

Wojciech Zaluska

Katedra i Klinika Nefrologii Uniwersytetu Medycznego w Lublinie

Sucha masa ciała — stary problem, nowe metody

Dry body weight — old problem, new methods

ABSTRACT

The concept of dry-weight has evolved over time of chronic dialysis treatment and its definition is connected with optimal hydration status assessment with adequate control of blood pressure and minimal signs or symptoms of hypovolemia. Although clinical examination does not perform well in detecting dry-weight, several technologies such as relative plasma volume monitoring during hemodialysis and extracel-

lular compartment volume assessment as measured by body impedance analysis (hemo- and peritoneal dialysis) are emerging that may help in assessing dry-weight. There is even more clinical studies reported improvement of survival time in end-stage renal disease patients with strictly control of inter-dialytic weight gain, and/or extracellular compartment volume (as measured by bioimpedance analysis).

Forum Nefrologiczne 2011, vol. 4, no 2, 100–103

Key words: dry weight, dialysis, hydration status

POJĘCIE SUCHEJ MASY. SUCHA MASA CZY MASA OCZEKIWANA

W 1967 roku Thomson i wsp. zdefiniowali suchą masę ciała (*dry-weight*) jako stopień redukcji ciśnienia tętniczego w czasie dializy z ultrafiltracją do momentu uzyskania hipotonii, ale bez obecności dodatkowych działań ubocznych [1]. W 1980 roku Henderson określił suchą masę jako uzyskaną podczas regularnych hemodializ, w czasie których jedynie akcydentalnie dochodzi do hipotonii (rzadko prowadzącej do wstrząsu hipowolemicznego). Charra i wsp. w 1996 roku zaproponowali definicję opierającą się na masie ciała pacjenta na końcu sesji dializacyjnej, kiedy obserwuje się do czasu kolejnej sesji dializacyjnej prawidłowe ciśnienie tętnicze (normotensja) mimo przewidywanej retencji soli oraz w sytuacji optymalnej nie jest konieczne zastosowanie leków obniżających ciśnienie [2]. Wizemann w związku z trudnościami dotyczącymi oceny stanu przewodnienia i odwodnienia zaproponował kliniczną skalę

oszacowywania stanu nawodnienia na podstawie takich objawów przewodnienia, jak: duszność w spoczynku, duszność podczas chodzenia, obrzęki (od miernych po znacznie nasilone), przepełnienie żył szyjnych wewnętrznych. Niepokojącymi objawami odwodnienia, na które należy zwrócić uwagę, są: spadek ciśnienia tętniczego podczas dializy wymagający zmiany pozycji ciała, spadek ciśnienia tętniczego podczas dializy wymagający podania płynów, spadek ciśnienia tętniczego podczas dializy związany z wymiotami, kurcze od lekkich, poprzez średnie do ciężkich, uczucie osłabienia w trakcie dializy oraz wzmożone pragnienie po dializie. Wizemann jest twórcą terminu „masa oczekiwana”, który wydaje się bardziej kompleksowy i precyzyjny [3]. W 2008 roku Raimann i wsp. zaproponowali definicję suchej masy na podstawie ciągłego pomiaru z zastosowaniem techniki segmentalnej bioimpedancji elektrycznej (pomiar z goleni), kiedy krzywa reprezentująca wskaźnik impedancji (*baseline and instantaneous impedance ratio*) osiąga wartość stałą

Adres do korespondencji:
prof. dr hab. n. med. Wojciech Zaluska
Katedra i Klinika Nefrologii Uniwersytetu
Medycznego w Lublinie
ul. Jaczewskiego 8, Lublin 20–954
tel.: (81) 724 45 37
faks: (81) 7244 5 37
e-mail: wtzaluska2@poczta.onet.pl

w ciągu ostatnich 20 minut hemodializy z ultrafiltracją [4]. Ostatnia definicja suchej masy z 2009 roku autorstwa Sinha i Agarwala opiera się na sumie subiektywnych i obiektywnych pomiarów [5]. Na podstawie tej definicji sucha masa ciała jest opisana jako najniższa tolerowana masa po dializie, osiągnięta przez jej stopniową zmianę, przy której osiąga się minimalizację objawów hiperwolemii i hipowolemii.

METODY OZNACZANIA SUCHEJ MASY CIAŁA: KLINICZNE, OSZACOWANE I MIERZALNE

Metody izotopowe z użyciem znakowanego tlenu (^{18}O) lub tlenu deuterium ($2\text{H}_2\text{O}$) do oceny całkowitej wody ustroju oraz izotopu $^{35}\text{SO}_4$ do oceny wielkości przestrzeni zewnątrzkomórkowej uważa się za „złoty standard” w ocenie stanu nawodnienia u ludzi zdrowych, natomiast z powodu inwazyjności i relatywnie wysokich kosztów nie mogą być stosowane w codziennej praktyce klinicznej. Zastosowane metody absorpcjometrii wiązek promieniowania rentgenowskiego o dwóch różnych energiach (DEXA, *dual energy X-ray absorptionmetry*), tomografii komputerowej oraz rezonansu magnetycznego (nawodnienie tkanki płucnej) są precyzyjne w ocenie, ale nie mogą być wielokrotnie stosowane u pacjentów dializowanych (koszty, inwazyjność). Poszukiwania biochemicznych markerów oznaczanych w surowicy krwi, takich jak: przedsionkowy peptyd natriuretyczny (ANP, *atrial natriuretic peptide*), cykliczny guanozynomonofosforan (cGMP, *cyclic guanosine monophosphate*), kostne białko morfogeniczne (BMP, *bone morphogenic protein*), neuropeptyd Y czy adrenomodulina, nie przyniosły oczekiwanych rezultatów [6].

Kliniczne objawy stanu przewodnienia, takie jak duszność w spoczynku, duszność podczas chodzenia, obrzęki (od miernych po znacznie nasilone) czy przepełnienie żył szyjnych wewnętrznych, w wielu badaniach nie korelują z mierzalnymi lub oszacowanymi metodami oceny suchej masy ciała. W badaniu Agarwala i wsp. stwierdzono, iż wymiar żyły głównej dolnej, zmiany objętości krwi, ocena parametrów objętości osocza oraz markery stanu zapalnego nie wpływają na obecność obrzęków podudzi. Natomiast obrzęki obwodowe (w okolicy podudzi) korelują z takimi czynnikami ryzyka sercowo-naczyniowego, jak: wiek, otyłość, wielkość masy lewej komory mięśnia sercowego.

Znanym badaniem nawiązującym do oceny suchej masy ciała w aspekcie oceny stanu na-

wodnienia jest ultrasonograficzna ocena średnicy żyły głównej dolnej (IVC, *inferior vena cava*) oraz jej zmian w różnych fazach oddechowych. W licznych badaniach stwierdzono dodatnią korelację wielkości IVC z wielkością ultrafiltracji i parametrami hemodynamicznymi. Istotne ograniczenia tej metody wiążą się z dużą zmiennością populacyjną wielkości IVC oraz błędami pomiaru wynikającymi z braku doświadczenia osoby badającej. W badaniu Agarwala i wsp., opublikowanym w 2011 roku w *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*, w grupie 100 pacjentów dializowanych wykonano badania echokardiograficzne bezpośrednio po hemodializie, 2-krotnie w czasie 4-tygodniowego cyklu obserwacyjnego. Podstawowy wymiar IVC w fazie okołowdechowej wyniósł 5,1 mm/m², w fazie wydechowej 8,2 mm/m², natomiast wymiar lewej komory (*left atrial diameter*) 2,1 cm/m². Nie stwierdzono istotnej korelacji pomiędzy badanymi parametrami echokardiograficznymi a zmianami wartości ciśnienia tętniczego, zatem nie okazały się one istotnymi czynnikami predykcyjnymi w ocenie suchej masy [7–8].

Za pomocą technik opierających się na ciągłym pomiarze wielkości hemoglobiny, hematokrytu lub całkowitego stężenia białka w surowicy (np. BVM, *Fresenius Medical Care* czy *Criteline, Riverdale Utah*) monitoruje się relatywne zmiany objętości osocza (RBV, *relative blood volume*) w czasie, ale nie ocenia się aktualnej całkowitej objętości osocza.

W badaniu Sinha i wsp. *Dry-Weight Reduction in Hypertensive Hemodialysis Patients* (DRIP) monitorowano zmiany RBV, a relatywne zmiany zdefiniowano jako niezmiennie (faza *plateau*), gdy krzywa zmian (*slope*) była mniejsza od 1,33% wartości średniej (mediany) na godzinę. W badaniu wskazano na fakt, iż wielkość zmiany RBV (od początku do końca zabiegu dializy) wiąże się ze stopniem redukcji śróddializacyjnego ciśnienia tętniczego. Obserwacja ta dotyczyła grupy pacjentów hipertensyjnych [9].

METODA BIOIMPEDANCJI ELEKTRYCZNEJ (BIS). NOWE IMPLIKACJE ZNAJOMEJ METODY?

Metodą, która zyskuje coraz większe znaczenie z powodu braku inwazyjności, relatywnej prostoty wykonania oraz coraz lepszej walidacji w stosunku do metod standardowych, stała się bioimpedancja elektryczna. Na podstawie tej teorii prąd zmienny o niskich częstotliwościach nie może przeniknąć błony komórkowej, natomiast osiągnie przestrzeń zewnątrz-

►►Sucha masa ciała jest opisana jako najniższa tolerowana masa po dializie, osiągnięta przez jej stopniową zmianę, przy której osiąga się minimalizację objawów hiperwolemii i hipowolemii◀◀

mórkową. Przy zastosowaniu wysokich częstotliwości (do 500 kHz) błona komórkowa przepuszcza prąd zmienny. Na podstawie pomiaru oporu elektrycznego (wektora impedancji) oraz estymacji matematycznych opartych na modelach matematycznych (model Cole, wzór Hanai) można, stosując tę metodę, oszacować wielkość podstawowych parametrów stanu nawodnienia, takie jak: wielkość całkowitej wody ustroju (TBW, *total body water*), wielkość przestrzeni zewnątrzkomórkowej (ECW, *extracellular compartment water*) oraz wielkość przestrzeni wewnątrzkomórkowej (ICW, *intracellular compartment water*) [10].

Metoda bioimpedancji elektrycznej została poddana bardzo precyzyjnej walidacji w stosunku do „złotych standardów” (takich jak: metody izotopowe, DEXA, oznaczanie całkowitego potasu w ustroju, pletysmografia) oznaczania przestrzeni wodnych w modelu wieloprzedziałowym, w badaniu wykonanym u ponad 500 osób zdrowych i pacjentów dializowanych, a współczynnik R^2 w tych badaniach wahał się w granicach 0,76–0,90. Kolejnym przełomem w praktycznym zastosowaniu bioimpedancji elektrycznej w codziennej praktyce w celu oszacowania masy stał się model zaproponowany przez Wabela i wsp., oparty na ocenie wielkości przestrzeni zewnątrzkomórkowej ECV mierzonego wielkością przewodnienia lub odwodnienia (ΔOH) w korelacji do wartości ciśnienia tętniczego. Wartości referencyjne ΔOH uzyskano na podstawie pomiaru bioimpedancyjnego wieloczęstotliwościowego (BIS, *bioimpedance spectroscopy*) w populacji 1247 osób rasy kaukaskiej. Wartości referencyjne w grupie kontrolnej (region N) określają wielkość ΔOH od $-1,1$ l do $+1,1$ l (zakres między 10. a 90. percentylem). Na podstawie badań przeprowadzonych w populacji ponad 500 pacjentów leczonych hemodializą określono przedziały zawarte w tym modelu (BCM, *body composition monitoring*), reprezentujące zależność pomiędzy wielkością ΔOH a ciśnieniem tętniczym skurczowym w następujących przedziałach: przedział I — ciśnienie tętnicze skurczowe (SBP, *systolic blood pressure*) > 140 mm Hg oraz $\Delta OH > 2,5$ l; przedział I–II (przejściowy) — SBP > 150 mm Hg oraz $\Delta OH > 1,1 < 2,5$ l; przedział II — SBP > 150 mm Hg oraz $\Delta OH \pm \pm 1,0$ l (normowolemia); przedział III — SBP < 140 mm Hg oraz $\Delta OH \pm 1,0$ l (normowolemia); przedział IV — SBP < 140 mm Hg oraz $\Delta OH > 2,5$ l (znaczna hiperwolemia). Istotnym spostrzeżeniem był fakt występowania w 10% badanej populacji znacznej hiperwolemii przy prawidłowym ciśnieniu tętniczym. Wabel i wsp.

opisują dane ponad 1500 pacjentów z 22 europejskich ośrodków dializacyjnych (średni wiek: 68 ± 14 lat; BMI: $26,8 \pm 5,4$; SBP: 141 ± 24 mm Hg). Ponadto stwierdzono wielkość przewodnienia (w stosunku do normowolemii, model BMC) powyżej 2,5 l u ponad 25% osób [11].

WPLYW OPTIMALNEJ KONTROLI SUCHEJ MASY CIAŁA NA CZAS PRZEŻYCIA PACJENTÓW HEMODIALIZOWANYCH ORAZ LECZONYCH DIALIZĄ OTRZEWNOwą

W badaniu *Swedish Dialysis DataBase and Swedish Renal Registry of Active Treatment of Uremia* obserwowano przez 4 lata 4498 pacjentów hemodializowanych w czasie 9693 sesji dializacyjnych. Założeniem obserwacji było określenie masy ciała jako 3,5% masy należnej w okresie pomiędzy dializami. Autorzy stwierdzili u 30% pacjentów zwiększenie masy ciała o ponad 3%, a u 5% o ponad 5,7%. Relatywnie duży wzrost masy wymagał zastosowania wyższej ultrafiltracji, powyżej 10 ml/h/kg. Interwencja w postaci zmniejszenia nadmiernego zwiększenia masy ciała istotnie wpłynęła na wskaźniki śmiertelności w badanej populacji pacjentów [12]. W badaniu Kalantar-Zadeh i wsp. podczas 2-letniej obserwacji 34107 pacjentów hemodializowanych, u których zwiększenie masy ciała wyniosło powyżej 0,5 kg postdializacyjnej suchej masy ciała (w przedziale 0,5–4,0 kg), stwierdzono zależności pomiędzy wielkością zwiększenia masy ciała a ryzykiem zgonu z wszystkich przyczyn (analogicznie jak u pacjentów z rozpoznaniem niewydolności krążenia) [13]. W badaniu wieloośrodkowym Wizemanna i wsp., trwającym 3,5 roku, u 269 osób hemodializowanych stwierdzono znacznie wyższą śmiertelność w grupie pacjentów, u których indeks przewodnienia ΔOH , oceniany w modelu bioimpedancyjnym BCM, wynosił powyżej 2,5 l [14].

W populacji pacjentów leczonych za pomocą ciągłej ambulatoryjnej dializy otrzewnowej (CAPD, *continuous ambulatory peritoneal dialysis*) również wykazano wpływ przewodnienia na ryzyko zgonu. W badaniu *European Body Composition Monitoring (EuroBCM)*, obejmującym 639 pacjentów z 28 europejskich centrów dializacyjnych, tylko u 40% stwierdzono normowolemię, a ciężkie przewodnienie dotyczyło aż 25,2% badanej populacji. Stwierdzono bardzo dużą zmienność w korelacji pomiędzy wielkością stanu nawodnienia mierzonego za pomocą bioimpedancji elektrycznej (BCM) a wielkością ciśnienia tętniczego [15].

STRESZCZENIE

Pojęcie suchej (oczekiwanej) masy ciała pojawiające się od wczesnego rozwoju przewlekłej dializoterapii wiąże się z uzyskaniem optymalnej masy ciała pacjenta, w aspekcie właściwej kontroli ciśnienia tętniczego, przy minimalizacji liczby powikłań w czasie zabiegu dializy (hipotonii). W związku z ograniczeniami klinicznej oceny stanu nawodnienia są poszukiwane metody dodatkowej oceny, z których największe obecnie znaczenie ma metoda oceny zmian całkowitej objętości osocza w czasie dializy (hemodializy) oraz ocena wielkości prze-

strzeni zewnątrzkomórkowej mierzonej (oszacowanej) za pomocą bioimpedancji elektrycznej (hemodializa, dializa otrzewnowa). Pojawia się coraz więcej badań wskazujących na wpływ monitorowania parametrów stanu nawodnienia, takich jak zwiększenie masy międzydializacyjnej czy ocena wielkości przestrzeni zewnątrzkomórkowej (bioimpedancja elektryczna) na czas przeżycia w populacji pacjentów dializowanych z powodu schyłkowej niewydolności nerek.

Forum Nefrologiczne 2011, tom 4, nr 2, 100–103

Słowa kluczowe: sucha masa, dializa, stan nawodnienia

1. Thomson G.E., Waterhouse K., McDonald H.P. Jr, Friedman E.A. Hemodialysis for chronic renal failure. *Clinical observations*. *Arch. Intern. Med.* 1967; 120: 153–158.
2. Charra B., Laurent G., Chazot C. i wsp. Clinical assessment of dry weight. *Nephrol. Dial. Transplant.* 1996; 11: 16–19.
3. Wizemann V., Schilling M. Dilemma of assessing volume state—the use and the limitations of a clinical score. *Nephrol. Dial. Transpl.* 1995; 10: 2114–2117.
4. Raimann J., Liu L., Tyagi S., Levin N.W., Kotanko P. A fresh look at dry weight. *Hemodial. Int.* 2008; 12: 395–405.
5. Sinha A.D., Agarwal R. Can chronic volume overload be recognized and prevented in hemodialysis patients? The pitfalls of the clinical examination in assessing volume status. *Semin. Dial.* 2009; 22: 480–488.
6. Bednarek-Skublewska A., Zaluska W., Książek A. The relationship between serum level of N-terminal pro-B-type natriuretic peptide and nutritional status, and inflammation in chronic hemodialysis patients. *Clin. Nephrol.* 2010; 73: 14–20.
7. Agarwal R. Hypervolemia is associated with increased mortality among hemodialysis patients. *Hypertension* 2010; 56: 512–517.
8. Agarwal R., Bouldin J.M., Light R.P., Garg A. Inferior vena cava diameter and left atrial diameter measure volume but not dry weight. *Clin. J. Am. Soc. Nephrol.* 2011; 6 (5): 1066–1072.
9. Sinha A.D., Light R.P., Agarwal R. Relative plasma volume monitoring during hemodialysis aids the assessment of dry weight. *Hypertension* 2010; 55: 305–311.
10. Moissl U.M., Wabel P., Chamney P.W. i wsp. Body fluid volume determination via body composition spectroscopy in health and disease. *Physiol. Meas.* 2006; 27: 921–933.
11. Wabel P., Moissl U., Chamney P. i wsp. Towards improved cardiovascular management: the necessity of combining blood pressure and fluid overload. *Nephrol. Dial. Transplant.* 2008; 9: 2965–2971.
12. Lindberg M., Prütz K.G., Lindberg P., Wikström B. Interdialytic weight gain and ultrafiltration rate in hemodialysis: lessons about fluid adherence from a national registry of clinical practice. *Hemodial. Int.* 2009; 13: 181–188.
13. Kalantar-Zadeh K., Regidor D.L., Kovesdy C.P. i wsp. Fluid retention is associated with cardiovascular mortality in patients undergoing long-term hemodialysis. *Circulation* 2009; 119: 671–679.
14. Wizemann V., Wabel P., Chamney P., Zaluska W. i wsp. The mortality risk of overhydration in haemodialysis patients. *Nephrol. Dial. Transplant.* 2009; 24: 1574–1579.
15. Van Biesen W., Williams J.D., Covic A.C. i wsp. EuroBCM Study Group. Fluid status in peritoneal dialysis patients: the European Body Composition Monitoring (EuroBCM) study cohort. *PLoS One* 2011; 6 (2): e17148.

Piśmiennictwo