



# Porównanie wyników pomiarów składu masy ciała uzyskanych za pomocą techniki impedancji bioelektrycznej (BIA) i dwuenergetycznej absorpcjometrii promieniowania X (DXA)

## Comparison of the results of body composition measurements obtained with the Bioelectric Impedance Analysis (BIA) and Dual Energy X-Ray Absorptiometry (DXA) techniques

Joanna Sobczyk, Aleksandra Pusz-Sapa

Zakład Diagnostyki Obrazowej i Medycyny Nuklearnej, Instytut Nauk Medycznych, Kolegium Nauk Medycznych Uniwersytetu Rzeszowskiego, ul. Warszawska 4a, 35-310 Rzeszów, e-mail: jsobczyk@ur.edu.pl, tel. +48 606 633 167

### Streszczenie

**Wprowadzenie.** Analiza składu masy ciała wykorzystywana jest do oceny stanu zdrowia zarówno na poziomie populacyjnym, jak i indywidualnym u osób zdrowych, a także w celach diagnostycznych u osób chorych, np. z nadwagą lub niedowagą. Dodatkowo jest ważnym narzędziem w badaniach składu ciała sportowców, np. do kontroli treningu sportowego, a przez to do oceny stopnia przygotowania zawodników wielu dyscyplin sportowych. Obecnie uznanymi technikami, które mają zastosowanie w badaniach klinicznych do oceny składu ciała, są: impedancja bioelektryczna (BIA, *bioelectric impedance analysis*) i dwuenergetyczna absorpcjometria rentgenowska (DXA, *dual-energy X-ray absorptiometry*).

**Cel badania.** Celem pracy było porównanie wyników pomiaru składu masy ciała: zawartości mineralnej tkanki kostnej (BMC), tkanki tłuszczowej i beztłuszczowej oraz % zawartości tłuszczu w tkance miękkiej uzyskanych w technice BIA i DXA u tych samych osób.

**Materiał i metoda.** Badania wykonano u osób zdrowych ( $n = 50$ ) – kobiet ( $n = 34$ ) i mężczyzn ( $n = 16$ ) w wieku 19-56 lat (średnia wieku: 24,9 lat). U każdego badanego wykonano pomiar składu ciała w technice bioimpedancji elektrycznej (BIA) i dwuenergetycznej absorpcjometrii rentgenowskiej (DXA).

**Wyniki.** W metodzie DXA istotnie statystycznie wyższe wartości uzyskano dla procentowej zawartości tłuszczu w tkance miękkiej ( $p < 0,000$ ), a niższe wartości masy tkanki beztłuszczowej FFM i tkanki tłuszczowej FM ( $p < 0,000$ ) zarówno ogółem w grupie badanych, jak i w grupie kobiet oraz u osób z prawidłowym BMI ( $19,0 < \text{BMI} < 24,9$ ) i w grupie osób z nadwagą ( $25,0 < \text{BMI} > 29,9$ ). Natomiast istotnie statystycznie wyższą wartość masy tkanki beztłuszczowej FFM ( $p = 0,001$ ) uzyskano metodą BIA w grupie mężczyzn.

**Wnioski.** Przedstawione wartości pomiarów składu masy ciała (masy tkanki tłuszczowej FM i beztłuszczowej FFM oraz procentowej zawartości tłuszczu w tkance miękkiej %BF) zmierzone obiema technikami u tych samych pacjentów różnią się istotnie statystycznie, dlatego w ocenie składu masy ciała metod tych nie powinno stosować się wymiennie.

**Słowa kluczowe:** skład masy ciała (BC), analiza bioimpedancji elektrycznej (BIA), dwuenergetyczna absorpcjometria rentgenowska (DXA), BMI

### Abstract

**Introduction.** The analysis of body mass composition is used to assess the health condition of both population and individual of the healthy, as well as for diagnostic purposes of the sick, e.g. overweight or underweight. In addition, it is an important tool in the study of the body composition of athletes, e.g. for the control of sports training, and thus to assess the level of preparation of players in various sport's disciplines. Currently, the recognized techniques that are used in clinical trials to assess the body mass composition are: bioelectric impedance analysis (BIA) and dual-energy X-ray absorptiometry (DXA).

**Aim.** The aim of the study was to compare the results of body mass composition measurements: bone mineral content (BMC), adipose tissue and lean tissue as well as % fat content in soft tissue obtained in the BIA and DXA techniques for the same people.

**Material and methods.** The studies were performed in healthy ( $n = 50$ ) women ( $n = 34$ ) and men ( $n = 16$ ) aged 19-56 (mean age 24.9 years). Body composition was measured for each subject using the electrical bioimpedance (BIA) and dual-energy X-ray absorptiometry (DXA) techniques.

**Results.** In the DXA method, statistically significant higher values were obtained for the percentage of fat in soft tissue ( $p < 0.000$ ), and lower values of the mass of lean tissue FFM and adipose tissue FM ( $p < 0.000$ ) were obtained both in the total group of subjects and in the group of women and in subjects with normal BMI ( $19.0 < \text{BMI} < 24.9$ ) and in the overweight group ( $25.0 < \text{BMI} > 29.9$ ). On the other hand, a higher statistically significant value of the mass of lean tissue FFM ( $p = 0.001$ ) was obtained by the BIA method in the group of men.

**Conclusions.** The presented values of body mass composition measurements (mass of FM fat and lean FFM and percentage of fat in soft tissue %BF) measured with both techniques in the same patients differ statistically significantly, therefore, when assessing body mass composition, these methods should not be used interchangeably.

**Key words:** body composition (BC), Bioelectric Impedance Analysis (BIA), Dual Energy X-Ray Absorptiometry (DXA), Body Mass Index (BMI)

otrzymano / received:

22.03.2022

poprawiono / corrected:

30.03.2022

zaakceptowano / accepted:

08.04.2022



## Wprowadzenie

Skład ciała to „fizyczne lub chemiczne elementy, które tworzą w określony sposób masę organizmu” [1]. Badania oceny składu ciała ludzkiego (Body Composition) rozpoczęły się w XIX w., kiedy Claude Bernard odkrył, że zdrowe ludzkie ciało utrzymuje stałe wewnętrzne środowisko, które określił mianem *milieu interieur* [2]. Kolejni badacze obserwowali zmiany w składzie ciała związane ze wzrostem oraz różnicami w odżywianiu. W pierwszej połowie XX w. zaczęły się rozwijać wyspecjalizowane techniki oceny składu ludzkiego ciała, a pośrednim sposobem jego oceny początkowo była analiza płynów ustrojowych [3].

Obecnie uznanymi technikami, które mają zastosowanie w praktyce badań klinicznych do oceny składu ciała, są: analiza impedancji bioelektrycznej BIA (*Bioelectrical Impedance Analysis*) i dwuenergetyczna absorpcjometria rentgenowska DXA (*Dual-Energy X-ray Absorptiometry*) [4].

W analizie bioimpedancji ciała (BIA) wykorzystywane są elektryczne właściwości organizmu oraz różna oporność poszczególnych tkanek dla prądu elektrycznego. Podczas tego badania przez ciało przepływa prąd o niskim natężeniu. Tkanka beztłuszczowa ze względu na wysoką zawartość wody i elektrolitów jest bardzo dobrym przewodnikiem prądu elektrycznego, zaś tkanka tłuszczowa słabo go przewodzi (cechuje się bardzo niską zawartością wody) [5].

W densytometrii (DXA) wykorzystuje się zjawisko osłabienia wiązki promieniowania X przechodzącej przez różne tkanki organizmu. Oprócz oceny gęstości mineralnej kości BMD (*Bone Mineral Density*) uzyskujemy wartości określające całkowite i regionalne parametry poszczególnych komponentów składu ciała: masy tkanki tłuszczowej FM (*Fat Mass*) i beztłuszczowej FFM (*Fat Free Mass*), kostnej BM (*Bone Mass*) oraz procentowej zawartości tłuszczu w tkance miękkiej (Percentage Fat in Soft Tissue – %BF) [6].

## Cel badania

Celem pracy było porównanie wyników składu masy ciała: zawartości mineralnej tkanki kostnej (BMC), tkanki tłuszczowej (FM) i beztłuszczowej (FFM) oraz procentowej zawartości tłuszczu w tkance miękkiej (%BF) uzyskanych w technice BIA i DXA u tych samych osób.

## Materiał i metoda

Badanie wykonano u 50 ochotników w wieku 19-56 lat (średnia wieku 24,9 lat) – 34 kobiet (średnia wieku 25,4 lat) i 16 mężczyzn (średnia wieku 23,3 lat) w pracowni densytometrii Przyrodniczo-Medycznego Centrum Badań Innowacyjnych Uniwersytetu Rzeszowskiego. Kryteriami włączenia do badania były: świadoma pisemna zgoda na udział w projekcie badawczym, deklarowany dobry stan zdrowia oraz niestosowanie suplementacji, w szczególności wapnia.

Kryteriami wyłączenia z badania były: niespełnienie kryteriów włączenia, ciąża u kobiet,

wszczepiony stymulator serca, a także badania obrazowe z użyciem środka kontrastującego lub radiofarmaceutyku wykonane dwa tygodnie przed badaniem DXA.

Obydwa rodzaje badań wykonano u każdego ochotnika tego samego dnia i badania te następowały zaraz po sobie. Do pomiarów badani przystępowali w białym bez elementów metalowych. Mając na uwadze, że nawodnienie organizmu może mieć wpływ na jakość wyników, badanym zalecano unikanie forsownego wysiłku (na 12 godz. przed badaniem) oraz wypicie nie więcej niż 0,5 litra płynów na godzinę przed badaniami.

Wszystkie pomiary przeprowadzone zostały zgodnie z ustalonym schematem. Na początku wykonano pomiary antropometryczne (wzrostu i masy ciała) przy użyciu wagi lekarskiej typu Charder MS 4900 (każdorazowo wytarowanej) ze wzrostomierzem. W dalszej kolejności wykonywano badanie BIA przy użyciu analizatora składu ciała Tanita MC-180 zgodnie z zaleceniami producenta. Badanie densytometryczne wykonywano z użyciem aparatu Lunar iDXA (GE Healthcare), zgodnie ze standardowym protokołem pozycjonowania i skanowania.

Do analizy statystycznej został wykorzystany program Statistica 13.3. Wykorzystano statystyki opisowe (średnią arytmetyczną, medianę i odchylenie standardowe) oraz testy: test normalności  $\chi^2$ , test t-studenta i test kolejności par Wilcoxon.

## Wyniki

Szczegółową charakterystykę grupy badanej przedstawiono w tabeli 1.

Średni wiek osób grupy badanej wynosił 24,8 lat, kobiet 25,4 lat, natomiast mężczyzn 23,4 lat.

Średnia wartość wzrostu badanych wynosiła 170 cm, kobiet 165,1 cm, mężczyzn 180,5 cm.

Średnia wartość masy ciała badanych wynosiła 69,7 kg, u kobiet 63,2 kg, u mężczyzn 83,4 kg.

Średnia wartość indeksu masy ciała BMI badanych wynosiła 23,9, kobiet 23,04 – wartości te według norm opracowanych przez WHO zaliczane są jako prawidłowe, natomiast u mężczyzn średnia wartość BMI wynosiła 25,6, co według WHO wskazuje na nadwagę.

Porównano wyniki pomiarów masy: tkanki tłuszczowej FM i beztłuszczowej FFM oraz zawartości mineralnej tkanki kostnej BMC i procentowej zawartości tłuszczu w tkance miękkiej %BF uzyskanych za pomocą obu technik dla całej grupy badanych (kobiet i mężczyzn) (tabela 2) oraz osobno dla grupy kobiet (tabela 3) i mężczyzn (tabela 4).

**Tabela 1** Charakterystyka wszystkich osób (n = 50), w tym kobiet (n = 34) i mężczyzn (n = 16)

	kobiety			mężczyźni			ogółem		
	$\bar{x}$	Me	SD	$\bar{x}$	Me	SD	$\bar{x}$	Me	SD
<b>Wiek [lata]</b>	25,4	21,5	10,07	23,4	21,0	8,78	24,8	21,0	9,63
<b>Wzrost [cm]</b>	165,13	165,0	5,24	180,5	180,5	6,65	170,05	168,5	9,19
<b>Masa ciała [kg]</b>	63,2	64,5	9,43	83,44	84,0	10,73	69,69	67,75	13,63
<b>BMI [kg/m<sup>2</sup>]</b>	23,04	23,2	3,34	25,61	25,25	2,98	23,86	23,7	3,41

Źródło: Opracowanie własne.



**Tabela 2** Wyniki pomiarów wybranych parametrów ciała całej grupy (n = 50) metodą BIA i metodą DXA – podstawowe miary statystyczne, różnica średnich (BIA – DXA) oraz współczynnik p

	BIA			DXA			Różnica średniej (BIA – DXA)	p
	$\bar{x}$	Me	SD	$\bar{x}$	Me	SD		
Zawartość mineralna tkanki kostnej BMC [kg]	2,65	2,45	0,53	2,65	2,51	0,50	0	0,619
% tłuszczu w tkance miękkiej BF% [%]	24,02	23,80	3,26	30,63	31,55	6,57	- 6,61	< 0,000
Masa tkanki tłuszczowej FM [kg]	24,26	24,70	6,63	21,34	22,23	6,10	2,92	< 0,000
Masa tkanki beztłuszczowej FFM [kg]	52,73	48,52	11,04	48,30	44,58	10,83	4,43	< 0,000

Źródło: Opracowanie własne.

**Tabela 3** Wyniki pomiarów parametrów ciała kobiet (n = 35) metodą BIA i metodą DXA – podstawowe miary statystyczne, różnica średnich (BIA – DXA) oraz współczynnik p

	BIA			DXA			Różnica średniej (BIA – DXA)	p
	$\bar{x}$	Me	SD	$\bar{x}$	Me	SD		
Zawartość mineralna tkanki kostnej BMC [kg]	2,37	2,35	0,33	2,40	2,36	0,29	- 0,03	0,229
% tłuszczu w tkance miękkiej BF% [%]	23,11	23,50	3,12	33,34	33,70	5,04	- 10,23	< 0,000
Masa tkanki tłuszczowej FM [kg]	26,07	27,20	6,28	21,73	22,15	6,01	4,34	< 0,000
Masa tkanki beztłuszczowej FFM [kg]	46,95	46,10	6,86	42,30	41,69	6,04	5,26	0,000

Źródło: Opracowanie własne.

**Tabela 4** Wyniki pomiarów parametrów ciała mężczyzn (n = 15) metodą BIA i metodą DXA – podstawowe miary statystyczne, różnica średnich (BIA – DXA) oraz współczynnik p

	BIA			DXA			Różnica średniej (BIA – DXA)	p
	$\bar{x}$	Me	SD	$\bar{x}$	Me	SD		
Zawartość mineralna tkanki kostnej BMC [kg]	3,27	3,40	0,33	3,22	3,24	0,42	0,03	0,427
% tłuszczu w tkance miękkiej BF% [%]	25,77	26,20	2,88	25,28	26,00	6,10	0,49	0,686
Masa tkanki tłuszczowej FM [kg]	19,49	20,40	4,70	20,98	21,73	6,67	-1,49	0,122
Masa tkanki beztłuszczowej FFM [kg]	65,91	68,00	6,95	61,21	62,50	6,98	4,7	0,001

Źródło: Opracowanie własne.

Analizując wartości ocenianych parametrów uzyskanych oboma technikami, stwierdzono, że metodą DXA wyższe wartości uzyskano w przypadku pomiaru procentowej zawartości tłuszczu w tkance miękkiej %BF, a niższe w pomiarze masy tkanki tłuszczowej FM i masy tkanki beztłuszczowej FFM. Różnice były istotne statystycznie. Tylko wartość zawartości mineralnej tkanki kostnej BMC była taka sama w obu technikach.

W grupie kobiet badanych metodą DXA wyższe wartości uzyskano w przypadku pomiarów: zawartości mineralnej w tkance kostnej BMC i procentowej zawartości tłuszczu w tkance miękkiej %BF, a niższe w pomiarze masy tkanki tłuszczowej FM i masy tkanki beztłuszczowej FFM. Wszystkie różnice były istotne statystycznie z wyjątkiem różnicy zawartości mineralnej tkanki kostnej.

W grupie mężczyzn stwierdzono, że metodą DXA wyższe wartości uzyskano w przypadku pomiaru masy tkanki tłuszczowej FM, a niższe w pomiarach: masy tkanki beztłuszczowej FFM, zawartości mineralnej tkanki kostnej BMC i procentowej zawartości tłuszczu w tkance miękkiej %BF. Istotność statystyczną zanotowano jedynie dla różnicy masy tkanki beztłuszczowej FFM.

Dodatkowo wykonano porównanie ocenianych parametrów, dzieląc badanych ze względu na współczynnik BMI. W badanej grupie zaobserwowano jedną osobę z niedowagą (BMI < 18,5), wynik ten pominięto w analizie, natomiast dwie osoby

z I stopniem otyłości (BMI > 30,0) zostały włączone do grupy osób z nadwagą. Dokonano więc podziału badanych na dwie grupy: osoby o prawidłowej wartości BMI (19,9 < BMI < 24,9) (n = 32) i osoby z nadwagą (25,0 < BMI < 29,9) (n = 17).

Wyniki ocenianych parametrów dla grup w zależności od wskaźnika BMI przedstawiono w tabeli 5 i 6.

Analizując wartości ocenianych parametrów uzyskanych oboma technikami w grupie osób o prawidłowej wartości wskaźnika BMI, stwierdzono, że metodą DXA wyższe wartości uzyskano w przypadku pomiarów zawartości mineralnej tkanki kostnej BMC i procentowej zawartości tłuszczu w tkance miękkiej %BF, a niższe w pomiarach: masy tkanki beztłuszczowej FFM i masy tkanki tłuszczowej FM. Istotność statystyczną zanotowano dla wszystkich różnic, z wyjątkiem różnicy zawartości mineralnej w tkance kostnej BMC.

W grupie osób z nadwagą stwierdzono, że metodą DXA wyższe wartości uzyskano w przypadku pomiaru procentowej zawartości tłuszczu w tkance miękkiej %BF, a niższe w pomiarach: zawartości mineralnej tkanki kostnej BMC, masy tkanki beztłuszczowej FFM i masy tkanki tłuszczowej FM. Istotność statystyczną zanotowano dla różnic: procentowej zawartości tłuszczu w tkance miękkiej %BF i masy tkanki beztłuszczowej FFM.

**Tabela 5** Wyniki pomiarów parametrów ciała osób o prawidłowej wartości BMI ( $n = 32$ ) metodą BIA i metodą DXA – podstawowe miary statystyczne, różnica średnich (BIA – DXA) oraz współczynnik  $p$ 

	BIA			DXA			Różnica średniej (BIA – DXA)	P
	$\bar{x}$	Me	SD	$\bar{x}$	Me	SD		
Zawartość mineralna tkanki kostnej BMC [kg]	2,52	2,35	0,46	2,56	2,39	0,49	- 0,04	0,224
% tłuszczu w tkance miękkiej BF% [%]	22,33	22,90	1,94	29,51	30,55	6,76	- 7,18	< 0,000
Masa tkanki tłuszczowej FM [kg]	22,50	21,50	6,17	18,87	19,21	4,52	3,63	< 0,000
Masa tkanki beztłuszczowej FFM [kg]	50,03	47,03	9,61	45,62	42,64	9,87	4,41	< 0,000

Źródło: Opracowanie własne.

**Tabela 6** Wyniki pomiarów parametrów ciała osób z nadwagą ( $n = 17$ ) metodą BIA i metodą DXA – podstawowe miary statystyczne, różnica średnich (BIA – DXA) oraz współczynnik  $p$ 

	BIA			DXA			Różnica średniej (BIA – DXA)	P
	$\bar{x}$	Me	SD	$\bar{x}$	Me	SD		
Zawartość mineralna tkanki kostnej BMC [kg]	2,92	2,60	0,56	2,87	2,75	0,45	0,05	0,492
% tłuszczu w tkance miękkiej BF% [%]	27,64	27,00	1,71	33,26	33,70	5,88	- 5,62	0,001
Masa tkanki tłuszczowej FM [kg]	28,21	27,40	5,76	26,65	26,06	5,49	1,56	0,268
Masa tkanki beztłuszczowej FFM [kg]	58,59	51,65	11,83	54,10	50,43	10,50	4,49	< 0,000

Źródło: Opracowanie własne.

## Dyskusja

Analiza składu ciała, czyli określenie proporcji pomiędzy ilością i rozkładem tkanki tłuszczowej oraz beztłuszczowej, ma duże znaczenie w diagnozowaniu wielu poważnych chorób. Zwiększenie masy ciała i nadwaga prowadzą do otyłości, nadciśnienia tętniczego, cukrzycy, a nawet chorób nowotworowych. Spadek masy mięśniowej powoduje wiele zaburzeń metabolicznych, upośledzeń funkcjonalnych, które mogą doprowadzić do niepełnosprawności [7, 8].

Dlatego tak ważne jest dobranie odpowiednich metod diagnostycznych umożliwiających pomiar składu ciała.

W przedstawionej pracy porównano wyniki składu masy ciała (zawartości mineralnej tkanki kostnej BMC, tkanki tłuszczowej FM i beztłuszczowej FFM oraz procentowej zawartości tłuszczu w tkance miękkiej %BF) uzyskane metodą impedancji bioelektrycznej (BIA) z pomiarami dwuenergetycznej absorpcjometrii rentgenowskiej (DXA).

Identyczną wartość zawartości mineralnej tkanki kostnej BMC w obu technikach uzyskano tylko dla całej grupy badanej. Oceniając ten parametr w grupie kobiet i mężczyzn, a także w grupie o prawidłowej wartości BMI i u osób z nadwagą, wykazano nieistotne statystycznie różnice wartości BMC w pomiarach obiema technikami.

Badania wykazały istotnie statystycznie wyższą procentową zawartość tłuszczu w tkance miękkiej %BF w DXA, natomiast w BIA wyższe wartości uzyskano dla pomiarów masy tkanki tłuszczowej FM i beztłuszczowej FFM. Takie rezultaty uzyskano zarówno w grupie kobiet, jak i w całej grupie badanych, a także w grupie osób o prawidłowej wartości BMI.

Nieco inne wyniki otrzymano w grupie mężczyzn – w BIA wyższe wartości uzyskano dla procentowej zawartości tłuszczu w tkance miękkiej %BF i wartości masy tkanki beztłuszczowej

FFM, ale istotność statystyczną odnotowano jedynie dla FFM. Natomiast w DXA uzyskano wyższą wartość masy tkanki tłuszczowej FM, ale różnica ta była nieistotna statystycznie.

W grupie osób z nadwagą ( $25,0 < \text{BMI} < 29,9$ ) nie stwierdzono istotności statystycznej dla różnicy masy tkanki tłuszczowej FFM w porównaniu z wynikami uzyskanymi w grupie osób z prawidłową wartością BMI.

Porównawcze analizy składu masy ciała wykonywane różnymi technikami są publikowane w dostępnej literaturze, ale wyniki różnią się od rezultatów zamieszczonych w pracy własnej.

Andreoli i wsp. (2002) przeprowadzili badania w grupie kobiet ( $n = 18$  w wieku  $32,0 \pm 10,7$  lat), w których także odnotowali różnice między pomiarami wykonanymi techniką BIA i DXA u dorosłych kobiet. Metodą BIA uzyskano niższe wartości masy tkanki tłuszczowej FM i beztłuszczowej FFM średnio o 5,2% w stosunku do DXA [9]. Leahy i wsp. (2012) przeprowadzili badania w większej grupie osób ( $n = 403$ ) kobiet ( $n = 167$ ) i mężczyzn ( $n = 236$ ) w wieku 18-29 lat. Autorzy uzyskali w metodzie BIA niższe wartości masy tkanki tłuszczowej FM, a wyższe masy tkanki beztłuszczowej FFM zarówno w grupie kobiet, jak i mężczyzn w porównaniu z metodą DXA [10]. Podobną pracę przedstawili Duz i wsp. (2009), którzy przebadali grupę mężczyzn ( $n = 104$ ) (wiek  $22,2 \pm 2,5$  lat) i grupę kobiet ( $n = 104$ ) (wiek  $21,9 \pm 1,9$  lat). Wykazali oni, że wartość masy tkanki tłuszczowej FM w badaniu DXA jest wyższa niż w metodzie BIA zarówno w grupie mężczyzn (DXA  $18,5 \pm 6,2\%$  vs BIA  $13,7 \pm 4,9\%$ ), jak i w grupie kobiet (DXA  $28,4 \pm 1,3\%$  vs BIA  $19,2 \pm 1,0\%$ ) i różnice te były istotne statystycznie [11]. Także Day i wsp. (2018) uzyskali podobne wyniki, badając grupę ( $n = 30$ ) uczestników w wieku 18-65 lat. W metodzie BIA uzyskano niższe wartości masy tkanki tłuszczowej FM o 0,32 kg, a wyższe masy tkanki beztłuszczowej FFM o 0,43 kg, ale istotność statystyczną odnotowano tylko dla różnicy masy tkanki tłuszczowej FM ocenionej za pomocą obu technik [12].



Również Wingo i wsp. (2018) na podstawie pomiarów zdrowych osób dorosłych ( $n = 30$ ) wykazali niższe wartości masy tkanki tłuszczowej FM u 90% uczestników i wyższe wartości masy tkanki beztłuszczowej FFM u 93% badanych, uzyskane metodą BIA w porównaniu z DXA. Warto zaznaczyć, że pomiary wykonano we wszystkich segmentach ciała, gdzie odnotowano istotne statystycznie różnice pomiędzy obiema technikami [13].

Achamrad i wsp. (2018) przeprowadzili retrospektywną analizę dużej grupy osób ( $n = 3655$ ). Badanych podzielono na 7 grup w zależności od wartości BMI. W badaniu wykazano, że u osób ze znaczną niedowagą ( $BMI < 16$ ) w BIA uzyskano niższe wartości masy tkanki beztłuszczowej FFM o 2,25 kg, a wyższe wartości masy tkanki tłuszczowej FM o 2,57 kg w porównaniu z DXA. U badanych z niedowagą ( $16 > BMI < 18,5$ ) wartości FM i FFM mierzone metodą DXA i BIA były bardzo zbliżone, a różnica pomiędzy wynikami ocenianych parametrów była  $< 1$  kg. Dla osób z prawidłową wartością ( $18,5 > BMI < 25$ ) oraz z otyłością II stopnia ( $35,5 > BMI < 40$ ) w BIA uzyskano wyższe wartości masy tkanki beztłuszczowej FFM od 3,38 do 8,28 kg, a niższe wartości masy tkanki tłuszczowej FM od 2,51 do 5,67 kg w porównaniu z DXA. Natomiast w przypadku osób ze znaczną otyłością ( $BMI \geq 40$ ) wykazano w BIA wyższe wartości masy tkanki beztłuszczowej FFM o 5,87 kg i nieznaczne dla masy tkanki tłuszczowej FM ( $< 1$  kg) w porównaniu z DXA. Autorzy nie podali istotności statystycznych [14].

Analizę porównawczą DXA i BIA przeprowadzili także Ballesteros-Pomar i wsp. (2022) w grupie pacjentów ( $n = 115$ ; średni wiek 43,5 lat) z otyłością (średnia wartość BMI 46,1), w której kobiety stanowiły 72,4% badanych. Wyższe istotne statystycznie wartości tkanki tłuszczowej FM wykazano w metodzie DXA (DXA – 61,4 kg vs BIA – 57,9). A mimo to autorzy wysunęli wniosek, że obie metody są wystarczająco wiarygodne do oszacowania wartości tkanki tłuszczowej u osób z wysokim BMI [15].

Podobnego zdania byli de Silva i wsp. (2021), którzy przeprowadzili badanie w grupie otyłych dzieci ( $n = 97$ , w wieku 5-15 lat) – chłopców ( $n = 57$ ) i dziewcząt ( $n = 40$ ). Ich wyniki wskazują, że w metodzie BIA uzyskano istotnie statystycznie wyższe wartości procentowej zawartości i masy tkanki tłuszczowej (%BF i FM) w stosunku do DXA oraz niższe wartości masy tkanki beztłuszczowej FFM – u chłopców (odpowiednio 5,46% i 3,56 kg oraz 4,49 kg), u dziewcząt (3,5% i 2,44 kg oraz 3,72 kg). Mimo tych różnic autorzy stwierdzili, że BIA może być alternatywą dla DXA do pomiaru składu ciała u dzieci otyłych w wieku 5-15 lat [16].

Odmienne zdanie wyrazili Abbaspour i wsp. (2021), badając grupę kobiet z zaburzeniami odżywiania ( $n = 31$ ) (w wieku 15-38 lat), którzy stwierdzili, że pomimo istotnej statystycznie niewielkiej różnicy wartości tkanki tłuszczowej FM i procentowej zawartości tłuszczu %BF pomiędzy DXA i BIA (FM: +1,01 kg, %BF: +2,26%), DXA powinna pozostać złotym standardem pomiaru składu ciała [17].

Niezgodność pomiędzy pomiarami DXA i BMI wykazali także Lee i wsp. (2020). W badaniu grupy kobiet z rakiem piersi ( $n = 89$ ) wykazano istotnie statystyczną większą procentową zawartość

tkanki tłuszczowej %BF (DXA:  $44,2 \pm 6,2\%$  vs BIA:  $40,4 \pm 7,8\%$ ) oraz mniejszą wartość masy tkanki beztłuszczowej (DXA:  $39,1 \pm 7,6$  kg vs BIA:  $42,9 \pm 5,9$  kg) [18].

Interesujące wyniki swoich badań opublikowali Rockmann i wsp. (2017), którzy wykonali pomiary składu masy ciała przy pomocy czterech różnych urządzeń BIA i uzyskane wyniki porównali z wynikami uzyskanymi za pomocą DXA. Badaniami objęto grupę mężczyzn ( $n = 29$ ) (w wieku  $19,7 \pm 1,2$  lat) i kobiet ( $n = 31$ ) (w wieku  $20,5 \pm 0,8$  lat). Analiza wykazała, że procentowa zawartość tkanki tłuszczowej %BF zmierzona przy użyciu dwóch mniej zaawansowanych technicznie urządzeń BIA nie różniła się znacząco od pomiarów uzyskanych w DXA. Dodatkowo stwierdzono, że za pomocą dwóch bardziej zaawansowanych urządzeń BIA otrzymano istotnie niższe wartości procentowej zawartości tłuszczu %BF zarówno u mężczyzn ( $14,7 \pm 5,8\%$  i  $17,0 \pm 5,6\%$ ), jak i u kobiet ( $23,3 \pm 4,2\%$  i  $23,3 \pm 3,6\%$ ) w porównaniu z DXA ( $20,6 \pm 6,1$ ,  $30,3 \pm 5,4$ ) [19].

Badania porównawcze składu masy ciała uzyskanych techniką DXA i BIA przeprowadzano również wśród grupy Azjatów. Kim i wsp. (2015) badaniem objęli grupę starszych Japończyków ( $n = 551$ , kobiet ( $n = 310$ ) i mężczyzn ( $n = 241$ ) w wieku od 65 do 87 lat, a Chen i wsp. (2016) przebadali grupę ochotników ( $n = 711$ , średnia wieku  $35,0 \pm 16,6$  lat) – kobiet ( $n = 299$ , w wieku  $37,5 \pm 16,0$  lat) i mężczyzn ( $n = 412$  w wieku  $33,2 \pm 16,9$  lat). W badaniach tych wykazano istotnie statystycznie wyższą

reklama

## TESTY SPECJALISTYCZNE APARATURY RENTGENOWSKIEJ



copyright © LADIS

**LABORATORIUM DOZYMETRII  
INDYWIDUALNEJ I ŚRODOWISKOWEJ**

ul. Radzikowskiego 152      tel.: 12 662 80 81  
31-342 Kraków              fax: 12 662 81 58  
e-mail: rtg@ifj.edu.pl





procentową zawartość tłuszczu %BF uzyskaną w DXA w porównaniu z BIA, co jest zgodne z wynikami badań własnych. Ponadto autorzy stwierdzili, że różnice między BIA i DXA w azjatyckich grupach etnicznych wydają się być większe niż u Europejczyków [20].

## Wnioski

Przedstawione wartości pomiarów składu masy ciała (masy tkanki tłuszczowej FM i beztłuszczowej FFM oraz procentowej zawartości tłuszczu w tkance miękkiej %BF) zmierzone obiema technikami różnią się istotnie statystycznie, dlatego w ocenie składu masy ciała metod tych nie powinno stosować się wymiennie.

## Piśmiennictwo

1. A.D. Stewart: *Kinanthropometry and body composition: a natural home for three-dimensional photonic scanning*, J Sports Sci, 28(5), 2010, 455-457.
2. H.C. Lukaski, W.W. Bolonchuk, C.B. Hall, W.A. Siders: *Validation of tetrapolar bioelectrical impedance method to assess human body composition*, J. Appl. Physiol, 60, 1986, 1327-1332.
3. H.C. Lukaski: *Methods for the assessment of human body composition: traditional and new*, Am J Clin Nutr, 46, 1987, 537-556.
4. M. Bolanowski, B.E. Nilsson: *Assessment of human body composition using dual-energy X-ray absorptiometry and bioelectrical impedance analysis*, Med. Sci. Monit, 7, 2001, 1029-1033.
5. K. Cyganek, B. Katra, J. Sieradzki: *Porównanie pomiarów tkanki tłuszczowej u otyłych pacjentów z zastosowaniem metody bioimpedancji elektrycznej i densytometrycznej*, Diabetologia Praktyczna, 8(12), 2007, 473-478.
6. C.E. Guss, A. McAllister, C.M. Gordon: *DXA in Children and Adolescents* [published online ahead of print, 2020 Jan 25], J Clin Densitom, S1094-6950(19), 2020, 30233.
7. K. Lee, L. Kruper, C.M. Dieli-Conwright, J.E. Mortimer: *The Impact of Obesity on Breast Cancer Diagnosis and Treatment*, Curr Oncol Rep, 21(5), 2019, 41. Published 2019 Mar 27.
8. P.M. Cawthon: *Assessment of Lean Mass and Physical Performance in Sarcopenia*, J Clin Densitom, 18(4), 2015, 467-471.
9. A. Andreoli, G. Melchiorri, A. De Lorenzo, I. Caruso, et al.: *Bioelectrical impedance measures in different position and vs dual-energy X-ray absorptiometry (DXA)*, J Sports Med Phys Fitness, 42(2), 2002, 186-189.
10. S. Leahy, C. O'Neill, R. Sohun, P. Jakeman: *A comparison of dual energy X-ray absorptiometry and bioelectrical impedance analysis to measure total and segmental body composition in healthy young adults*, Eur J Appl Physiol, 112(2), 2012, 589-595.
11. S. Duz, M. Kocak, F. Korkusuz: *Evaluation of body composition using three different methods compared to dual-energy x-ray absorptiometry*, Eur J Sport Sci, 9, 2009, 181-190.
12. K. Day, A. Kwok, A. Evans, et al.: *Comparison of a Bioelectrical Impedance Device against the Reference Method Dual Energy X-Ray Absorptiometry and Anthropometry for the Evaluation of Body Composition in Adults*, Nutrients, 10(10), 2018, 1469.
13. B.C. Wingo, V.G. Barry, A.C. Ellis, B.A. Gower: *Comparison of segmental body composition estimated by bioelectrical impedance analysis and dual-energy X-ray absorptiometry*, Clin Nutr ESPEN, 28, 2018, 141-147.
14. N. Achamrah, G. Colange, J. Delay, et al.: *Comparison of body composition assessment by DXA and BIA according to the body mass index: A retrospective study on 3655 measures*, PLoS One, 13(7), 2018, e0200465. Published 2018 Jul 12.
15. M.D. Ballesteros-Pomar, E. González-Arnáiz, B. Pintor-de-la Maza, et al.: *Bioelectrical impedance analysis as an alternative to dual-energy x-ray absorptiometry in the assessment of fat mass and appendicular lean mass in patients with obesity*, Nutrition, 93, 20221, 11442.
16. M.H.A.D. de Silva, R.P. Hewawasam, S. Lekamwasam: *Concordance between Body Composition Indices Measured with Dual-Energy X-Ray Absorptiometry and Bioelectrical Impedance Analysis in Obese Children in Sri Lanka*, Int J Pediatr, 2021, 6638057. Published 2021 Feb 12.
17. A. Abbaspour, K.K. Reed, C. Hübel, E.C. Bulik-Sullivan EC, et al.: *Comparison of Dual-Energy X-ray Absorptiometry and Bioelectrical Impedance Analysis in the Assessment of Body Composition in Women with Anorexia Nervosa upon Admission and Discharge from an Inpatient Specialist Unit*, Int J Environ Res Public Health, 18(21), 2021, 11388.
18. K. Lee, N. Sami, F.C. Sweeney, C.M. Dieli-Conwright: *Body Composition with Dual-Energy X-Ray Absorptiometry and Bioelectrical Impedance Analysis in Breast Cancer Survivors*, Nutr Clin Pract, 34(3), 2019, 421-427.
19. R.A. Rockamann, E.K. Dalton, J.L. Arabas, L. Jorn, et al.: *Validity of Arm-to-Arm BIA Devices Compared to DXA for Estimating % Fat in College Men and Women*, Int J Exerc Sci, 10(7), 2017, 977-988.
20. M. Kim, S. Shinkai, H. Murayama, S. Mori: *Comparison of segmental multifrequency bioelectrical impedance analysis with dual-energy X-ray absorptiometry for the assessment of body composition in a community-dwelling older population*, Geriatr Gerontol Int, 15(8), 2015, 1013-1022.
21. K.T. Chen, Y.Y. Chen, C. Wang, C.L. Chuang: *Comparison of Standing Posture Bioelectrical Impedance Analysis with DXA for Body Composition in a Large, Healthy Chinese Population*, PLoS one, 2016, 11(7), 0160105.