

Metody oceny ilości tkanki tłuszczowej u osób z przewlekłą chorobą nerek

Katarzyna KUCHARSKA

Stanisław NIEMCZYK

Katedra i Klinika Nefrologii, Dializoterapii i Chorób Wewnętrznych
Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego
Kierownik Kliniki:
Prof. dr hab. n. med.
Joanna Matuszkiewicz-Rowińska

Słowa kluczowe:

- przewlekła choroba nerek
- trzewna tkanka tłuszczowa
- tkanka tłuszczowa
- niedożywienie
- antropometria
- bioimpedancja elektryczna
- absorpcjometria rentgenowska (DEXA)
- tomografia komputerowa
- rezonans magnetyczny

Key words:

- end stage renal disease
- visceral adipose tissue
- fat tissue
- malnutrition
- anthropometry
- bioelectrical impedance
- dual-energy X-ray absorptiometry (DEXA)
- computed tomography
- magnetic resonance

Do czynników mających wpływ na czas przeżycia pacjentów z przewlekłą chorobą nerek zalicza się niedożywienie. Jedną z metod rozpoznawania niedożywienia jest badanie ilości tkanki tłuszczowej. Fakt, iż zdarzenia sercowo-naczyniowe są główną przyczyną zgonów wśród pacjentów z przewlekłą chorobą nerek a rozwój niedożywienia w znaczący sposób pogarszający rokowanie i przyspiesza rozwój miażdżycy sprawia, iż ocena ilości tkanki tłuszczowej wśród tych pacjentów staje się bardzo istotna. W artykule przedstawiamy różne metody badania ilości tkanki tłuszczowej. Omawiamy między innymi pomiary antropometryczne, analizę bioimpedancji elektrycznej, tomografię komputerową, rezonans magnetyczny, absorpcjometrię rentgenowską. Zwracamy uwagę na zalety, ograniczenia i wady wyżej wymienionych metod, porównując je.

(NEFROL. DIAL. POL. 2009, 13, 75-78)

Methods of fat tissue measurement with CKD patients

Among the factors influencing a survival rate in CKD patients is malnutrition. One of the methods of recognizing malnutrition is assessment of fat tissue amount. Cardiovascular events are the main cause of deaths among the patients with CKD and the malnutrition development leads to arteriosclerosis making the fat tissue measurement a very significant evaluation. In this review article we present various methods of fat tissue measurement. We describe anthropometry methods, bioelectrical impedance analysis, computed tomography, dual-energy X-ray absorptiometry (DEXA), magnetic resonance among others. Comparing the methods mentioned above we pay special attention to their advantages, disadvantages and limitations.

(NEPHROL. DIAL. POL. 2009, 13, 75-78)

Wstęp

Najczęstszą przyczyną zgonów osób z przewlekłą chorobą nerek są zdarzenia sercowo-naczyniowe. Na przyspieszony rozwój miażdżycy mają wpływ między innymi zaburzenia przemiany lipidowej oraz węglowodanowej, które postępują wraz z progresją choroby nerek [17,29]. Na rozwój miażdżycy wpływ ma między innymi aktywność metaboliczna tkanki tłuszczowej, zwłaszcza trzewnej. Prowadzi ona do wystąpienia cech zespołu metabolicznego, w tym: insulinooporności, zaburzeń gospodarki węglowodanowej, lipidowej, nadkrzepliwości, subklinicznego stanu zapalnego.

Nadmierne nagromadzenie wewnątrzbrzusznej tkanki tłuszczowej (nawet przy prawidłowej całkowitej ilości tkanki tłuszczowej) u chorych z PCHN dodatkowo zwiększa więc ryzyko rozwoju nadciśnienia tętniczego, cukrzycy typu 2, choroby niedokrwiennej serca [3,8,11,12]. Jednym z czynników przyczyniających się do zwiększonej śmiertelności pacjentów z przewlekłą chorobą nerek, zwłaszcza chorych w V okresie, jest niedożywienie. Gromadzące się w organizmie toksyny mocznicowe i przewlekły stan zapalny doprowadzają do przewagi procesów katabolicznych i rozwoju postępującego, wraz z progresją choroby nerek,

wyniszczenia. Ocena kompozycji ciała oraz ilości tkanki tłuszczowej u osób z przewlekłą chorobą nerek jest zatem bardzo istotna, gdyż pozwala wyselekcjonować pacjentów z najwyższym ryzykiem zgonu [21].

Badanie składu ciała jest ważne również podczas oceny pacjenta pod względem stanu odżywienia. Najogólniej chodzi o podział organizmu na beztłuszczową masę ciała oraz tkankę tłuszczową. Tkanka tłuszczowa jest rezerwuarem energetycznym, składa się z trójglicerydów, które stanowią bogate źródło kalorii. W organizmie powinna być zachowana równowaga pomiędzy masą beztłuszczową a wzrostem oraz właściwy stosunek tkanki tłuszczowej do masy beztłuszczowej. Ten stosunek zależy od płci, wieku, uwarunkowań genetycznych ale również od stanu zdrowia i zmienia się w przebiegu zaburzeń żywieniowych, ostrych i przewlekłych chorób w tym w przewlekłej chorobie nerek [2].

Do metod oceny ilości tkanki tłuszczowej zaliczamy między innymi: pomiary antropometryczne, analizę bioimpedancji elektrycznej, absorpcjometrię rentgenowską (DEXA), tomografię komputerową, rezonans magnetyczny, ultrasonografię, metody izotopowe [3,8,7,9,12].

Adres do korespondencji:

Dr hab. n. med. Stanisław Niemczyk
Katedra i Klinika Nefrologii, Dializoterapii i Chorób Wewnętrznych Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego
02-097 Warszawa, ul. Banacha 1a
Tel. +48 (22) 599 13 14, +48 601 343036
Fax: +48 (22) 599 16 58
sniemczyk@wum.edu.pl

Analiza różnych metod oceny ilości tkanki tłuszczowej

1. Rezonans magnetyczny (MRI) /Tomografia komputerowa (TK) to metody które umożliwiają rozróżnienie dwóch rodzajów brzusznej tkanki tłuszczowej: trzewnej i podskórnej. Trzewna tkanka tłuszczowa jest niezależnym predykatorem zaburzeń składu osoczowych lipidów, stosunku stężeń glukozy-insulina w osoczu oraz czynnikiem ryzyka wystąpienia cukrzycy, nadciśnienia tętniczego, choroby niedokrwiennej serca. Przy ocenie tkanki tłuszczowej za pomocą TK najpierw wykonuje się tak zwany obraz zwiadowczy, co pozwala na dokładne określenie pozycji skanowania, która znajduje się zwykle na poziomie przestrzeni międzykręgowej pomiędzy 4 i 5 kręgiem lędźwiowym. Brzuszną tkankę tłuszczową oznacza się ilościowo przez obrysowanie wewnętrznych ścian jamy brzusznej wyznaczonych przez krągwidzie mięśni brzusznnych, skośnych oraz kręgosłup lub przednią powierzchnią aorty. Tkankę tłuszczową podskórną ocenia się w regionie pomiędzy skórą a zewnętrzną powierzchnią mięśni brzucha. Powierzchnia tkanki tłuszczowej jest oznaczana na przekrojach CT i zmierzona jako obszar hipotensyjny w zakresie od -190 do -30 jednostek Hounsfielda. Średni czas ekspozycji podczas tomograficznej oceny tkanki tłuszczowej (skan na poziomie L4 - L5) wynosi około 3 sek. Zaletą RM w porównaniu z TK jest brak konieczności narażenia na promieniowanie jonizujące. Badanie w modyfikacji automatycznej (pojedynczy obraz na poziomie pępka) trwa około 6 min. Standardowa analiza ręczna trwa około 2 godziny [4,7,8,9,12,14,26].

2. Bioimpedancja elektryczna (BIA) polega na pomiarze oporności tkanek organizmu podczas przepływu prądu o małym natężeniu (< 1 mA). Metoda ta opiera się na fakcie, że tkanka mięśniowa zbudowana jest w około 80% z wody i elektrolitów, przez co jest bardzo dobrym przewodnikiem prądu elektrycznego. Tkanka tłuszczowa zawiera znacznie mniej wody (około 20%), jest tym samym o wiele słabszym przewodnikiem sygnałów elektrycznych. Pozwala ona na ocenę całkowitej zawartości wody i tłuszczu w ustroju. Przy zastosowaniu zestawu elektrod powierzchniowych połączonych z analizatorem komputerowym i przy użyciu prądu częstotliwości około 50 Hz i natężeniu rzędu 0,8-1mA ocenia się ilość całkowitą, wewnątrzkomórkową i zewnątrzkomórkową ilość wody w organizmie, jak również komórkowa masę ciała a w konsekwencji tkankę tłuszczową i mięśniową. Jest to metoda, którą można stosować u osób w każdym wieku, praktycznie niezależnie od stanu zdrowia, wyniki otrzymane za pomocą analizy impedancji bioelektrycznej są łatwe do uzyskania, wysoce powtarzalne, a sprzęt potrzebny do jej wykonania jest przenośny i niedrogi. Obecnie jest dostępnych wiele urządzeń służących do analizy składu ciała na podstawie BIA, stosujących różne konfiguracje elektrod i różne częstotliwości. Istnieją aparaty przypominające zwykłą wagę domową z wbudowanym systemem dwuelektrodowym, czy też inne aparaty wykorzystujące układ ręka - ręka. W badaniach

naukowych najczęściej używane są aparaty z systemem czteroelektrodowym. Podczas tego badania chory zajmuje pozycję leżącą. Metoda ta jest tania i prosta, może być stosowana powszechnie w badaniach populacyjnych. W klasycznej odmianie metoda ta nie daje możliwości oceny poszczególnych typów tkanki tłuszczowej (podskórnej, trzewnej). Pojawiają się jednak doniesienia o modyfikacjach metody, które umożliwiają zróżnicowanie poszczególnych typów tkanki tłuszczowej. Jedną z nowszych odmian tej metody jest spektroskopia impedancyjna. Aparat dokonuje 50 pomiarów składu ciała w zakresie częstotliwości prądu 50-1000 kHz. Możliwe jest komputerowe opracowanie procentowej zawartości tłuszczu, komórek (beztłuszczowej masy ciała), wody wewnątrz- i zewnątrzkomórkowej. Badanie tą techniką trwa około 2 minuty [8,10,15,25,30].

3. Absorpcjometria rentgenowska (DEXA) skanuje całe ciało przy użyciu dwóch różnych niskich dawek promieniowania rentgenowskiego i na zasadzie różnicy odczytów określa masę poszczególnych tkanek, w tym tkanki tłuszczowej. DEXA mierzy gęstość różnych tkanek wykorzystując różną ich zdolność do osłabienia wiązki promieniowania jonizującego o dwóch różnych energiach (80-100 keV, 40-50 keV). Metoda ta pozwala ocenić nie tylko całkowitą ilość tkanki tłuszczowej ale również poszczególne jej rodzaje między innymi tłuszcz wewnątrztrzewnowy i podskórny. DEXA służy więc nie tylko do pomiaru gęstości kości ale mierzy ona również procent tkanki tłuszczowej. Przewagą techniki densytometrycznej nad innymi np. BIA jest możliwość dokładnej oceny ilości poszczególnych typów tkanki tłuszczowej, szczególnie budzącej coraz większe zainteresowanie tkanki trzewnej. Skanowanie całego ciała odbywa się w pozycji leżącej i ze względu na ograniczenia techniczne można mu poddać tylko chorych o masie ciała nieprzekraczającej 130 kg. Do analizy skanów w celu oceny zawartości tkanki tłuszczowej i beztłuszczowej używa się oprogramowania komputerowego. Badanie trwa około 20 min, całkowita dawka promieniowania pochłaniania podczas badania jest niska, stanowi około 10% dawki pochłanianej podczas standardowego badania radiologicznego klatki piersiowej. Na pomiar dokonywane przy pomocy DEXA może mieć wpływ zmienna zawartość wody w beztłuszczowej masie ciała. W odpowiedniej modyfikacji (po wyznaczeniu przez personel wykonujący badanie linii granicznych pomiędzy odpowiednimi punktami anatomicznymi) DEXA pozwala oceniać ilość tłuszczu w poszczególnych regionach ciała, między innymi w obrębie tułowia. DEXA należy zatem do technik umożliwiających dokładną ocenę dystrybucji tkanki tłuszczowej [2,3,12,14,30].

4. Antropometria

W celu oceny kompozycji ciała mierzy się najczęściej wzrost, masę ciała, wskaźnik masy ciała (BMI), obwód talii (standardowo w połowie odległości pomiędzy brzegiem żeber a grzebieniem kości biodrowej), obwód bioder (standardowo na poziomie krętarzy większych), grubość fałdów skórnych w poszczególnych regionach ciała (naj-

częściej pomiarów dokonuje się nad mięśniami trójgłowym i dwugłowym ramienia, pod łopatką i nad grzebieniem kości biodrowej). Ważną rolę w ocenie stanu odżywienia oraz dystrybucji tkanki tłuszczowej mają również pomiar stosunku obwodu talii do obwodu bioder (WHR), stosunku obwodu talii do wzrostu (WHeiR) oraz stosunku obwodu talii do odvodu uda. Badacze angielscy sugerują, że należy bardziej opierać się na ocenie WHR niż na BMI jeśli chodzi o badanie otyłości i ryzyka wystąpienia przewlekłej choroby nerek [6]. Autorzy badania chińskiego stwierdzili, że spośród pomiarów antropometrycznych oceniających stopień otyłości (porównywano BMI, masę ciała, obwód pasa, WHR) WHR w sposób najbardziej przewidywalny przewidzieć wystąpienie przewlekłej choroby nerek wśród osób starszych [1]. Luca De Nicola i wsp. dowiedli natomiast, iż ocena WHR w porównaniu z pomiarem BMI pozwala w sposób dokładniejszy przewidzieć ryzyko wystąpienia zdarzenia sercowo-naczyniowego wśród chorych ze zdiagnozowaną już przewlekłą chorobą nerek [5]. Istnieją badania sugerujące, że ocena samego obwodu talii wykazuje przewagę nad BMI jeśli chodzi o pomiar otyłości brzusznej [23]. Przeprowadzono również takie, które dowodzą, że pomiar WHR nie odzwierciedla ilości tkanki tłuszczowej w organizmie [16]. Włoscy badacze stwierdzili, że najdokładniejszym antropometrycznym wskaźnikiem, jeśli chodzi o przewidywanie zdarzeń sercowo-naczyniowych wśród chorych z cukrzycą, jest WHeiR [13]. Cin-Hsiao i wsp. również zwracają uwagę na wysoką przydatność WHeiR w ocenie otyłości centralnej [28]. Głównym ograniczeniem większości pomiarów antropometrycznych jest trudność w standaryzacji sposobu dokonywania pomiarów. Poprzez ocenę grubości fałdów skórnych możliwy jest pomiar głównie tkanki tłuszczowej podskórnej, tłuszcz wewnątrzbrzuszny może być szacowany tylko w sposób pośredni, na podstawie kilku pomiarów antropometrycznych, między innymi na podstawie obwodu talii [7,8,10,30].

Do innych metod oznaczania tkanki tłuszczowej zaliczyć należy ultrasonografię, techniki scyntygraficzne, NIR (spektrometria bliskiej podczerwieni). Są to metody o mniejszej przydatności [3,4,24].

Porównanie metod

Przeprowadzono wiele badań, które porównywały różne metody oceny tkanki tłuszczowej. Badacze włoscy oraz australijscy wykazali, iż technika BIA wykazuje większą procentową zawartość tłuszczu w organizmie w porównaniu z DEXA. Można zatem wnioskować, iż metoda BIA i DEXA nie mogą być stosowane wymiennie. Wyniki polskich badaczy wskazują natomiast na porównywalność obu metod w ocenie zawartości tkanki tłuszczowej w populacji otyłych pacjentów [3,18,20,22,27].

Im bardziej nasiloną jest otyłość brzuszna, tym częściej rozwija się zespół metaboliczny. W badaniu porównującym przydatność oceny obwodu talii, DEXA i TK nie wykazano przewagi żadnej z wspomnianych wyżej metod w przewidywaniu rozwoju zespołu metabolicznego wśród osób z otyłością brzuszną [12].

TK jest jedną z nielicznych metod (obok RM) która pozwala ocenić w sposób niezależny i bezpośredni tkankę tłuszczową wewnątrzbrzuszną (trzewną). Ograniczeniami tej metody są konieczność dysponowania personelem o wysokim stopniu umiejętności technicznych, wysoki koszt, konieczność ekspozycji na promieniowanie jonizujące. Dlatego wykorzystanie tej metody w codziennej praktyce medycznej jest trudne [12]. TK postrzegana jest jako metoda najbardziej precyzyjna (obok MRI) w ocenie wewnątrzbrzuszej tkanki tłuszczowej [8].

DEXA (podobnie jak TK i MRI) pozwala na badanie ilości tkanki tłuszczowej w poszczególnych częściach ciała. Ocena tkanki tłuszczowej w poszczególnych regionach ciała za pomocą DEXA może być jednak mało precyzyjna u osób otyłych, u których występują trudności w określeniu anatomicznych punktów orientacyjnych, co z kolei jest konieczne do wyliczenia ilości tkanki tłuszczowej w poszczególnych regionach ciała [12]. Jednym z pierwszych projektów, w którym wykorzystywano DEXA do analizy składu organizmu i oceny ilości tkanki tłuszczowej było badanie naukowców włoskich [2]. W badaniu naukowców amerykańskich porównywano ocenę tkanki tłuszczowej trzewnej zlokalizowanej w tzw.: dolnej części tułowia za pomocą zmodyfikowanej metody DEXA oraz TK [14]. Ilość tkanki tłuszczowej wewnątrzbrzuszej ocenianej za pomocą TK była większa w porównaniu z tą oznaczoną metodą DEXA (region tzw. dolnego tułowia). Wyjaśnieniem tych rozbieżności może być fakt (jak podają badacze), iż TK mierzy obszar zajmowany przez tkankę tłuszczową a DEXA ocenia ilościowo rzeczywistą masę tkanki tłuszczowej. Tkanka tłuszczowa zawiera bowiem około 15% beztłuszczowych składników, które są podczas badania TK uznawane za tłuszcz [14].

Ciągle mało jest badań, porównujących i oceniających metody oceny otyłości brzusznej. Nie jest pewne, która z metod (TK, DEXA, MRI, ocena obwodu talii) pozwala najdokładniej zbadać czynniki ryzyka wystąpienia zespołu metabolicznego [12]. W badaniu duńskim porównywano TK i pomiary antropometryczne jako konkurencyjne metody oceny otyłości brzusznej i korelacji jej nasilenia z pozostałymi czynnikami ryzyka rozwoju zespołu metabolicznego. Wyniki badania wskazują, że TK jest lepszą metodą oceny otyłości brzusznej [7].

Z badania przeprowadzonego przez Zhu i wsp. wynika, iż pomiar obwodu talii (w porównaniu z oceną BMI) wykazuje większy związek z rozwojem choroby sercowo-naczyniowej [8]. Jednak żaden z parametrów antropometrycznych nie ocenia w sposób bezpośredni tkanki tłuszczowej wewnątrzbrzuszej, która to w sposób niezależny wiąże się ze zwiększonym ryzykiem rozwoju powikłań sercowo-naczyniowych. [8]. Wyniki badań wykorzystujących stosunek obwodu talii do obwodu bioder (WHR) jako wskaźnika otyłości brzusznej są sprzeczne [14,16]. Pomiary grubości fałdu skórno-siękawkowego są łatwą i wygodną metodą oceny ilości tkanki tłuszczowej, zwłaszcza w codziennej praktyce lekarskiej [16]. Pomiary antropometryczne są łatwe do zastosowania w codziennej praktyce lekarskiej, konieczne jest jednak duże doświadczenie personelu medycz-

nego dokonującego pomiarów [8]. W badaniu australijskich naukowców [30] porównywano ocenę całkowitej tkanki tłuszczowej za pomocą pomiarów grubości fałdów skórnych i DEXA. Nie znaleziono różnic istotnych statystycznie jeśli chodzi o ocenę % tkanki tłuszczowej wśród badanych mężczyzn natomiast okazało się, że wśród badanych kobiet metoda antropometryczna zawyżała ilość tkanki tłuszczowej w porównaniu z DEXA. Badacze sugerują, iż takie rozbieżności mogą wynikać z różnych możliwości oceny poszczególnych rodzajów tkanki tłuszczowej (między innymi podskórnej i trzewnej) za pomocą wspomnianych metod. Redukcja zgodności jeśli chodzi o ocenę całkowitej ilości tkanki tłuszczowej (przy pomocy pomiarów fałdów skórnych i DEXA) wraz ze wzrostem ilości tkanki tłuszczowej wynika być może (według badaczy) ze zmiany dystrybucji tkanki wraz ze wzrostem całkowitej ilości tłuszczu. Wraz z narastaniem otyłości większy procent całkowitego tłuszczu stanowi tkanka podskórna [30]. Stosując różne równania do wyliczenia % tkanki tłuszczowej badacze uzyskują różną zgodność również pomiędzy BIA i DEXA w ocenie całkowitej ilości tkanki tłuszczowej [30]. To kolejne badanie poddające w wątpliwość możliwość uzyskania porównywalnych wyników oceny ilości tkanki tłuszczowej przy stosowaniu różnych metod pomiaru.

Podsumowanie

Konieczne jest wskazanie dostępnej, wygodnej i taniej metody oznaczania tkanki tłuszczowej (zwłaszcza trzewnej) by zidentyfikować pacjentów, którzy znajdują się w grupie wysokiego ryzyka rozwoju zespołu metabolicznego. Podczas wyboru metody oznaczania tkanki tłuszczowej należy brać pod uwagę łatwość przeprowadzenia badania, koszt, dokładność, powtarzalność wyników i łatwe do przeprowadzenia leczenie cechy je niska powtarzalność wyników i nie dają możliwości oceny tzw. tkanki wewnątrzbrzuszej. TK jest bardziej czasochłonna więc dla pacjenta mniej wygodna, wymaga narażenia na promieniowanie jonizujące, lecz jako jedna z nielicznych metod pozwala ocenić tkankę trzewną w sposób bezpośredni i dokładny oraz cechuje się wysoką powtarzalnością wyników. Podobne możliwości oceny daje MRI. BIA jest stosunkowo niedrogą, łatwodostępną i wiarygodną metodą oceny całkowitej ilości tkanki tłuszczowej. Jednak podobnie jak antropometria nie pozwala na ocenę w sposób odrębny tkanki tłuszczowej trzewnej [7,14,25,30]. DEXA jest metodą charakteryzującą się większą precyzyjnością w ocenie regionalnej otyłości w porównaniu z pomiarami antropometrycznymi. Jest to metoda bardziej praktyczna, mniej kosztowna ale i mniej precyzyjna w porównaniu z MRI i TK [8].

Piśmiennictwo

1. **Chou C.-Y., Lin C.-H., Huang C.-C.:** Association between waist-to-hip ratio and chronic kidney disease in the elderly. *Int. Med. J.* 2008, 38, 402.
2. **Coin A., Sergi G., Minicuci N. et al.:** Fat free mass and fat mass reference values by dual-energy X-ray absorptiometry (DEXA) in a 20-80 year-old Italian population. *Clin. Nutr.* 2008, 27, 87.
3. **Cyganek K., Kutra B., Sieradzki J.:** Porównanie

pomiarów tkanki tłuszczowej u otyłych pacjentów z zastosowaniem metody bioimpedancji elektrycznej i densytometrycznej. *Diabetologia Praktyczna* 2007, 12, 473.

4. **Demura S., Sato S., Noguchi T. et al.:** Prediction of visceral fat area from anthropometric and segmental body composition variables using computed tomography. *Sport Sci. Health* 2007, 2, 16.
5. **De Nicola L., Conte G.:** Waist :hip ratio is a better predictor of cardiovascular risk than BMI in patient with moderate CKD. *Nature Clin. Pract. Nephrol.* 2008, 4, 592.
6. **Elsayed E.F., Sarnak M.J., Tighiouart H.:** Waist-to-hip ratio, body mass index, and subsequent disease and death. *Am. J. Kidney Dis.* 2008, 1, 29.
7. **Eyben F., Mouritsen E., Holm J. et al.:** Computed tomography scans of intra-abdominal fat, anthropometric measurements, and 3 nonobese metabolic risk factors. *Metabol. Clin. Exp.* 2006, 55, 1337.
8. **Gonzales A.S., Bellido A., Buno M.M. et al.:** Predictors of the metabolic syndrome and correlation with computed axial tomography. *Nutrition* 2007, 23, 36.
9. **Gronemeyer S.A., Steen R.G., Kauffman W.M. et al.:** Fat adipose tissue (FAT) assessment by MRI. *Magn. Reson. Imaging.* 2000, 18, 815.
10. **Hollande F.M., De Roos N.M., De Vries J. et al.:** Assessment of Nutritional Status in Adult Patients with Cystic Fibrosis : Whole-Body Bioimpedance vs Body Mass Index, Skinfolds, and Leg-to-Leg Bioimpedance. *J. Am. Diet Assoc.* 2005, 105, 549.
11. **Johnson K.T., Harmsen W.S., Limburg P.J. et al.:** Visceral Fat Analysis at Colonography. *Acad. Radiol.* 2006, 13, 963.
12. **Kayoung L., Sangyeoung L., Kim Y. et al.:** Waist circumference, dual-energy X-ray absorptiometrically measured abdominal adiposity and computed tomographically derived intra-abdominal fat area on detecting metabolic risk factors in obese women. *Nutrition* 2008, 24, 625.
13. **Lamacchia O., Pinnelli S., Camarcho D.:** Waist-to-Height Ratio is the Best Anthropometric Index in Association with Adverse Cardiorenal Outcomes in Type 2 Diabetes Mellitus Patients. *Am. J. Nephrol.* 2009, 6, 615.
14. **Lane J.T., Mack-Shipman L.R., Anderson J.C. et al.:** Comparison of CT and Dual-Energy DEXA Using a Modified Trunk Compartment in the Measurement of Abdominal Fat. *Endocrine* 2005, 3, 295.
15. **Lewitt A., Mądro E., Krupienicz A.:** Podstawy teoretyczne i zastosowanie analizy impedancji bioelektrycznej (BIA). *Endokrynologia. Otyłość. Zaburzenia Przemiany Materii* 2007, 4, 79.
16. **Niemczyk S., Woźnicki L., Paklerska E. et al.:** Correlation of BMI, WHR, bioimpedance and anthropometry with total body fat measured by DEXA in patients with chronic renal failure. *Sup. J. Ren. Nutr.* 2008, 3, 45.
17. **Parfrey P.S., Foley R.N.:** The clinical epidemiology of cardiac disease in chronic renal failure. *J. Am. Soc. Nephrol.* 1999, 10, 1606.
18. **Piers L., Soares M., Frandsen S. et al.:** Indirect estimates of body composition are useful groups but unreliable in individuals. *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.* 2000, 24, 1145.
19. **Pietrobelli A., Andreoli A., Cervelli V. et al.:** Predicting fat-free mass in children using bioimpedance analysis. *Acta Diabetol.* 2003, 40, 212.
20. **Pritchard J., Nowson C., Strauss B. et al.:** Evaluation of dual energy X-ray absorptiometry as a method of measurement of body fat. *Eur. J. Clin. Nutr.* 1993, 47, 216.
21. **Rahimian M., Najafi F., Goharian A.:** A Comparison of Diagnostic Value of Anthropometric Indices with Laboratory Criteria for Malnutrition Detection In Chronic Undergoing Hemodialysis Patients. *Pakistan J. Nutr.* 2006, 3, 282.
22. **Ravaglia G., Forti P., Maioli F.:** Measurement of body fat in healthy elderly men: a comparison of methods. *J. Herontol. A. Biol. Sci. Med.* 1999, 54, 70.
23. **Ritz E.:** Metabolic Syndrome and Kidney Disease. *Blood Purif.* 2008, 26, 59.
24. **Shoji T., Ishimura E., Nishizawa Y.:** Body fat meas-

urement in chronic kidney disease : implications in research and clinical practice. *Curr. Opin. Nephrol. Hypertens.* 2007, 16, 572.

25. **Smith M.R., Fuchs V., Anderson E.J. et al.**: Measurement of Body Fat by Dual-Energy X-Ray Absorptiometry and Bioimpedance Analysis in Men With Prostate Cancer. *Nutrition* 2002, 18, 574.
26. **Snehalatha C., Ramachandran A., Satyavani K. et al.**: Computed Axial Tomographic Scan Measurement of Abdominal Fat Distribution and Its Correla-

tion With Anthropometry and Insulin Secretion in Healthy Asian Indians. *Metabolism* 1997, 10, 1220.

27. **Treuth M., Butte N., Wong W. et al.**: Body composition in prepubertal girls: comparison of six methods. *Int. J. Obes. Relat. Metabol. Disord.* 2001, 25, 1352.
28. **Tseng C.-H.**: Waist-to-Height Ratio Is Independently and Better Associated With Urinary Albumin Excretion Rate Than Waist Circumference or Waist-to-Hip Ratio in Chinese Adult Type 2 Diabetic Woman but Not Men. *Diabetes Care* 2005, 28, 2249.

29. **Wakeel J., Mitwalli A.H., Mohaya S. et al.**: Morbidity and Mortality in ESRD on Dialysis. *Saudi. J. Kidney Dis. Transplant.* 2002, 13, 473.

30. **Wattanapenpaiboon N., Lukito W., Strauss B.J.G. et al.**: Agreement of skinfold measurement and bioelectrical impedance analysis (BIA) methods with dual energy X-ray absorptometry (DEXA) in estimating total body fat in Anglo-Celtic Australians. *In. J. Obes.* 1998, 22, 854.