

## Wykorzystanie metody bioimpedancji elektrycznej w ocenie składu ciała osób starszych

### *Use of electrical bioimpedance method in assessment of body composition of elderly patients*

Joanna Smarkusz, Joanna Zapolska, Lucyna Ostrowska

Zakład Dietetyki i Żywienia Klinicznego, Uniwersytet Medyczny w Białymstoku

#### Streszczenie

Analiza składu ciała metodą bioimpedancji elektrycznej (BIA) coraz częściej wykorzystywana jest w praktyce lekarzy, dietetyków lub trenerów personalnych. Łatwość oraz bezpieczeństwo tego badania pozwala na jego wielokrotne wykonywanie. Ilość informacji zgromadzonych na podstawie jednej analizy, umożliwia uzyskanie pełnego poglądu na skład ciała badanego, oceniając między innymi masę mięśni szkieletowych, tkanki tłuszczowej, zawartość wody w organizmie czy też segmentalne rozmieszczenie tkanki tłuszczowej i mięśniowej. Wraz z wiekiem skład ciała może ulegać zmianie. Szczególne znaczenie ma stopniowy ubytek masy mięśniowej oraz wzrost masy tkanki tłuszczowej obserwowany u osób starszych. Prawidłowo zaplanowany trening zdrowotny, w którym występować będą zajęcia o charakterze oporowym, może korzystnie wpływać na masę mięśni szkieletowych oraz strukturę tkanki kostnej. Jest to również jeden z elementów rehabilitacji pacjentów, wykorzystywany w celu poprawy lub utrzymania sprawności fizycznej osób starszych. Niewątpliwie, badanie oceniające skład ciała, może być wykorzystywane w wielu dziedzinach medycyny jako narzędzie pozwalające na podstawową ocenę składu ciała pacjentów. *Geriatrics 2018; 12: 251-255.*

*Słowa kluczowe: bioimpedancja elektryczna, skład ciała, sarkopenia, trening oporowy, otyłość*

#### Abstract

Body composition analysis using the electrical bioimpedance method (BIA) is increasingly used in the practice of physicians, dieticians or personal trainers. The amount of information obtained in one analysis allows to get a full view of the body composition of the patient, assessing, among others, skeletal muscle mass, adipose tissue or water content in the body. The composition of the body may change with age. The gradual loss of muscle mass and the increase in adipose tissue mass observed in the elderly are great importance. Properly planned health training, in which resistance training will occur, may have a positive effect on skeletal muscle mass and bone structure. It is also one of the elements of patient rehabilitation, used to improve or maintain the physical fitness of older people. Undoubtedly, the body composition examination may be used in many fields of medicine as a research tool allowing the basic assessment of the body composition of patients. *Geriatrics 2018; 12: 251-255.*

*Keywords: electrical bioimpedance, body composition, sarcopenia, resistance training, obesity*

#### Analiza składu ciała metodą bioimpedancji elektrycznej

Badanie analizy składu ciała opiera się na pomiarze impedancji (BIA – *bioelectrical impedance analysis*): oporu elektrycznego związanego z rezystancją (oporem elektrycznym biernym ciała) oraz reaktancją (oporem elektrycznym czynnym ciała) tkanek miękkich, przez

które przepuszczany jest prąd o niskim natężeniu [1,2]. Tkanka tłuszczowa oraz woda zewnątrzkomórkowa nie wykazują reaktancji. Reaktancja powstaje na błonie komórkowej tkanki o wysokiej zawartości wody, która działa podobnie do kondensatora [3,4].

Badanie analizy składu ciała metodą BIA, pozwala na uzyskanie wielu cennych informacji wykorzystywa-

nych w praktyce dietetyka, lekarza bądź fizjoterapeuty. Parametrami, które oznaczane są w trakcie badania są między innymi: całkowita masa ciała pacjenta, masa mięśni szkieletowych, tkanki tłuszczowej, całkowita zawartość wody w organizmie oraz stosunek zawartości wody wewnątrzkomórkowej oraz zewnątrzkomórkowej. Analiza składu ciała pozwala w łatwy sposób ocenić procentową zawartość tkanki tłuszczowej, oraz segmentalne rozmieszczenie tkanki tłuszczowej oraz mięśniowej. Analiza pozwala ocenić również zawartość tkanki tłuszczowej trzewnej, oraz historię zmian składu ciała u pacjenta, podczas kolejnej wizyty kontrolnej [5].

### Zmiany składu ciała związane z wiekiem

Wraz z wiekiem, skład ciała może się zmieniać. Obniża się zawartość beztłuszczowej masy ciała [5], ogólna ilość wody w organizmie, szczególnie zewnątrzkomórkowej [6,7] oraz masa kostna [7]. Z wiekiem mięśnie szkieletowe stają się mniej wytrzymałe oraz wydajne. Przyczynić się mogą do tego nieprawidłowa, uboga w niezbędne składniki odżywcze dieta, styl życia, brak aktywności fizycznej, choroby lub przewlekle przyjmowanie niektórych leków [8].

### Masa mięśni szkieletowych

U mężczyzn w procesie starzenia, masa mięśni szkieletowych ulega redukcji szybciej niż u kobiet, natomiast tempo spadku siły mięśniowej jest porównywalne u obu płci. Często u pacjentów w wieku podeszłym diagnozowana jest sarkopenia [8]. Sarkopenia, jest stanem w którym dochodzi do zmniejszenia masy mięśni szkieletowych z współwystępującym osłabieniem mięśniowym bądź obniżoną sprawnością fizyczną [8]. Jak wskazują dane literaturowe, wg definicji zgodnej z EWGSOP (*The European Working Group on Sarcopenia in Older People*), częstość występowania sarkopenii w środowisku domowym wynosi od 1-29%, przy uwzględnieniu zmian wynikających z wieku badanych populacji, jak i krajów, w których przeprowadzano tę ocenę [9,10]. Wyższą częstotliwość występowania sarkopenii obserwuje się wraz z wiekiem pacjentów oraz złożonością stanów chorobowych im towarzyszących. Sarkopenia, dotyczyć może ponad 50 milionów osób na całym świecie. Analiza składu ciała może być szeroko wykorzystywana w badaniach epidemiologicznych w celu oceny stanu odżywienia osób starszych, jak również ryzyka obniżenia wyjściowej masy mięśniowej [11]. Badanie to pozwala również na

zdiagnozowanie u części pacjentów otyłości sarkopenicznej – gdy zanikowi tkanki beztłuszczowej ciała towarzyszy nadmierny przyrost tkanki tłuszczowej w tym trzewnej. Parametrami, które najczęściej są oceniane w kontekście sarkopenii w badaniu metodą BIA są masa mięśni szkieletowych oraz segmentalne rozmieszczenie mięśni szkieletowych [12,13].

Dodatkowo, po urazach, efekt fizjoterapii może być oceniany pośrednio poprzez badanie analizy składu ciała oceniające zawartość masy mięśniowej – szczególnie istotny wydaje się być parametr oceniający rozkład segmentalnej masy beztłuszczowej. Badanie to może być również wykorzystywane w celu oceny efektów treningu zdrowotnego, który może wpływać na masę mięśni szkieletowych oraz masę kośćca.

### Masa tkanki kostnej

Wraz z wiekiem masa tkanki kostnej obniża się [7]. U pacjentów w wieku podeszłym, na zmniejszenie masy kostnej wpływać może obniżenie wydzielania hormonu wzrostu (GH- somatotropina) czyli somatopauza, hormonów płciowych czy też brak aktywności fizycznej. Hormon wzrostu działa silnie lipolitycznie. Niedobór GH, może powodować zmiany składu ciała polegające na zmniejszeniu zawartości tkanki beztłuszczowej oraz objętości wody pozakomórkowej (ECW- *extra cellular water*) z jednoczesnym zwiększeniem ilości tkanki tłuszczowej zwłaszcza trzewnej [14,15]. W celu oceny masy tkanki kostnej złotym standardem pozostaje badanie metodą absorpcjometrii rentgenowskiej (DEXA – *dual-energy X-ray absorptiometry*). Analiza składu ciała metodą BIA, może być wykorzystywana jako badanie wstępnie oceniające zawartość minerałów w organizmie, którego nieprawidłowy wynik może sugerować dalszą diagnostykę w kierunku osteoporozy [16].

### Masa tkanki tłuszczowej

Z wiekiem zawartość tkanki tłuszczowej w organizmie może wzrastać. Analiza składu ciała w szczególności oceniająca zawartość tkanki tłuszczowej trzewnej oraz segmentalne rozmieszczenie tkanki tłuszczowej, może pośrednio dać pogląd na ryzyko występowania chorób układu sercowo-naczyniowego. U osób w wieku podeszłym, zwiększa się ryzyko nadmiernego gromadzenia tkanki tłuszczowej spowodowane brakiem aktywności fizycznej oraz niewłaściwym sposobem żywienia. Często, wskaźnik masy ciała BMI, wynosi u tych pacjentów >25 kg/m<sup>2</sup> wskazując na nad-

wagę lub  $>30 \text{ kg/m}^2$  wskazującą na otyłość. Jest to skutek nadmiaru kalorii przyjmowanego w codziennej racji żywieniowej oraz częsty brak aktywności fizycznej [17].

Nadmiar tkanki tłuszczowej w organizmie może powodować występowanie wielu chorób przewlekłych, znacząco obniżających jakość życia pacjentów. Jednym ze skutków nadmiernej masy ciała może być wystąpienie obturacyjnego bezdechu sennego [18,19,20,21]. Problemy ze snem oraz postępujące obciążenie układu oddechowego, powodują niechęć do podejmowania aktywności fizycznej, co skutkować może przyrostami masy ciała. Innym ze schorzeń, które może być spotęgowane nadmierną ilością tkanki tłuszczowej jest refluks żołądkowo- przełykowy [22]. Zarzucanie treści żołądkowej do przełyku może powodować rozwój owrzodzeń, stan zapalny, zaś najpoważniejszym skutkiem tej choroby są zmiany nabłonka przełyku (przełyk Barretta). Dlatego leczenie tych jednostek chorobowych jest niezwykle istotne. Motywacja pacjenta do podejmowania aktywności fizycznej dopasowanej do jego potrzeb oraz stanu zdrowia, modyfikacja nawyków żywieniowych oraz stały monitoring nie tylko masy ale również składu ciała pozwalają zmniejszyć skutki tych chorób. Analiza składu ciała wykonana przez lekarza pierwszego kontaktu, może pomóc zobrazować konieczność redukcji masy ciała, określić wielkość tej redukcji oraz nie tylko przedstawić stosunek masy tkanki mięśniowej do tłuszczowej lecz przekazać informację o zawartości tkanki tłuszczowej trzewnej, która szczególnie niekorzystnie wpływa na rozwój wyżej wymienionych chorób.

### **Leki stosowane przewlekle**

Leki, przewlekle stosowane przez wybrane grupy pacjentów, z powodu różnych jednostek chorobowych, znacząco wpłynąć mogą na skład ciała. Osoby w wieku podeszłym, u których proces starzenia organizmu przebiega w towarzystwie licznych chorób przewlekłych, mogą przyjmować kilka nawet do kilkunastu różnych preparatów dziennie [23]. Leczenie pacjentów z cukrzycą typu II metforminą, może wpływać na skład ciała, zmniejszając masę tkanki tłuszczowej oraz zwiększając masę tkanki beztłuszczowej i całkowitej zawartości wody w organizmie [24]. Leczenie insuliną stosowane w cukrzycy typu I- może wpływać na zwiększenie masy ciała, zawartość tkanki tłuszczowej oraz beztłuszczowej [25]. Szczególnie u pacjentów z cukrzycą 2 typu powinno się kontrolować masę oraz skład ciała ze względu na często współwystępującą

nadwagę lub otyłość. Ponadto należy stale monitorować zawartość tkanki tłuszczowej trzewnej, która może przyczynić się do powikłań w chorobach układu krążenia [26,27].

Jawna oraz subkliniczna nadczynność tarczycy prowadzi do osłabienia oraz zmniejszenia masy mięśniowej (może powodować wzmożony rozkład białek i uwalnianie aminokwasów do krwi) [28]. Leczenie kortykosteroidami- kortyzol w wieku podeszłym może zmniejszać syntezę białek natomiast hiperkortyzolemia jatrogena nasila sarkopenię [29].

### **Zawartość wody w organizmie**

Z wiekiem tendencja do zatrzymywania wody w organizmie może wzrastać [30,31]. Metoda bioimpedancji elektrycznej pozwala na ocenę wielkości przestrzeni wodnych, takich jak: ECW- *Extra Cellular Water*- woda zewnątrzkomórkowa oraz ICW- *Intra Cellular Water*- woda wewnątrzkomórkowa. Ostatnie badania wskazują, iż nie tylko ocena całkowitej zawartości wody w organizmie jest istotna w diagnostyce ale coraz większą uwagę zwraca się na wzajemny stosunek ECW oraz ICW, a także pojawianie się obrzęków kończyn dolnych u pacjentów dializowanych, poddawanych terapiom farmakologicznym.

### **Aktywność fizyczna osób w wieku podeszłym**

Już 3-miesięczna, stopniowa, aktywność fizyczna opierająca się na treningu zdrowotnym, wykonywana systematycznie, może powodować redukcję masy tkanki tłuszczowej oraz zwiększenie siły oraz masy mięśniowej. Brak aktywności fizycznej powoduje znacznie postępującą redukcję masy mięśniowej oraz kostnej, zwiększenie masy tkanki tłuszczowej szczególnie w obrębie mięśni i wątroby, a to z kolei powoduje wzrost produkcji adipocytokin: rezystyny, leptyny, IL-6, które mogą wpływać na występowanie insulinooporności [32-34]. Prawidłowo zaplanowany trening zdrowotny, dostosowany do możliwości pacjenta w wieku podeszłym, uwzględniający zarówno ćwiczenia o charakterze siłowym jak i wytrzymałościowym, może znacząco wpłynąć na skład ciała. Pozwala to na poprawę jakości życia, poruszania się i ogólnej sprawności fizycznej. Szczególne znaczenie w kontekście pracy fizjoterapeuty, trenera personalnego bądź dietetyka ma wielokrotna powtarzalność badania jakim jest analiza składu ciała, oraz możliwość systematycznego monitorowania postępów

lub korygowania postępowania w przypadku braku prawidłowych zmian.

### Korzyści oraz ograniczenia stosowania metody

Analiza składu ciała niewątpliwie może służyć jako narzędzie do pracy dietetyka, lekarza, fizjoterapeuty, trenera personalnego. Łatwość badania pozwala specjalistom z wielu dziedzin wykorzystać je w swojej praktyce. Wykonanie badania trwa około minuty, jest to szczególnie istotne gdy osoba badana z pewnych przyczyn nie może przez długi czas utrzymać ciała w pozycji pionowej. Wybrane, medyczne analizatory mają możliwość wykonania badania w pozycji leżącej lub siedzącej, wychodząc naprzeciw potrzebom pacjentów leżących, poruszających się na wózkach inwalidzkich lub z 1 kończyną. Niezwykle istotna jest również powtarzalność badania, dzięki czemu możliwe jest monitorowanie zmian a następnie programowanie terapii. Procesy zachodzące w organizmie mogą być skutkiem zmian sposobu żywienia, aktywności fizycznej czy zastosowanej farmakoterapii. Korzystne zmiany mogą być pewnego rodzaju elementem motywacyjnym, wspomagającym cały proces. Należy zaznaczyć również, że badanie jest nieinwazyjne oraz całkowicie bezbolesne, co również potwierdza łatwość jego wykorzystania.

Metoda bioimpedancji niesie za sobą pewne ograniczenia. Wybierając analizator składu ciała należy zwrócić uwagę na częstotliwość BIA, którą wykorzystuje. Niektóre z analizatorów pracują tylko na jednej częstotliwości prądu (50 kHz), z kolei inne wykorzystują wieloczęstotliwość (na przykład 1kHz, 5kHz, 50kHz, 250kHz, 500kHz, 1000kHz). Im większy jest zakres częstotliwości tym bardziej dokładny i wia-

rygodny wynik daje analizator. Warto zwrócić uwagę również na fakt, iż różne typy analizatorów (różnych marek) potrafią pokazywać różne wartości dla tego samego parametru, co zaburza wiarygodność badania (przy tych samych warunkach badania). Analizator wpływa na działanie innych urządzeń emitujących pole elektromagnetyczne i odwrotnie, stąd pacjentom ze wszczepionym defibrylatorem serca kategorię zabrania się udziału w tym badaniu [21]. Odradza się także badania osobom ze wszczepionymi metalowymi implantami. Podczas pomiaru, powinno się pamiętać o kilku aspektach, mogących znacząco wpływać na wynik badania. Ręce badanego pacjenta powinny znajdować się w niewielkiej odległości od tułowia oraz być wyprostowane. Analiza składu ciała musi być wykonywana na boso. Badanie wykonywane powinno być przed wysiłkiem fizycznym, przed prysznicem czy kąpielą a pomiar wykonywać należy w temperaturze pokojowej, aby uniknąć zmian temperatury ciała. W celu największej dokładności wyniku, pacjent powinien być na czczo, najlepiej po wypróżnieniu.

Konflikt interesów / Conflict of interest

Brak/None

Adres do korespondencji / Correspondence address

✉ Joanna Smarkusz  
Zakład Dietetyki i Żywienia Klinicznego  
Uniwersytet Medyczny w Białymstoku  
ul. Mieszka I. 4B; 15-054 Białystok  
☎ (+48 85) 732 82 44  
✉ joannasmarkusz@wp.pl

### Piśmiennictwo/References

1. Sluyter JD, Schaaf D, Scragg RKR, et al. Prediction of Fatness by Standing 8-Electrode Bioimpedance: a Multiethnic adolescent Population. *Obesity*. 2009;18:183-9.
2. Major-Gołuch A, Miazgowski T, Krzyżanowska-Świniarska B, et al. Porównanie pomiarów masy tłuszczu u młodych zdrowych kobiet z prawidłową masą ciała za pomocą impedancji bioelektrycznej i densytometrii. *Endokr Otył Zab Przem Mat*. 2010;6(4):189-95.
3. Kayoung L, Sangyeoup L, Kim Y, et al. Waist circumference, dual-energy X-ray absorptiometrically measured abdominal adiposity and computed tomographically derived intraabdominal fat area on detecting metabolic risk factors in obese women. *Nutrition*. 2008;24:625-31.
4. Rush EC, Puniani K, Valencia ME, et al. Estimation of body fatness from body mass index and bioelectrical impedance: comparison of New Zealand European, Maori and Pacific Island children. *Eur J Clin Nutr*. 2003;57:1394-401.
5. Barlett HL, Puhl SM, Hodgson JL, et al. Fat-free mass in relation to stature: ratios of fat-free mass to height in children, adults and elderly subjects. *Am J Clin Nutr*. 1991;53:1112-6.
6. Steen B, Bosaeus I, Elmstahl S, et al. Body composition in the elderly estimated with an electrical impedance method. *Compr Gerontol A*. 1987;1:102-5.

7. Elmstahl S. Energy expenditure, energy intake and body composition in geriatric long-stay patients. *Compr Gerontol. A.* 1987;1:118-25.
8. Clark BC, Manini TM. Functional consequences of sarcopenia and dynapenia in the elderly. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2010;13:271-6.
9. Cruz-Jentoft AJ, Landi F, Schneider SM, et al. Prevalence of and interventions for sarcopenia in ageing adults: a systematic review. Report of the International Sarcopenia Initiative (EWGSOP and IWGS). *Age Ageing.* 2014;43(6):748-59.
10. Cruz-Jentoft AJ, Landi F, Topinková E, et al. Understanding sarcopenia as a geriatric syndrome. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2010;13:1-7.
11. Zamboni M, Mazzali G, Fantin F, et al. Sarcopenic obesity: a new category of obesity in the elderly. *Nutr Metab Cardiovasc Dis.* 2008;18:388-395.
12. Maeda K, Akagi J. Muscle mass loss is a potential predictor of 90-day mortality in older adults with aspiration pneumonia. *J Am Geriatr Soc.* 2017;65(1):18-22.
13. Maeda K, Takaki M, Akagi J. Decreased skeletal muscle mass and risk factors of sarcopenic dysphagia: a prospective observation cohort study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2017;72(9):1290-4.
14. Bolanowski M, Milewicz A. Substytucyjne leczenie hormonem wzrostu (GH) u dorosłych: wyniki, powikłania. *Endokrynol Pol.* 1999;50 (supl. 2):55-61.
15. Salomon F, Cuneo RC, Hesp R, et al. The effect of treatment with recombinant human growth hormone on body composition and metabolism in adults with growth hormone deficiency. *N Engl J Med.* 1989;321:1797-803.
16. Kirchengast S, Peterson B, Hauser G, et al. Body composition characteristics are associated with the bone density of the proximal femur end in middle and old aged women and men. *Maturitas.* 2001;39:133-45.
17. Goluch-Koniuszy Z, Giezek M. Stan odżywienia, skład ciała a sposób żywienia otyłych kobiet w wieku 60-85 lat, słuchaczek stowarzyszenia Uniwersytetu Trzeciego Wieku w Szczecinie. *Bromat Chem Toksykol.* 2015;XLVIII:4:724-35.
18. Ringaitiene D, Gineityte D, Vicka V, et al. Malnutrition assessed by phase angle determines outcomes in low-risk cardiac surgery patients. *Clin Nutr.* 2016;35(6):1328-32.
19. Blomster H, Laitinen TP, Hartikainen J, et al. Mild obstructive sleep apnea does not modulate baroreflex sensitivity in adult patients. *Nat Sci Sleep* 2015;7:73-80.
20. Kiyama T, Mizutani T, Okuda T, et al. Postoperative Changes in Body Composition After Gastrectomy, 2004 SSAT Annual Meeting.
21. Hwang SE, Kim CY, Yang DH. Changes in Body Composition after a Radical Gastrectomy for a Gastric Adenocarcinoma using Bioelectrical Impedance Analysis during the First Year following Surgery. *J Korean Gastric Cancer Assoc.* 2007;7(4):228-36. Korean.
22. Kłósek P. Czy istnieje profilaktyka otyłości? Profil pacjenta poradni dietetycznej, jego stan zdrowia oraz nawyki żywieniowe. *Forum Zab Metab.* 2015;6(4):176-88.
23. Żołądź JA, Majerczak J, Duda K. Starzenie się a wydolność fizyczna człowieka red. nauk. Jan Górski, aut. Zdzisław Adach [et al.]. Warszawa: Wydawnictwo Lekarskie PZWL; 2011. s. 157-165.
24. Rodriguez-Moctezuma JR, Robles-Lopez G, Lopez-Carmona JM, et al. Effects of metformin on the body composition in subjects with risk factors for Type 2 diabetes. *Diabetes Obes Metab.* 2005;7:189-92.
25. Smith SR, De Jonge L, Volaufova J, et al. Effect of pioglitazone on body composition and energy expenditure: a randomized trial. *Metabolism* 2005;54:24-32.
26. Solanki JD, Makwana AH, Mehta HB, et al. Body Composition in Type 2 Diabetes: Change in Quality and not Just Quantity that Matters. *Int J Prev Med.* 2015;6:122.
27. Y Baltadjiev AG, Baltadjiev GA. Assessment of body composition of male patients with type 2 diabetes by bioelectrical impedance analysis. *Folia Med (Plovdiv).* 2011;53(3):52-7.
28. Brennan MD, Powell C, Kaufman KR, et al. The impact of overt and subclinical hyperthyroidism on skeletal muscle. *Thyroid.* 2006;16:375-80.
29. Moulias R, Meaume S, Raynaud-Simon A. Sarcopenia, hypermetabolism, and aging. *Z Gerontol Geriatr.* 1999;32:425-32.
30. Yun Liu, Rong Huang, Qunying Guo, et al. Baseline higher peritoneal transport had been associated with worse nutritional status of incident continuous ambulatory peritoneal dialysis patient in Southern China. *Br J Nutr.* 2015;114(3):398-405.
31. Jung Eun Lee, In Young Jo, Song Mi Lee, et al. Comparison of hydration and nutritional status between young and elderly hemodialysis patients through bioimpedance analysis.
32. Roubenoff R. Physical activity, inflammation, and muscle loss. *Nutr Rev.* 2007;65:208-12.
33. Budzińska K. Wpływ starzenia się organizmu na biologię mięśni szkieletowych. *Geront Pol.* 2005;13:1-7.
34. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(3):687-708.