

Ocena wagi oczekiwanej u pacjentów hemodializowanych z wykorzystaniem bioimpedancyjnego pomiaru stanu nawodnienia z segmentu goleni

Przewlekła choroba nerek (PChN), jako choroba ogólnoustrojowa, prowadząca od zaburzenia równowagi organizmu, zarówno w kompartmentach wodno-elektrolitowych jak i białkowo-energetycznym, stanowi znamienny problem w postępowaniu terapeutycznym. Choroba ta, zaburzając homeostazę ogólnoustrojową prowadzi do licznych powikłań, wśród których najbardziej niebezpieczne dla organizmu ludzkiego jest przewodnienie. Powikłanie to dotyka przede wszystkim pacjentów w ostatnim stadium choroby wymagających leczenia hemodializami.

Pacjenci z PChN leczeni hemodializami wymagają specjalnego postępowania terapeutycznego, umożliwiającego precyzyjne określenie wagi ciała, tzw. wagi oczekiwanej (suchej wagi), a w konsekwencji zminimalizowanie przewodnienia.

Celem niniejszych badań była ocena stanu nawodnienia oraz określenie wagi oczekiwanej u pacjentów z przewlekłą chorobą nerek leczonych hemodializami z wykorzystaniem bioimpedancji segmentalnej z segmentu goleni.

Badanie bioimpedancji segmentalnej z segmentu goleni przeprowadzone zostało w grupie 24 pacjentów leczonych hemodializami. U każdego pacjenta badanie przeprowadzone było średnio 3 – krotnie. Grupę kontrolną stanowiło 20 osób zdrowych.

Parametrem służącym do oceny stanu nawodnienia organizmu ludzkiego był CNR (Calf Normalized Resistivity).

Z przeprowadzonych badań wynika, że nadal większość osób z PChN leczonych hemodializami jest przewodnionych. Wniosek taki można wysnuć na podstawie informacji, że z 24 przebadanych pacjentów tylko 2 (8%) z nich osiągnęło wagę oczekiwaną. Otrzymane wyniki świadczą również o tym, że wartość CNR, u osób zdrowych stanowiących grupę kontrolną, charakteryzuje się dużą stałością i jednolitością w porównaniu z wartościami CNR otrzymanymi u pacjentów z przewlekłą chorobą nerek leczonych hemodializami.

Wyniki te pokazują, że uzyskanie suchej wagi jest procesem długotrwałym i zależy m. in. od masy ciała pacjenta przed hemodializą czy stopnia przewodnienia. Stwierdzono, że obniżanie masy ciała do wartości wagi oczekiwanej powinno się uzyskiwać stopniowo, podczas kolejnych sesji hemodializacyjnych zaś CNR jest parametrem wskaźnikowym, służącym do oceny stanu nawodnienia organizmu ludzkiego.

Dzięki metodzie bioimpedancji segmentalnej z segmentu goleni możemy precyzyjnie określić stan nawodnienia organizmu ludzkiego oraz dokładnie oszacować wagę oczekiwaną u pacjentów z PChN leczonych hemodializami.

(NEFROL. DIAL. POL. 2014, 18, 22-26)

Assessment of dry weight in haemodialysed patients using calf-segmental bioimpedance measurement of hydration state

Chronic renal disease (CRD), as a systemic disease leading to disturbance of the balance of the organism in both water-electrolytic and lipid-energy compartments, is a serious problem for therapeutic procedure. This disease, by violating systemic homeostasis, leads to many complications, among which overhydration is the most dangerous for the human organism. This complication affects primarily patients at the final stage of the disease who require treatment with dialyses.

Patients with CRD treated with dialyses require special therapeutic procedure, which would enable the precise determination of body weight, i.e. expected body weight (dry weight) and, in consequence, minimization of overhydration.

The objective of the presented study was assessment of the state of hydration and determination of the dry weight in patients with chronic renal disease treated with haemodialyses using calf-segmental bio-impedance.

The calf bioimpedance analysis was carried out on a group of 24 patients

Katarzyna PANASIUK-KAMIŃSKA¹
Alicja ZAŁUSKA²
Wojciech ZAŁUSKA²
Andrzej JAROSZYŃSKI¹

¹Katedra i Zakład Medycyny Rodzinnej UM w Lublinie
Kierownik:
Dr hab. n. med. *Andrzej Jaroszyński*

²Katedra i Klinika Nefrologii UM w Lublinie
Kierownik:
Prof. dr hab. med. *Andrzej Książek*

Słowa kluczowe:

- przewlekła choroba nerek
- hemodializa, przewodnienie
- sucha waga
- bioimpedancja segmentalna

Key words:

- chronic renal disease
- haemodialysis
- overhydration
- dry weight
- segmental bio-impedance

Adres do korespondencji:
Katarzyna Panasiuk-Kamińska
Katedra i Zakład Medycyny Rodzinnej UM w Lublinie
ul. Staszica 11
20-081 Lublin
tel.: 81 532 34 43
e-mail: panasiuk.katarzyna@gmail.com

with chronic kidney disease. The research was repeated average 3 times in each patients. The control group consists of 20 healthy people.

CNR (Calf Normalized Resistivity) was used to assess the hydration status in human body.

The study showed that the majority of patients with CRD treated with haemodialyses are still overhydrated. Such a conclusion may be drawn based on the information that from among 24 patients examined only 2 (8%) obtained the dry weight. The results show that CNR in healthy people characterized by constans and homogeneity than CNR in hemodialyses patients.

These results demonstrate that the obtaining of dry weight is a long-term process and depends, among other things, on patient's body weight before dialysis or the degree of overhydration. It was found that reduction in body weight down to the expected body weight value should be obtained gradually, during the subsequent haemodialysis sessions and CNR index can be used to assess of hydration status in human body.

Due to the calf-segmental bio-impedance method it is possible to precisely determine the state of hydration of the human organism, and exactly assess expected weight in patients with CRD treated with haemodialysis.

(NEPROL. DIAL. POL. 2014, 18, 22-26)

Wstęp

Przewlekła choroba nerek (PChN) uwarunkowana jest utratą czynności nefronów, w stopniu nie pozwalającym na utrzymanie homeostazy ogólnoustrojowej. Obecnie obserwuje się znaczny wzrost zachorowalności na tę jednostkę chorobową [1-7]. Szacuje się że na świecie liczba pacjentów z przewlekłą chorobą nerek wynosi ok. 600 mln, zaś w Polsce liczba ta waha się w granicach 4,5 mln [8].

Do prawidłowego funkcjonowania każdego organizmu ludzkiego niezbędne jest zachowanie homeostazy wewnątrzustrojowej. Dotyczy to również pacjentów z PChN, u których dochodzi do zaburzeń w gospodarce wodno-elektrolitowej i wielkości wolemii. Zaburzenia te mogą prowadzić do przewodnienia i związanego z nim nadciśnienia tętniczego lub odwodnienia wraz z towarzyszącymi epizodami hipotonii śródodializacyjnej. Jednocześnie zaburzenia stanu nawodnienia u pacjentów ze schyłkową niewydolnością nerek leczonych hemodializami są jednym z głównych czynników wpływających na długość życia tych pacjentów [9-15].

Metodą umożliwiającą precyzyjne oszacowanie stanu nawodnienia organizmu ludzkiego jest metoda bioimpedancji elektrycznej (BIS) [16-19]. Metoda ta znajduje coraz większe uznanie głównie ze względu na to, że jest szybka, nieinwazyjna, precyzyjna i niedroga. Metoda ta może mieć zastosowanie w ocenie stanu nawodnienia u pacjentów z przewlekłą chorobą nerek leczonych hemodializami. Jako strategia badawcza oparta na właściwościach elektrycznych żywych tkanek, może stanowić ważne ogniwo diagnostyczne w leczeniu i prewencji negatywnych następstw w przewlekłej chorobie nerek [20-22].

Bioimpedancja segmentalna (SBIA – Segmental Bioimpedance Analysis) jest jedną z najdokładniejszych metod służących do oceny stanu nawodnienia organizmu ludzkiego. Bioimpedancja segmentalna umożliwia również określenie tzw. „suchej wagi” (dry weight), definiowanej również jako „waga oczekiwana” (target weight), czyli najmniejsza waga jaką pacjent może uzyskać po hemodializie bez istotnych powikłań w czasie dializy w postaci hipotonii

śróddializacyjnej oraz objawów klinicznych hipo- lub hiperwolemii [23,24]. Wyznaczenie tych parametrów umożliwi efektywne odniesienie się do wagi pacjentów, uzyskanej po zabiegu hemodializy oraz w konsekwencji uzyskanie optymalnego nawodnienia organizmu [19,24-27].

Niniejsza praca ma na celu ocenę możliwości wyznaczenia parametrów, które posłużą do oszacowania stanu nawodnienia pacjentów leczonych hemodializami, wyznaczenia wartości ich wagi oczekiwanej - poprzez porównanie wyników z osobami zdrowymi, stanowiącymi grupę kontrolną, a także określenie stopnia wzajemnych zależności uzyskanych parametrów badawczych.

Materiał i metodyka

W badaniu wzięło udział 24 pacjentów z PChN leczonych hemodializami oraz 20 osób zdrowych stanowiących grupę kontrolną (GK).

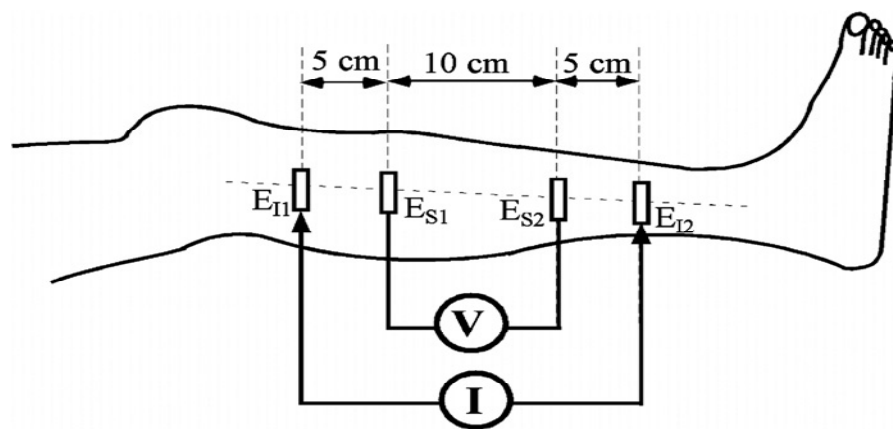
Wśród pacjentów hemodializowanych było 6 kobiet (25% ogólnej liczby pacjentów) oraz 18 mężczyzn (75% ogólnej liczby pacjentów). Grupa kontrolna składała się z 11 kobiet (55% osób stanowiących grupę kontrolną) i 9 mężczyzn (45% osób stanowiących grupę kontrolną).

Wiek pacjentów leczonych hemodializami wynosił $56,1 \pm 9,45$; a w grupie kontrolnej wynosił $33,3 \pm 6,75$.

Badanie przeprowadzone zostało przy użyciu bioimpedancyjnego analizatora Hydra 4200, Xitron Technologies, CA, USA. Pomiar dokonywany był w pozycji leżącej pacjenta, z horyzontalnie ułożonymi kończynami dolnymi, podczas całej sesji hemodializy. Na skórze goleni pacjenta, przeciwległej do kończyny górnej z przetoką tętniczo – żylną, umieszczano, po stronie bocznej, 4 elektrody. Dwie elektrody odbiorcze (E_{S1} , E_{S2}) umieszczane były: jedna w najszerszym punkcie goleni, druga 10 cm poniżej, w najwęższym punkcie goleni. Dwie elektrody przewodzące (E_{I1} , E_{I2}) umieszczane były po tej samej stronie goleni co elektrody odbiorcze, 5 cm powyżej i 5 cm poniżej elektrod odbiorczych. Prąd przepływający przez elektrody miał natężenie 0,8 mA (Ryc. 1) [28].

U każdego pacjenta badanie przeprowadzane było średnio 3-krotnie, podczas kolejnych sesji hemodializy.

Wyniki badań poddano analizie statystycznej. W tabelach przedstawiono następujące statystyki opisowe: średnią, minimum, maksimum, odchylenie standardowe. Do porównywania średnich w podgrupach badanych poddanych HD (kobiety / mężczyźni) zastosowano test t-Studenta dla prób niezależnych. Istotność zmiany wartości CNR, R_e oraz R_s przed HD i po HD zbadano testem t-Studenta dla prób



Rycina 1
Rozmieszczenie elektrod na goleni [28].
Distribution of electrodes on the calf [28].

zależnych. Następnie wykonano jednoczynnikową analizę wariancji, sprawdzając różnice średnich między oboma pomiarami w grupie pacjentów z PCHN i grupą kontrolną, biorąc pod uwagę porównania wielokrotne obliczane testem Sheffego.

Ze względu na niskie liczebności i obecność obserwacji skrajnych wszystkie porównania średnich w obrębie grupy kontrolnej wykonano testem rang U – Manna - Whitney'a. We wszystkich analizach przyjęto 5% błąd wnioskowania.

Badania statystyczne przeprowadzono w oparciu o oprogramowanie komputerowe STATISTICA v.6.0 (StatSoft, Polska).

Wyniki

Badanie bioimpedancji segmentalnej z segmentu goleni przeprowadzone zostało w grupie 24 pacjentów leczonych hemodializami. U każdego pacjenta badanie przeprowadzone był średnio 3 – krotnie, co dało w sumie 70 pomiarów.

Grupę kontrolną stanowiło 20 osób zdrowych, bez rozpoznanej choroby nerek.

Określenie „suchej wagi” u pacjentów leczonych hemodializami oparte jest na stosunku oporu zewnątrzkomórkowego goleni mierzonego na początku hemodializy do oporu zewnątrzkomórkowego goleni mierzonego w czasie pierwszych 20 minut hemodializy (R_o/R_t) oraz na podstawie zestandaryzowanej oporności goleni (CNR – Calf Normalized Resistivity) u zdrowych osób [21].

Wśród przebadanych 24 pacjentów tylko dwóch spełniło ww. kryteria umożliwiające określenie „suchej wagi” i osiągnęło wyznaczoną wagę oczekiwaną.

W tabeli III przedstawiono porównanie wyników badań u pacjentów przed i po zabiegu hemodializy. Przeanalizowano 70 pomiarów u 24 badanych pacjentów. Wykazano, że opór zewnątrzkomórkowy (R_e) ($p < 0,0003$), opór przy częstotliwości 5 kHz (R_s) ($p < 0,0002$) oraz zestandaryzowana

oporność goleni (CNR) ($p < 0,0001$) są istotnie statystycznie wyższe u pacjentów po zabiegu hemodializy w stosunku do wyników otrzymanych przed hemodializą. Istotną

statystycznie różnicę wykazuje również waga pacjentów ($p < 0,0001$), skurczowe ciśnienie krwi ($p < 0,01$) oraz stosunek oporu wewnątrzkomórkowego do oporu zewnątrz-

Tabela I

Wartości masy ciała (kg) i wzrostu (cm) w grupie pacjentów z PCHN leczonych hemodializami. Body weight (kg) and height (cm) values in the group of patients with CRD treated with haemodialyses.

	Wartość minimalna	Wartość maksymalna	Wartość średnia w badanej grupie
Masa ciała przed HD (kg)	50,0	100,2	69,29
Masa ciała po HD (kg)	49,0	90,9	67,03
Wzrost (cm)	158	182	169,09

Tabela II

Wartości masy ciała (kg) i wzrostu (cm) w grupie osób zdrowych stanowiących GK.

Body weight (kg) and height (cm) values in the group of healthy individuals from the control group.

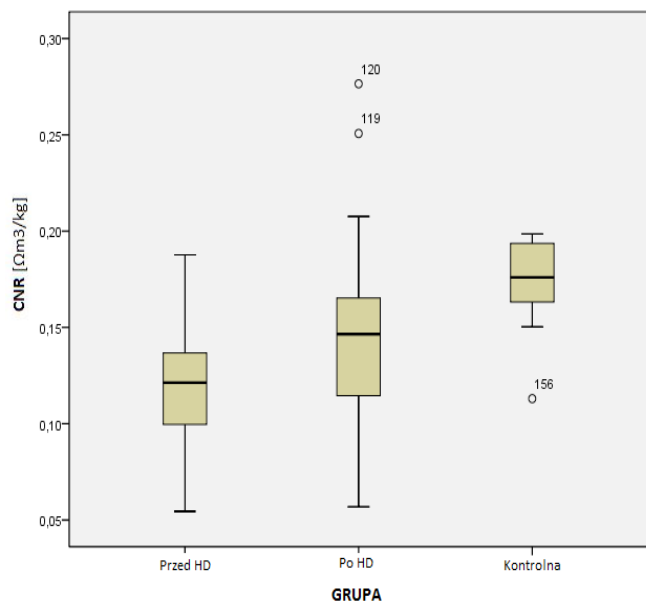
	Wartość minimalna	Wartość maksymalna	Wartość średnia w grupie kontrolnej
Masa ciała (kg)	52	104	70,9
Wzrost (cm)	160	190	171,0

Tabela III

Porównanie wyników u pacjentów z przewlekłą chorobą nerek przed HD i po HD.

Comparison of results in patients with chronic renal disease before and after HD.

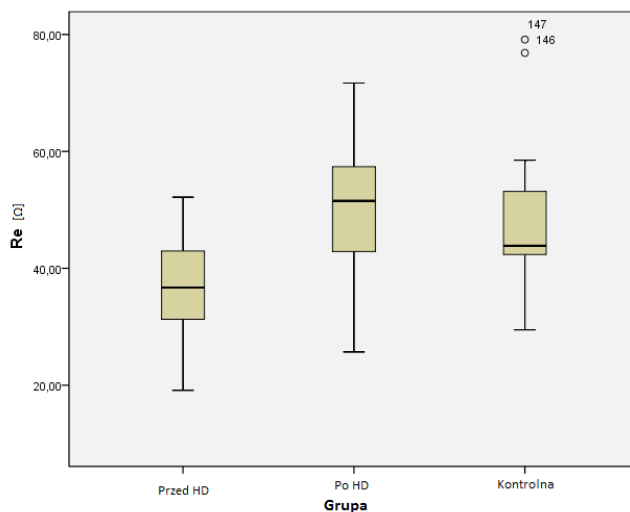
N = 70	Przed HD		Po HD		p
	Średnia		Średnia		
Masa ciała (kg)	69,29 ± 10,26		67,03 ± 10,05		< 0,0001
SBP (mmHg)	136,37 ± 13,50		133,67 ± 15,66		< 0,01
DBP (mmHg)	76,30 ± 7,97		75,76 ± 7,75		Ns
CNR ($\Omega m^2/kg$)	0,12 ± 0,03		0,14 ± 0,04		< 0,0001
R_s (Ω)	35,16 ± 7,91		45,94 ± 9,52		< 0,0002
R_e (Ω)	36,57 ± 8,35		49,20 ± 10,81		< 0,0003
R_i/R_e	1,28 ± 0,41		1,01 ± 0,34		< 0,0004
R_i (Ω)	45,62 ± 15,22		47,85 ± 15,64		Ns



Rycina 2

Porównanie zestandaryzowanej oporności goleni (CNR) u pacjentów przed i po zabiegu hemodializy oraz w grupie kontrolnej.

Comparison of calf normalised resistivity (CNR) in patients before and after haemodialysis procedure, and in the control group.



Rycina 3

Określenie zależności oporu zewnątrzkomórkowego (R_e) u pacjentów z przewlekłą chorobą nerek przed i po zabiegu hemodializy oraz w grupie kontrolnej.

Determination of the relationship of extracellular resistance (R_e) in patients with chronic renal disease prior to and after haemodialysis procedure, and in the control group.

trzkomórkowego (Ri/Re) ($p < 0,0004$) przed i po zabiegu hemodializy. Parametry te są istotnie statystycznie wyższe przed zabiegiem hemodializy w porównaniu z wynikami otrzymanymi po hemodializie.

Na rycinie 2 przedstawiono zależności między pomiarami CNR przed HD i po HD oraz w stosunku do grupy kontrolnej. Wykazano, że pacjenci przed HD mają istotnie statystycznie niższe wyniki: $0,12 \pm 0,03$, niż po HD: $0,14 \pm 0,04$; $p < 0,001$.

Badając, czy obie grupy różnią się od grupy kontrolnej, wykazano istotny związek; osoby z grupy kontrolnej mają wyższy CNR $0,19 \pm 0,06$, niż osoby przed HD $0,12 \pm 0,03$; $p < 0,001$; osoby z grupy kontrolnej mają wyższy CNR $0,19 \pm 0,06$, niż osoby po HD $0,14 \pm 0,04$; $p < 0,001$.

Celem przeprowadzonej analizy jest wykazanie czy istnieje różnica między pomiarami Re przed HD i po HD oraz w stosunku do grupy kontrolnej. Wykazano, że pacjenci przed HD mają istotnie statystycznie niższe wyniki, niż po HD; $p < 0,001$.

Badając, czy obie grupy różnią się od grupy kontrolnej, wykazano istotny związek: pacjenci przed HD mają niższe wyniki niż grupa kontrolna; $p < 0,001$; pacjenci po HD nie różnią się w Re od grupy kontrolnej.

Celem przeprowadzonej analizy jest wykazanie czy istnieje różnica między pomiarami R_s przed HD i po HD oraz w stosunku do grupy kontrolnej. Wykazano, że pacjenci przed HD mają istotnie statystycznie niższe wyniki $p < 0,001$.

Badając, czy obie grupy różnią się od grupy kontrolnej, wykazano istotny związek: pacjenci przed HD mają niższe wyniki, niż w grupie kontrolnej; $p < 0,001$; pacjenci po HD nie różnią się od grupy kontrolnej.

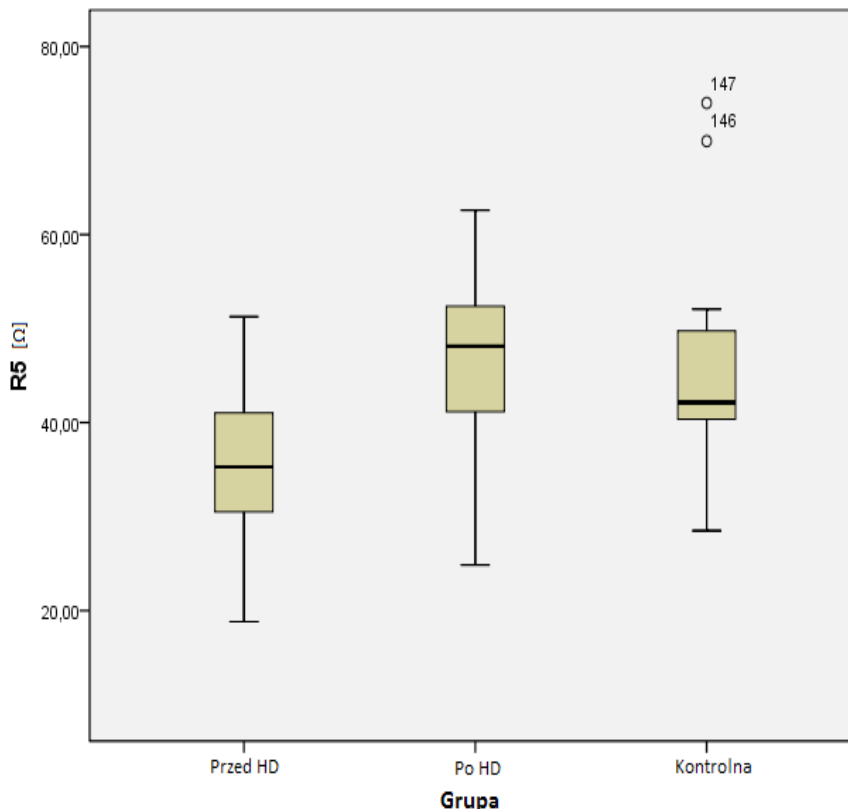
Dyskusja

Jak dotąd uwaga badaczy skupiała się głównie na bioimpedancji całego ciała. Natomiast bioimpedancji segmentalnej z segmentu nogi, poświęcono do tej pory relatywnie niewiele badań.

W badaniach przeprowadzonych przez Zhu i wsp. [28] wykazano, że opór nogi przy częstotliwości 5 kHz nie może być używany jako samodzielny, prawidłowy wskaźnik nawodnienia ciała ludzkiego. Wynika to z różnych właściwości elektrycznych poszczególnych składników nogi (tkanka tłuszczowa, mięśniowa, płyny). Stwierdzono także, że ww. oporność jest silnie związana z odległością między elektrodami odbiorczymi (zakres pomiaru obejmuje także obszar dookoła elektrod). Dlatego też, żeby zminimalizować te różnice, ustalono odległość między elektrodami na 10 cm, a oporność nogi zestandaryzowano do BMI osób zdrowych. Tak zestandaryzowaną oporność nazwano CNR.

Ocena wagi oczekiwanej opiera się na spełnieniu dwóch podstawowych kryteriów: stosunku oporu zewnątrzkomórkowego nogi mierzonego na początku hemodializy do oporu zewnątrzkomórkowego nogi mierzonego w czasie pierwszych 20 minut dializy (R_o/R_t) oraz na podstawie zestandaryzowanej oporności nogi (CNR) wyznaczonej u zdrowych osób stanowiących grupę kontrolną [21,28].

Na podstawie badań przeprowadzonych przez Liu i wsp. [21] na grupie 21 pacjen-



Rycina 4

Określenie zależności pomiędzy oporem przy częstotliwości 5 kHz (R_s) pomiędzy grupą pacjentów z przewlekłą chorobą nerek przed i po zabiegu hemodializy oraz w grupie kontrolnej.

Determination of the relationship between resistance at the frequency of 5 kHz (R_s) between the group of patients with chronic renal disease before and after haemodialysis procedure, and in the control group.

tów, 9 (43%) osiągnęło wagę oczekiwaną. Wśród przebadanych, przez autora pracy, 24 pacjentów leczonych hemodializami, u których wykonano średnio po 3 pomiary bioimpedancji segmentalnej z segmentu nogi, tylko 2 (8%) spełniło kryteria osiągnięcia wagi oczekiwanej. Wyniki te pokazują, że nadal większość badanych pacjentów jest przewodniona, a zmniejszanie masy ciała aż do osiągnięcia wagi oczekiwanej, powinno odbywać się stopniowo, podczas kolejnych sesji hemodializacyjnych. Przyczynami małej liczby pacjentów osiągających suchą wagę mogło być: nadmierne przewodnienie przed badaniem oraz występowanie działań niepożądanych, związanych z odwodnieniem, takich jak: występowanie skurczów mięśniowych, drętwienie kończyn, zawroty głowy, sygnalizacja ogólnego złego samopoczucia ze strony pacjentów, które uniemożliwiały osiągnięcie wagi oczekiwanej. Poza tym zauważono znaczne różnice w średniej masie ciała badanej populacji zarówno przed HD – 69,29 kg jak i po HD – 67,03 kg (ubytek wagi 3,26%), w porównaniu z pacjentami przebadanymi przez Liu i wsp. gdzie średnia masa ciała przed HD wynosiła 78,4 kg, a po HD 73,5 kg (ubytek wagi 6,25%). Wyniki te również w sposób bardzo istotny wpływają na osiągnięcie wagi oczekiwanej, czyli najmniejszej wagi jaką pacjent może uzyskać po zabiegu hemodializy bez istotnych powikłań w czasie dializy w postaci hipotonii śródodializacyjnej oraz objawów klinicznych hipo- lub hiperwolemii. Dlatego tak ważne jest przeprowadzanie dalszych badań umożliwiających osiągnięcie wagi oczekiwanej u większości pacjentów z przewlekłą chorobą nerek leczonych

hemodializami.

Kolejnym celem badawczym niniejszej pracy była ocena stanu nawodnienia pacjentów z przewlekłą chorobą nerek leczonych hemodializami. Zmiany śródodializacyjne pokazują, że opór zewnątrzkomórkowy (Re), opór przy częstotliwości 5 kHz (R_s) oraz zestandaryzowany opór nogi (CNR) są niższe przed zabiegiem hemodializy, w porównaniu do wartości otrzymanych po hemodializie. W świetle obserwacji przeprowadzonych przez Zhu i wsp. [28] w 2011 roku na grupie 30 pacjentów otrzymano porównywalne rezultaty. Wartości CNR uzyskane przez autora niniejszej pracy pokazują, że pacjenci przed zabiegiem hemodializy mają niższe CNR (wartość średnia $0,12 \pm 0,03$) niż pacjenci po hemodializie (wartość średnia $0,14 \pm 0,04$). Zaś wynik CNR zarówno przed jak i po hemodializie jest niższy niż w grupie kontrolnej (wartość średnia $0,19 \pm 0,06$).

Na uwagę zasługuje również fakt, pokazujący, że rozpiętość wartości CNR jest najmniejsza w grupie kontrolnej ($0,16 - 0,21$) w porównaniu z wartościami otrzymanymi przed HD ($0,06 - 0,19$) i po HD ($0,05 - 0,21$) (por. Ryc. 2). Otrzymane wyniki świadczą o tym, że wartość CNR, u osób zdrowych stanowiących grupę kontrolną, jako jedno z dwóch kryteriów umożliwiających określenie wagi oczekiwanej, charakteryzuje się dużą stałością i jednolitością w porównaniu z wartościami CNR otrzymanymi u pacjentów z przewlekłą chorobą nerek leczonych hemodializami.

Powyższe wyniki pokazują, że wartości CNR mogą służyć do oceny stanu nawodnienia u pacjentów z przewlekłą chorobą nerek leczonych hemodializami.

Podsumowanie

Metoda bioimpedancji segmentalnej z segmentu goleni umożliwia w sposób nieinwazyjny, powtarzalny i przede wszystkim precyzyjny oceniać parametry stanu nawodnienia oraz określa w sposób kontrolowany „wagę oczekiwaną” pacjenta [16,26]. Wyznaczenie tego parametru jako głównego celu, który powinien być osiągany po każdym zabiegu hemodializy, ma bardzo istotny wpływ na minimalizację zaburzeń gospodarki wodno – elektrolitowej oraz zaburzenia wolemii. Dlatego bardzo istotne jest precyzyjne oszacowanie stanu nawodnienia pacjentów z przewlekłą chorobą nerek, dzięki czemu znacznie poprawiamy ich komfort życia a przede wszystkim wydłużamy okres przeżycia.

Piśmiennictwo

1. **Cepoi V, Onofriescu M, Segall L, Covic A:** The prevalence of chronic kidney disease in the general population in Romania: a study on 60,000 persons. *Int Urol Nephrol.* 2012; 44: 213-220.
2. **Dolgos S, Hartmann A, Bollerlev J, Vörös P, Rosivall L:** The importance of body composition and dry weight assessments in patients with chronic kidney disease. *Acta Physiol Hung.* 2011; 98: 105-116.
3. **DuBose T:** American Society of Nephrology Presidential Address 2006: Chronic Kidney Disease as a Public Health Threat—New Strategy for a Growing Problem. *J Am Soc Nephrol.* 2007; 18: 1038–1045.
4. **Glassock R, Winearls C:** An epidemic of chronic kidney disease: fact or fiction? *Nephrol Dial Transplant.* 2008; 23: 1122-1121.
5. **Jaffrin MY, Fenech M, Moreno MV, Kieffer R:** Total body water measurement by a modification of the bioimpedance spectroscopy method. *Med Bio Eng Comput.* 2006; 44: 873-882.
6. **Kotanko P, Levin NW, Zhu F:** Current state of bioimpedance technologies in dialysis. *Nephrol Dial Transplant.* 2008; 23: 808-812.
7. **Rutkowski B:** Dializoterapia w praktyce lekarskiej. Wydanie III. Makmedia, Gdańsk 2004; 70.
8. **Król E, Rutkowski B:** Przewlekła choroba nerek – klasyfikacja, epidemiologia i diagnostyka. *Forum Nefrol.* 2008; 1: 1-6.
9. **Booth J, Pinney J, Davenport A:** Do changes in relative blood volume monitoring correlate to hemodialysis – associated hypertension? *Nephrol Clin Pract.* 2011; 117: 179-183.
10. **Booth J, Pinney J, Davenport A:** The effect of vascular access modality on changes in fluid content in the arms as determined by multifrequency bioimpedance. *Nephrol Dial Transplant.* 2011; 26: 227-231.
11. **Carter M, Morris AT, Zhu F, Załuska W, Levin NW:** Effect of body mass index (BMI) on estimation of extracellular volume (ECV) in hemodialysis (HD) patients using segmental and whole body bioimpedance analysis. *Physiol Meas.* 2005; 26: 93-99.
12. **Chumlea WC:** Anthropometric and body composition assessment in dialysis patients. *Semin Dial.* 2004; 17: 466-470.
13. **Nalesso F, Ferrario M, Moissi U, Brendolan A, Zanella M. et al:** Body composition and the heart rate variability to achieve dry weight and tolerance. *Contrib Nephrol.* 2011; 171: 181-186.
14. **Vasko R, Müller GA, Ratliff BB, Jung K, Gauczinski S. et al:** Clinical judgment is the most important element in overhydration assessment of chronic hemodialysis patients. *Clin Exp Nephrol.* 2013; 17:563-8.
15. **Zhou YL, Liu L, Sun F, Ma LJ, Han B. et al:** Calf bioimpedance ratio improves dry weight assessment and blood pressure control in hemodialysis patients. *Am J Nephrol.* 2010; 32: 109-116.
16. **Chamney P, Krämer M, Rode C, Kleinekofort W, Witzemann V:** A new technique for establishing dry weight in hemodialysis patients via whole body bioimpedance. *Kidney Int.* 2002; 61: 2250–2258.
17. **Jaffrin M, Morel H:** Body fluid volumes measurements by impedance: A review of bioimpedance spectroscopy (BIS) and bioimpedance analysis methods. *Med Eng Phys.* 2008; 30: 1257–1269.
18. **Mafecka-Massalska T, Mądro E, Lupa K, Załuska W, Książek A:** Hypertension and dry weight in hemodialyzed patients. *Zdr Publ.* 2010; 120: 388-395.
19. **Seibert E, Müller SG, Fries P, Pattmöller J, Kuss O. et al:** Calf bioimpedance spectroscopy for determination of dry weight in hemodialysis patients: effects on hypertension and left ventricular hypertrophy. *Kidney Blood Press Res.* 2013; 37:58-67.
20. **Genovesi S:** Arterial hypertension in dialysis: up to what point should it be corrected? A lot! *G Ital Nefrol.* 2011; 28: 256-260.
21. **Liu L, Zhu F, G Raimann J, Thijssen S, Sipahioglu MH. et al:** Determination of fluid status in haemodialysis patients with whole body and calf bioimpedance techniques. *Nephrology* 2011; 27: 1440-1476.
22. **Liu L, Zhu F, G Raimann J, Thijssen S, Sipahioglu MH. et al:** Determination of fluid status in haemodialysis patients with whole body and calf bioimpedance techniques. *Nephrology (Carlton).* 2012; 17: 131-140.
23. **Zhu F, Leonard EF, Carter M, Levin NW:** Continuous measurement of calf resistivity in hemodialysis patients using bioimpedance analysis. *Conf Proc IEEE Eng Biol Soc.* 2006; 1: 5126-5128.
24. **Zhou YL, Liu J, Ma L, Sun F, Shen Y. et al:** Impact of Dry Weight Determined by Calf Bioimpedance Ratio on Carotid Stiffness and Left Ventricular Hypertrophy in Hemodialysis Patients. *Artif Organs.* 2013; 27: 1-10.
25. **Basile C, Libutti P, Di Turo AL, Casucci F, Losurdo N. et al:** Bioimpedance and the duration of the hemodialysis session. *ASAIO J.* 2011; 57: 310-313.
26. **Park J, Yang WS, Kim SB, Park SK, Lee SK. et al:** Usefulness of segmental bioimpedance ratio to determine dry body weight in new hemodialysis patient: a pilot study. *Am J Nephrol.* 2009; 29: 25-30.
27. **Raimann J, Liu L, Tyagi S, Levin NW, Kotanko P:** A fresh look at dry weight. *Hemodial Int.* 2008; 12: 395-405.
28. **Zhu F, Kotanko P, Handelman GJ, Raimann JG, Liu L. et al:** Estimation of normal hydration in dialysis patients using whole body and calf bioimpedance analysis. *Physiol Meas.* 2011; 32: 887-902.