamir R, Hecht C et al.: Malnutrition screening tools for hospitalized children. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2012; 15: 303–309.
5. Barendregt K, Soeters PB, Allison SP et al.: Rozpoznawanie niedożywienia – badania przesiewowe i ocena pogłębiona. In: Sobotka L, Korta T, Łyszkowska M (eds.): Podstawy żywienia klinicznego. PZWL, Warszawa 2008: 11–19.
6. Kondrup J, Allison SP, Elia M et al.: ESPEN guidelines for nutrition screening 2002. *Clin Nutr* 2003; 22: 415–421.
7. Mehta NM, Corkins MR, Lyman B et al.: Defining pediatric malnutrition: a paradigm shift toward etiology-related definitions. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 2013; 37: 460–481.
8. Nouri Saeidlou S, Babaei F, Ayremlou P: Malnutrition, overweight, and obesity among urban and rural children in north of west Azerbaijan. *J Obes* 2014; 2014: 541213.
9. Maffei C, Banzato C, Talamini G; Obesity Study Group of the Italian Society of Pediatric Endocrinology and Diabetology: Waist-to-height ratio, a useful index to identify high metabolic risk in overweight children. *J Pediatr* 2008; 152: 207–213.
10. Schwandt P, von Eckardstein A, Haas GM: Percentiles of percentage body fat in German children and adolescents: an international comparison. *Int J Prev Med* 2012; 3: 846–852.
11. Bohn B, Müller MJ, Simic-Schleicher G et al.; APV Initiative and the German BMBF Competence Network Obesity: BMI or BIA: is body mass index or body fat mass a better predictor of cardiovascular risk in overweight or obese children and adolescents? A German/Austrian/Swiss multicenter APV analysis of 3,327 children and adolescents. *Obes Facts* 2015; 8: 156–165.
12. Ali O, Cerjak D, Kent JW et al.: Obesity, central adiposity and cardiometabolic risk factors in children and adolescents: a family-based study. *Pediatr Obes* 2014; 9: e58–e62.
13. Munch-Andersen T, Sorensen K, Andersen LB et al.: Adverse metabolic risk profiles in Greenlandic Inuit children compared to Danish children. *Obesity (Silver Spring)* 2013; 21: 1226–1231.
14. Westerterp KR, Skowrońska-Piekarska U, Szczepanek K: Budowa organizmu. W: Sobotka L (red.): Podstawy żywienia klinicznego. Edycja czwarta. Scientifica, Kraków 2013: 8–14.
15. Duren DL, Sherwood RJ, Czerwinski SA et al.: Body composition methods: comparisons and interpretation. *J Diabetes Sci Technol* 2008; 2: 1139–1146.

Conflict of interest

The authors declare that they have no financial or personal relationships with other persons or organizations that could adversely affect the content of the publication and claim rights to this publication.

Funding/Support and role of the sponsor

The collected research material in this study was analysed within the framework of the project “Natural and Medical Centre of Innovative Research” implemented by University of Rzeszów under the Regional Operational Programme of Podkarpackie Province for 2007–2013, Contract no UDA-RPPK.01.03.00-18-004/12-00.

16. Lewitt A, Mądro E, Krupienicz A: Podstawy teoretyczne i zastosowania analizy impedancji bioelektrycznej (BIA). *Endokrynologia, Otyłość, Zaburzenia Przemiany Materii* 2007; 3: 79–84.
17. Instytut „Pomnik – Centrum Zdrowia Dziecka”: Siatki centylowe dzieci i młodzieży w wieku 3–18 lat. Available from: http://www.czd.pl/index.php?option=com_content&view=article&id=1717&Itemid=538.
18. Plüddemann A, Thompson M, Price CP et al.: Point-of-care testing for the analysis of lipid panels: primary care diagnostic technology update. *Br J Gen Pract* 2012; 62: e224–e226.
19. Petrie A, Sabin C: *Medical Statistics at a Glance*. 2nd ed., Blackwell Publishing Ltd, Oxford 2005.
20. Freedman DS, Wang J, Thornton JC et al.: Classification of body fatness by body mass index-for-age categories among children. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2009; 163: 805–811.
21. Kolarczyk E, Janik A, Kwiatkowski J: Problemy z oceną zależności między zawartością tkanki tłuszczowej a kalorycznością diety dzieci przedszkolnych. *Medycyna Ogólna* 2010; 16: 347–353.
22. Stańczyk M, Krenc Z, Tkaczyk M: Wpływ regularnej aktywności fizycznej na skład ciała i ciśnienie tętnicze dzieci ze szkoły sportowej. *Pediatr Med Rodz* 2013; 9: 165–172.
23. Okorodudu DO, Jumeau MF, Montori VM et al.: Diagnostic performance of body mass index to identify obesity as defined by body adiposity: a systematic review and meta-analysis. *Int J Obes (Lond)* 2010; 34: 791–799.
24. Himes JH: Challenges of accurately measuring and using BMI and other indicators of obesity in children. *Pediatrics* 2009; 124 Suppl 1: S3–S22.
25. Taylor RW, Grant AM, Williams SM et al.: Sex differences in regional body fat distribution from pre- to postpuberty. *Obesity (Silver Spring)* 2010; 18: 1410–1416.
26. Govindan M, Gurm R, Mohan S et al.; University of Michigan Health System: Gender differences in physiologic markers and health behaviors associated with childhood obesity. *Pediatrics* 2013; 132: 468–474.