

Agnieszka Sobczak

*Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Instytut Ekologii i Ochrony Środowiska, Zakład Antropologii
ul. Gagarina 9, 87-100 Toruń*

**SKŁAD CIAŁA STUDENTEK UNIWERSYTETU MIKOŁAJA KOPERNIKA
W TORUNIU ORAZ PORÓWNANIE DWU METOD OKREŚLANIA
SKŁADU CIAŁA
FEMALE STUDENTS FROM NICOLAUS COPERNICUS UNIVERSITY
IN TORUŃ BODY COMPOSITION AND THE COMPARISON OF TWO
METHODS FOR DETERMINATION OF BODY COMPOSITION**

Abstract

Body components of 297 young woman – students of Nicolaus Copernicus University in Toruń have been examined of bioelectrical impedance and anthropometrics methods. The mass of fat, the percent of fat and the percent of body water obtained by BIA method are different than obtained by traditional methods. Whereas the fat free mass (FFM) obtained by BIA method is very similar to results, which was got with the help of TA index, which be worked out by Wieliński.

Wstęp

Badania nad komponentami ciała człowieka sięgają swoim początkiem drugiej połowy XIX wieku. Dotychczas wypracowanych zostało wiele metod pozwalających na oszacowanie ilości poszczególnych składników żywego organizmu. Różnią się one od siebie stopniem złożoności, nakładem kosztów, wymaganiami technicznymi i dokładnością (1, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12).

Ze względu na to, że wiele z metod określania składu ciała do swej realizacji wymaga skomplikowanej aparatury i specyficznych warunków laboratoryjnych (np. metoda densytometryczna czy tomografia komputerowa) najbardziej jak dotąd rozpowszechnioną jest metoda antropometryczna zwana inaczej somatyczną. Metoda ta oparta jest na bezpośrednio zmierzonych wielkościach cech somatycznych, na podstawie których szacowany jest udział poszczególnych składników tkankowych. Jest ona prosta, praktyczna i przydatna podczas badań terenowych i masowych, jednakże daje tylko określone przybliżenie wartości rzeczywistych. Z tej też przyczyny coraz szersze zastosowanie w badaniach znajduje metoda analiz impedancji bioelektrycznej (Body Impedance Analysis w skrócie BIA). Polega ona na pomiarze oporu elektrycznego w organizmie i oszacowaniu na jego podstawie zawartości składników tkankowych oraz wody. Metoda ta cechuje się dużą dokładnością i łatwością stosowania na tle innych nieinwazyjnych sposobów badania składu ciała. Dodatkową zaletą BIA jest fakt, że metoda ta uwzględnia wiek, płeć, wysokość i masę ciała oraz typ budowy osoby badanej (6, 13, 2).

Celem niniejszej pracy było określenie składu ciała studentek Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu w oparciu o metodę BIA i metodę tradycyjną (antropometryczną) oraz ustalenie, czy uzyskane rezultaty różnią się w sposób istotny, a także która z metod tradycyjnych daje wyniki bardziej zbliżone do tych uzyskanych metodą bioelektryczną. Drugim założeniem pracy było ustalenie czy metoda oceny stanu odżywienia na podstawie wartości BMI wg norm wprowadzonych przez WHO, jest adekwatna do zawartości tłuszczu w organizmie badanych osób.

Materiał i metoda

Materiał stanowią wyniki badań 297 studentek UMK w Toruniu, zebrane między 12.2002 a 04.2003 roku. Średni wiek studentek wynosił 20,5 roku.

Analizie statystycznej zostały poddane następujące cechy: masa ciała [kg], wysokość ciała [cm], masa tłuszczu [kg], udział procentowy tłuszczu (FAT %), masa całkowitej wody organizmu (Total Body Water w skrócie TBW) [kg], udział procentowy całkowitej wody organizmu (%), masa ciała beztłuszczowego (Fat Free Mass w skrócie FFM) [kg], udział procentowy masy ciała beztłuszczowego, Body Mass Indeks (BMI) [kg/m²].

Wartości powyższych parametrów uzyskano za pomocą metody BIA oraz metody tradycyjnej. Została dla nich wyliczona liczebność (N), średnia arytmetyczna (x), odchylenie standardowe (s) oraz wartość minimalna (min) i maksymalna (max).

Pomiary w oparciu o metodę analizy impedancji bioelektrycznej wykonano za pomocą urządzenia firmy TAN I TA typ TBF-300P, o dokładności pomiaru zawartości tłuszczu do 1%.

Pomiary antropometryczne wykonano zgodnie z zaleceniem IBP (po lewej stronie ciała) zestawem przyrządów i techniką Martina. W równaniach szacunkowego składu ciała zostały też wykorzystane wartości grubości fałdów skórno-tłuszczowych, zmierzone za pomocą fałdomierza, oraz obwodów ciała, uzyskane za pomocą taśmy antropometrycznej.

Antropometrycznej oceny składu ciała studentek dokonano w oparciu o następujące wzory:

1. Wzór na zawartość procentową tłuszczu opracowany przez Siri (10):

$$F\% = 100 * \left(\frac{4,2001}{Gc} - 3,813 \right) \quad \text{Gdzie: } Gc - \text{gęstość ciała}$$

2. Wzór na zawartość procentową i masę tłuszczu wg Brożka i wsp. (10):

$$F\% = 100 * \left(\frac{4,570}{Gc} - 4,142 \right) \quad \text{Gdzie: } Gc - \text{gęstość ciała}$$

$$F_{kg} = (\text{masa ciała} * F\%) / 100$$

3. Wzór na zawartość procentową oraz masę tłuszczu u kobiet zaproponowany przez Piechaczka (8):

$$F\% = -12,770968 + 0,014611 \log x_1 + 0,102559 \log x_2 + 0,060924 \log x_3$$

$$F_{kg} = (\text{masa ciała} * F\%) / 100$$

Gdzie: x_1 - grubość fałdu skórno-tłuszczowego ramienia [mm];
 x_2 - grubość fałdu skórnotłuszczowego na klatce piersiowej [mm]; x_3 - grubość fałdu skórno-tłuszczowego na podudziu [mm].

4. Wzór na masę wody i masę tłuszczu kobiet wg Wielińskiego :

$$\text{masa wody (kg)} = 0,73 * \text{masa ciała} + 0,129 * \text{wysokość ciała}$$

$$\text{masa tłuszczu (kg)} = \text{masa ciała} - \text{masa sucha}$$

$$\text{masa sucha (kg)} = 0,384 * \text{masa ciała} + 0,129 * \text{wysokość ciała}$$

5. Wzór na masę tkanek aktywnych (TA) kobiet zaproponowany przez Piechaczka (10):

$$TA_{kg} = -61,719697 + 0,339491 * x_8 + 0,540846 * x_9 + 0,280240 * x_{10} + 0,407343 * x_{13}$$

Gdzie: x_8 - wysokość ciała [cm]; x_9 - obwód podudzia [cm],
 x_{10} - obwód klatki piersiowej [cm]; x_{13} - obwód przedramienia [cm]

Dodatkowo do oszacowania zawartości wody i tłuszczu wykorzystano tabelę procentowego składu ciała w zależności od gęstości ciała (Gc) opracowaną przez Chanina (8).

Do wyznaczenia gęstości ciała użyto wzoru zaproponowanego przez Łutowinowa i wsp. (8) :

$$Gc = 1,085591 - 0,00003 * L - 0,000221 * OKP$$

Gdzie: L - wysokość ciała; OKP - obwód klatki piersiowej;

Charakterystyki liczbowe komponentów ciała uzyskane za pomocą metody BIA oraz metody tradycyjnej zostały poddane analizie porównawczej przy pomocy Testu t-Studenta dla próbek z powiązaniem. Istotność różnic została określona na podstawie tablicy rozkładu zmiennej t. Za istotne przyjęto różnice dla których p było mniejsze lub równe 0,05.

Następnie wyniki uzyskane na podstawie metody BIA zostały podzielone na trzy grupy pod względem zawartości tłuszczu u badanych w odniesieniu do normy. Zakres normy, uwzględniający płeć, wiek, wysokość i masę ciała oraz typ budowy osoby badanej został wprowadzony do programu urządzenia pomiarowego i wynosił 21-33% całkowitej masy ciała. Wyodrębniono trzy grupy: 1) z nadmiarem tłuszczu w stosunku do normy (nadmiar), 2) z zawartością tłuszczu w zakresie normy (norma), 3) z niedoborem tłuszczu w stosunku do normy (niedobór).

Kolejnym krokiem był podział materiału badawczego na trzy grupy pod względem wartości BMI, określającej stan odżywienia: 1) nadwaga, 2) norma, 3) niedowaga.

Klasyfikacja opierała się na podziale przyjętym przez Światową Organizację Zdrowia (WHO).

Poddano analizie statystycznej dane pomiarowe w grupach utworzonych na podstawie zawartości tłuszczu oraz na podstawie BMI. Następnie wyliczono udział procentowy i liczbowy różnych stanów odżywienia w grupach wyznaczonych na podstawie zawartości tłuszczu. Analogicznie określony został udział procentowy i liczbowy przypadków zaklasyfikowanych do różnych grup zawartości tłuszczu w poszczególnych grupach stanu odżywienia. Powyższe czynności miały na celu sprawdzenie czy podział na podstawie BMI jest adekwatny do wielkości zasobów energetycznych organizmu w postaci zmagazynowanej tkanki tłuszczowej.

Uzyskane wyniki zostały przedstawione w tab. 1, 2 i 3. Ich analizę ze względu na wymagania edytorskie pominięto.

Tab. 1. Porównanie składu ciała studentek UMK oszacowanego metodą BIA i wybranymi metodami antropometrycznymi

Porównanie wyników składu ciała uzyskanych metodą BIA i wybranymi metodami antropometrycznymi									
Dane do porównania				Wyniki porównania					
Cecha	metoda	średnia	Odchylenie standardowe	Średnia wartość różnicy	Odchylenie standardowe różnicy	t	lss (stopnie swobody)	p	Istotność statystyczna różnicy
Tłuszcz (kg)	BIA	13,60	6,93	-	-	-	-	-	-
	Chanin	9,98	2,16	3,62	4,87	12,82	296	0,001	Istotna
	Brożek	8,98	1,89	4,62	5,12	15,57	296	0,001	Istotna
	Siri	8,94	1,92	4,66	5,09	15,78	296	0,001	Istotna
	Piechaczek	14,93	3,38	1,22	4,06	5,19	288	0,001	Istotna
Tłuszcz (%)	BIA	22,33	7,47	-	-	-	-	-	-
	Chanin	17,11	0,83	5,22	6,80	13,23	296	0,001	Istotna
	Brożek	15,41	0,66	6,92	6,91	17,27	296	0,001	Istotna
	Siri	15,33	0,72	7,00	6,87	17,57	296	0,001	Istotna
	Piechaczek	25,56	2,34	3,11	6,76	7,93	288	0,001	Istotna
Woda (kg)	BIA	32,47	2,43	-	-	-	-	-	-
	Chanin	35,11	5,50	2,64	3,57	12,77	296	0,001	Istotna
	Wielniński	31,84	3,06	0,63	1,41	7,65	296	0,001	Istotna
Woda (%)	BIA	56,87	5,44	-	-	-	-	-	-
	Chanin	60,70	0,62	3,83	4,97	13,26	296	0,001	Istotna
Masa bez-tłuszczowa/ tkanki aktywne	BIA	44,48	7,32	-	-	-	-	-	-
	Piechaczek	44,35	3,32	0,13	5,99	0,38	296	0,62	Nie wykazuje istotności statystycznej

Tab. 2. Udział procentowy i liczbowy poszczególnych kategorii zawartości tłuszczu w grupach stanu odżywienia

Stan odżywienia na podstawie BMI (zgodnie z normami WHO)	N	%	Zawartość tłuszczu na podstawie BIA		
			Zawartość tłuszczu w stosunku do normy	N	%
nadwaga	31	10,44	nadmiar	22	70,97
			norma	9	29,03
			niedobór	0	0,00
norma	222	74,75	nadmiar	4	1,80
			norma	129	58,11
			niedobór	89	40,09
niedowaga	44	14,81	nadmiar	0	0,00
			norma	0	0,00
			niedobór	44	100,00

Tab. 3. Udział procentowy i liczbowy poszczególnych kategorii stanu odżywienia w grupach o różnej zawartości tłuszczu

Zawartość tłuszczu w stosunku do normy	N	%	Stan odżywienia na podstawie BMI (zgodnie z normami WHO)				
			Stan odżywienia	N	%	N (łącznie dla grupy)	% (łącznie dla grupy)
nadmiar	26	8,75	2 st nadwagi/otyłość	5	19,23	22	84,61
			1 st nadwagi	17	65,38		
			norma	4	15,38		
			niedowaga	0	0,00		
norma	136	46,46	1 st nadwagi	9	6,52	9	6,52
			norma	129	93,48	129	93,48
			niedowaga	0	0,00	0	0,00
niedobór	133	44,78	nadwaga	0	0,00	0	0,00
			norma	89	66,92	89	66,92
			1 st szczupłości	35	26,32	44	33,09
			2 st szczupłości	8	6,02		
3 st szczupłości	1	0,75					

Wnioski

1. W grupie studentek UMK badanych metodą BIA wysoki odsetek (44,8%) stanowiły osoby z zawartością tłuszczu klasyfikującą się poniżej przyjętej dla płci i grupy wieku normy (21-33% całkowitej masy ciała).
2. Dane dotyczące komponentów ciała takich jak całkowita woda organizmu (TBW) oraz tłuszcz, uzyskane za pomocą metod antropometrycznych oraz, metodą BIA różnią się w sposób istotny statystycznie ($p < 0,001$).
3. Dane dotyczące zawartości masy beztłuszczowej (FFM) uzyskane metodą BIA pokrywają się z wartościami masy tkanek aktywnych (TA) oszacowanymi na podstawie wzoru zaproponowanego przez Piechaczka (nie różnią się w sposób istotny statystycznie).
4. Istnieją rozbieżności w klasyfikacji stanu odżywienia osób badanych na podstawie wartości BMI wg schematu zalecanego przez WHO, a faktycznym stanem energetycznym organizmu, określonym na podstawie zawartości tkanki tłuszczowej wyznaczonej metodą BIA; dotyczy to zwłaszcza grupy osób wykazujących niedobór zawartości tłuszczu w stosunku do przyjętej normy.

Piśmiennictwo

1. Bergman P., 1999, Antropologiczne i biomedyczne zastosowanie parametrów elektrycznych impedancji, Antropologia u schyłku wieku. Ogólnopolska Konferencja Naukowa PTA, Warszawa-Rynia
2. Bergman P., A. Janusz, 1992, Bioelektryczna metoda określania składu ciała, Biologia Populacji Ludzkich Współczesnych i Pradziejowych, Słupsk
3. Broda J., 1999, Porównanie składu ciała kobiet w wieku 20-60 lat wyznaczonego metodą antropometryczną i bioelektrycznej impedancji, Antropologia u schyłku wieku. Ogólnopolska Konferencja Naukowa PTA, Warszawa-Rynia
4. Charzewski J., 1999, Metody stosowane w ocenie stanu odżywienia, [w:] Antropologia, (red.) J. Charzewski, AWF im. J. Piłsudskiego w Warszawie, Warszawa
5. Komorowski J., M. Pawlikowski, 1996, Otyłość i jadłowstręt psychiczny, [w:] Zarys endokrynologii klinicznej, (red.) M. Pawlikowski, Warszawa
6. Lorek K., F. Rożnowski, B. Zaworski, 1996, Skład ciała studentów i studentek Wyższej Szkoły Pedagogicznej w Słupsku w świetle badań bioelektrycznej metody pomiaru impedancji, Zmienność Biologiczna Człowieka. Ogólnopolska Konferencja Naukowa PTA. Materiały konferencyjne, Kraków, 3, 97-100
7. Malinowski A., W. Bożiłow, 1997, Podstawa antropometrii. Metody, techniki, miary, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa-Łódź
8. Malinowski A., J. Strzałko, 1985, Antropologia, PWN, Warszawa-Poznań
9. Malinowski A., N. Wolański, 1988, Metody badań w biologii człowieka. Wybór metod antropologicznych, PWN Warszawa
10. Piechaczek H., 1999, Metody oceny składników tkankowych ciała, [w:] Antropologia, (red.) J. Charzewski, AWF im. J. Piłsudskiego w Warszawie, Warszawa
11. Skibińska A., 1999, Typologia budowy ciała, [w:] Antropologia, (red.) J. Charzewski, AWF im. J. Piłsudskiego w Warszawie, Warszawa
12. Socha M., 1999, Korelacja między wybranymi wskaźnikami otluszczenia a całkowitą zawartością tłuszczu w organizmie oszacowaną metodą impedancji, Antropologia u schyłku wieku. Ogólnopolska Konferencja Naukowa PTA, Warszawa-Rynia
13. Zaworski B., 1996, Porównanie dwu metod określania składu ciała studentów i studentek, Zmienność Biologiczna Człowieka, Ogólnopolska Konferencja Naukowa PTA, Materiały konferencyjne, Kraków, 3, 171-174