

Dr n. biol. Renata Janiszewska

Kierownik Zakładu Kultury Fizycznej  
Wydział Nauk o Zdrowiu i Kultury Fizycznej Uniwersytetu Technologiczno-Humanistycznego  
im. K. Pułaskiego w Radomiu

# Nowoczesne metody oceny składu ciała

**Badanie składu ciała jest niezwykle pomocną metodą stosowaną zarówno u osób zdrowych, jak i osób z zaburzeniami odżywiania takimi, jak: anoreksja, bulimia, nadwaga czy otyłość. Analiza impedancji bioelektrycznej (BIA) jest obecnie najbardziej rozpowszechnioną metodą pomiaru składu ciała człowieka. Jest to metoda nieinwazyjna, bezpieczna, a co najważniejsze - w ciągu kilkudziesięciu sekund (bo tyle trwa badanie) osoba badana oprócz szeregu danych dotyczących poszczególnych komponentów ciała otrzymuje kluczową dla zdrowia informację o proporcjach mięśni do tłuszczu.**

Ogromne tempo współczesnej cywilizacji, siedzący tryb życia połączony ze spożyciem wysokokalorycznej żywności to najczęstsze czynniki środowiskowe prowadzące do zaburzeń składu masy ciała, sprzyjające nadwadze i otyłości. Stanowią one coraz większy problem epidemiologiczny krajów gospodarczo rozwiniętych, nie wyłączając Polski. Nadmierne otluszczenie organizmu prowadzi z kolei do szeregu nieprawidłowości w jego funkcjonowaniu i sprzyja rozwojowi wielu chorób cywilizacyjnych, takich jak: nadciśnienie tętnicze, cukrzyca typu II, hiperlipidemia, miażdżyca naczyń krwionośnych, choroba niedokrwienna serca czy nowotwory złośliwe. Jak zatem przeciwdziałać tym problemom?

Otóż do trzech podstawowych komponentów organizmu, które wpływają na ciężar ciała należą: tkanka tłuszczowa, mięśnie i woda. Jednocześnie są to komponenty, które można modyfikować poprzez odpowiednio zaprogramowaną dietę i ćwiczenia fizyczne.

W skład tzw. beztłuszczowej masy ciała (*fat free mass* – FFM) wchodzi mięśnie, organy wewnętrzne, w niewielkim stopniu minerały tkanki kostnej oraz woda całkowita (*total body water* – TBW) – wewnątrz i zewnątrzkomórkowa. Resztę masy ciała stanowi tkanka tłuszczowa (*fat mass* – FM).

Skład ciała człowieka zmienia się z wiekiem w sposób niekorzystny dla człowieka, gdyż wzrasta udział tkanki tłuszczowej (szczególnie rozmieszczonej centralnie), a zmniejsza się zawartość wody (szczególnie wewnątrzkomórkowej) i tkanki mięśniowej. Największy wpływ na tę sytuację wywiera spadek wartości PPM, czyli podstawowej przemiany materii postępujący wraz z wiekiem. W konsekwencji zmiany te powodują nadwagę czy otyłość i jednocześnie postępujący spadek sił. Można oczywiście poprzez odpowiednio zaplanowane ćwiczenia fizyczne połączone z racjonalnym odżywianiem ten trend hamować, aby jak najdłużej cieszyć się ładną sylwetką i dobrym zdrowiem. Na-

ukowcy już od dawna interesowali się składem naszego ciała, stosowano także różne proste metody jego pomiaru.

W 1832 roku belgijski matematyk i socjolog, Adolf Quetelet (1796-1874), poszukując norm ciała ludzkiego, połączył obie zmienne, dzieląc masę ciała przez kwadrat wzrostu i odkrył względny wskaźnik masy ciała (*body mass index* – BMI) ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ), nazwany heurystycznie w roku 1972 wskaźnikiem otluszczenia ciała. Ten najprostszy względny wskaźnik otyłości ocenia jedynie orientacyjnie stan otluszczenia organizmu, nie wskazując jakie jest jego rozmieszczenie. Obliczając BMI, nie odróżnia się tłuszczu od beztłuszczowej masy ciała<sup>[1]</sup>. Zatem u osoby, która jest mocno umięśniona, czyli ma budowę mezomorficzną (przewaga masywnego szkieletu i umięśnienia) wartość tego wskaźnika będzie wyższa od  $25 \text{ kg}/\text{m}^2$ , która stanowi górną granicę normy, a zatem wykaże

nadwagę lub otyłość. Także u osób z podwyższoną zawartością wody w organizmie wartość tego wskaźnika może być zawyżona.

Inną popularną metodą oceniającą typ sylwetki jest badanie stosunku obwodu talii do obwodu bioder, tzw. wskaźnik WHR (*waist to hip ratio* – wskaźnik talia-biodro). U zdrowych osób nie powinien on przekraczać wartości 0,85 u kobiet i 0,99 u mężczyzn. Mierząc tylko obwód pasa, należy pamiętać, że nie powinien on być większy, niż 88 cm u kobiet i 102 cm u mężczyzn. Przekroczenie tych wartości będzie wskazywać na rozwijającą się nadwagę lub otyłość (w zależności od tego jak bardzo *in plus* od nich odbiegamy). Wskaźnik WHR pomaga w określeniu tzw. otyłości gynoidalnej (częściej występującej u kobiet), polegającej na gromadzeniu się tkanki tłuszczowej w okolicach bioder i ud lub androidalnej (częściej

występującej u mężczyzn), polegającej na gromadzeniu się tkanki tłuszczowej głównie na brzuchu. Ten drugi typ otyłości jest bardziej niebezpieczny dla naszego zdrowia, gdyż tkanka tłuszczowa gromadząca się w okolicach brzucha nie tylko zalega pod skórą, ale także wokół narządów jamy brzusznej, co prowadzić może do wielu chorób. Te pomiary obok prostych metod antropometrycznych, które dla oceny stanu otłuszczenia organizmu bazują na pomiarach fałdów skórno-tłuszczowych (najczęściej na ramieniu, pod kątem dolnym łopatki i na brzuchu lub nad talerzem biodrowym) przy użyciu różnych typów fałdomierzy należą do najczęściej stosowanych. Pomiary składu ciała można także wykonywać metodą tzw. podwójnej absorpcjometrii rentgenowskiej (*dual-energy-X-ray-absorptiometry* – DEXA), która jest obecnie uważana za technikę najbardziej dokładną, ale ze względu na długotrwałość i skomplikowany sposób pomiaru, wysokie koszty badania i szkodliwość wynikającą z napromieniowania jest mało dostępna<sup>[2,3]</sup>.

Doskonałą alternatywę dla metod omówionych powyżej stanowi analiza impedancji bioelektrycznej (*Bioelectrical Impedance Analysis* – BIA), która stanowi wiarygodny, nieinwazyjny, bezpieczny i skuteczny sposób badania składu ciała u osób zdrowych i cierpiących na cukrzycę, nadciśnienie, otyłość i inne choroby<sup>[4,5]</sup>. Polega ona na zmierzeniu całkowitego wypadkowego oporu elektrycznego ciała, stanowiącego pochodną rezystancji (oporu biernego) i reaktancji (oporu czynnego) przy zastosowaniu zestawu elektrod powierzchniowych połączonych z analizatorem komputerowym i przy użyciu prądu o danej częstotliwości i natężeniu. Zmierzone zostają ilości całkowitej (TBW), wewnątrzkomórkowej (ICW) i zewnątrzkomórkowej (ECW) wody w organizmie, jak również komórkowej masy ciała (BCM), a w konsekwencji tkanki tłuszczowej (FM) i mięśniowej (FFM). BIA pozwala śledzić

zmiany składu ciała podczas programu dietetycznego i odpowiednio korygować dietę. Na wyniki badania BIA mają wpływ zmienne czynniki zależące od prawidłowej obsługi urządzenia, jak również odpowiedniego przygotowania osoby badanej<sup>[6]</sup>.

Stosując tę metodę, możemy ocenić zawartość tkanki tłuszczowej, beztłuszczowej masy ciała oraz nawodnienia organizmu zarówno u poszczególnych osób, jak i większej populacji. Ponadto pomaga ustalić program w postaci przewodnika kontroli usprawniający profilaktykę lub leczenie pacjentów z nadwagą i otyłością. Dzięki analizie składu ciała metodą BIA otrzymujemy informację o niebagatelnym dla naszego zdrowia znaczeniu – jakie mamy proporcje tkanki mięśniowej do tkanki tłuszczowej. Prosty, szybki i skuteczny sposób badania sprawia, że jest ona szeroko wykorzystywana w badaniach nad zaburzeniami odżywiania, do prognozowania ryzyka rozwoju chorób sercowo-naczyniowych i metabolicznych oraz w medycynie sportowej.

Na rynku dostępnych jest obecnie wiele urządzeń służących do analizy składu ciała w oparciu o impedancję bioelektryczną, stosujących różne konfiguracje elektrod i różne częstotliwości. Najprostsze aparaty z wbudowanym systemem dwuelektrodowym wykorzystują układ: ręka-ręka lub stopa-stop. Znajdują one zastosowanie głównie w użytku domowym. W nowszej generacji aparatów wykorzystuje się układ czterech elektrod o działaniu przeciwstawnym – ręka-stop, co umożliwia przepływ prądu przez większą powierzchnię ciała. Najnowocześniejsze zaś urządzenia wykorzystują układ ośmiu elektrod. W badaniach impedancji bioelektrycznej, oprócz ilości użytych elektrod, ważna jest także użyta częstotliwość prądu. Najczęściej wykorzystywana częstotliwość wynosi 50 kHz.

W najbardziej zaawansowanych urządzeniach wykorzystuje się zakres częstotli-

wości od 0 do nawet 1000 kHz, przy natężeniu prądu wynoszącym od 0,8 do 1 mA.

Z opinii osób zajmujących się badaniem składu ciała człowieka metodą BIA wynika, że najbardziej zaawansowanymi technologicznie, a tym samym wiodącymi urządzeniami na naszym rynku służącymi do profesjonalnej oceny składu ciała są analizatory segmentowe takich firm, jak np. Tanita, Seca, Jawon Medical, Juwell Medical czy Inbody. Oczywiście zakres możliwości pomiarowych tych urządzeń zależy od ich ceny.

Zaletą pracy analizatorów jest fakt, że wykorzystują one technologię umożliwiającą wykonywanie pomiaru szerokiego zakresu parametrów, takich jak:

- L.B.M.** (*Lean Body Mass*) – beztłuszczowa masa ciała,
- S.L.M.** (*Soft Lean Mass*) – masa tkanek miękkich,
- T.B.W.** (*Total Body Water*) – procentowa zawartość wody całkowitej,
- P.B.F.** (*Percent of Body Fat*) – procentowa zawartość tkanki tłuszczowej,
- B.M.I.** (*Body Mass Index*) – indeks masy ciała,
- V.F.A.** (*Visceral Fat Area*) – obszar tłuszczu trzewnego,
- W.H.R.** (*Waist to Hip Ratio*) – wskaźnik obwodu talii do obwodu bioder,
- B.M.R.** (*Basal Metabolic Rate*) – podstawowa przemiana materii,
- T.E.E.** (*Total Energy Expenditure*) – szacunkowy całkowity wydatek energetyczny,
- A.M.B.** (*Age Matched of Body*) – wiek metaboliczny,
- M.B.F.** (*Mass of Body Fat*) – masa tkanki tłuszczowej w kg.

Oprócz wyżej wymienionych możemy dowiedzieć się także, jaki mamy typ sylwetki, zawartość minerałów, zawartość białka, segmentową analizę ciała, która ocenia rozmieszczenie tkanki tłuszczowej i mięśniowej oraz ich proporcje na tułowie i kończynach

górnym i dolnym, impedancję, a także otrzymać tzw. przewodnik kontroli, informujący o tym, ile kalorii należy kontrolować poprzez odpowiednio zbilansowaną dietę i ćwiczenia fizyczne zarówno u osób z nadwagą lub otyłością, jak i u osób o zbyt szczupłej sylwetce ciała.

Firma Tanita wprowadziła w swoich najnowszych analizatorach (np. wieloczęstościowy segmentowy analizator składu ciała MC 780 MA) nowości, które pozwalają dodatkowo zbadać takie parametry jak: całkowita zawartość wody w organizmie w kilogramach i procentach, masa tkanki tłuszczowej w kg, masa tkanki mięśniowej w kg, masa protein w kg, masa kości w kg, physique rating (niezależnie od spadku wagi, różnice w proporcji tkanki tłuszczowej i masy mięśni), woda wewnątrzkomórkowa w kg, woda zewnątrzkomórkowa w kg, wskaźnik wody wewnątrzkomórkowej do zewnątrzkomórkowej, leg score – wskaźnik masy mięśni nóg do masy ciała czy wskaźnik rozmieszczenia tkanki tłuszczowej. Możliwości wykonania tak szczegółowej analizy pozwalają lepiej określić stan zdrowia pacjenta. Szczególnie wskaźnik *physique rating* wydaje się pomocny w określeniu aktualnego stanu zdrowia u osób, które z powodu odchudzania się, stosowania wyczerpujących ćwiczeń fizycznych czy trwającego procesu chorobowego mają ten stan zaburzony.

Podsumowując, należy dodać, że dodatkową zaletą metody BIA jest czas trwania badania nie przekraczający kilkudziesięciu sekund, co jest wygodne nie tylko dla samego pacjenta, ale także osoby wykonującej badanie.

Należy także wspomnieć, że niezależnie od użytego analizatora osoba, która przystępuje do badania, powinna być do niego odpowiednio wcześniej przygotowana i rolą badającego jest ją tak przygotować, aby wyeliminować wszelkie czynniki mogące zaburzać jego wynik.

*Piśmienictwo u autora*