



Przydatność oznaczania suchej masy ciała za pomocą bioimpedancji elektrycznej u dializowanych dzieci i młodych dorosłych

The relevance of dry weight estimation by electrical bioimpedance in dialysed children and adolescents

Irena Makulska, Anna Medyńska, Dorota Polak-Jonkisz, Danuta Zwolińska

Katedra i Klinika Nefrologii Pediatricznej, Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu

STRESZCZENIE

WSTĘP: Do określenia tzw. suchej masy ciała zastosowano metodę bioimpedancji elektrycznej (BIA). Głównym celem pracy była ocena przydatności oznaczania suchej masy ciała za pomocą bioimpedancji elektrycznej u przewlekle dializowanych dzieci i młodych dorosłych, w tym w szczególności w odniesieniu do wybranych wykładników biochemicznych i parametrów układu sercowo-naczyniowego. Dodatkowo w tej grupie pacjentów, przy użyciu BIA, analizowano stan odżywienia.

MATERIAŁ I METODY: Badaniem objęto 17 dzieci i młodych dorosłych w wieku od 6 do 24 lat (średnio $15 \pm 3,5$ roku), leczonych przewlekle hemodializą lub dializą otrzewnową. Oceniono wartości ciśnienia tętniczego, badania biochemiczne, parametry sercowe i wyniki z bioimpedancji w badaniu wyjściowym i po 2 miesiącach, po modyfikacji leczenia dializacyjnego w oparciu o parametry BIA.

WYNIKI: Badane parametry ciśnienia tętniczego (skurczowe, rozkurczowe, średnie, tętna) było istotnie niższe podczas drugiego badania w porównaniu z wartościami wyjściowymi. Stężenie hemoglobiny było istotnie wyższe po 2 miesiącach obserwacji. W badaniu echokardiograficznym wykazano istotny wzrost frakcji wyrzutowej lewej komory, przy niezmiennych parametrach anatomicznych serca. Oceniane wskaźniki odżywienia – tkanki beztłuszczowej (LTI) i tłuszczowej (FTI) – nie uległy zmianie. Wykazano dodatnią korelację LTI z ciśnieniem tętniczym i niektórymi parametrami z badania echokardiograficznego.

WNIOSKI: Bioimpedancja elektryczna, jako prosta do przeprowadzenia i nieinwazyjna metoda, może być przydatna do precyzyjnego wyznaczenia tzw. suchej masy ciała u dializowanych dzieci i młodych dorosłych. Adekwatne odwodnienie pacjentów pozwala na normalizację ciśnienia tętniczego krwi, co wiąże się z poprawą funkcji i prawdopodobnie stanu anatomicznego mięśnia sercowego. BIA pozwala także na dokładniejszą ocenę stanu odżywienia dializowanych chorych i wcześniejsze wykrycie niedożywienia, co w przypadku populacji pediatricznej ma znaczenie rokownicze.

SŁOWA KLUCZOWE

dzieci, dializa, młodzi dorośli, bioimpedancja, sucha masa ciała

Received: 16.02.2017

Revised: 18.02.2017

Accepted: 16.03.2017

Published online: 28.04.2017

Adres do korespondencji: Dr hab. n. med. Irena Makulska, Katedra i Klinika Nefrologii Pediatricznej, Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu, ul. Borowska 213, 50-556 Wrocław, tel. +48 606 353 191, e-mail: irena.makulska@umed.wroc.pl

Copyright © Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach
www.annales.sum.edu.pl



ABSTRACT

INTRODUCTION: Electrical bioimpedance (BIA) is used to estimate a patient's dry weight. The main goal of the study was to assess the usefulness of BIA in evaluating dry weight in children and young adults on chronic dialysis, with relation to selected biochemical and cardiovascular parameters. An additional goal was to analyze the state of nutrition by means of BIA.

MATERIAL AND METHODS: 17 children and young adults, aged from 6 to 24 years (mean 15 ± 3.5 years) on hemodialysis or peritoneal dialysis, were examined. We estimated the arterial blood pressure, biochemical results, echocardiographic and bioimpedance parameters during the initial examination. Based on these results, modifications in the dialysis treatment were introduced. The follow-up examination was performed after 2 months.

RESULTS: Arterial blood pressure values were significantly lower at the time of the second examination compared to the first one. The hemoglobin levels were higher after 2 months of observation. In the echocardiographic results, only the EF% improved. The Lin Tissue Indexes (LTI) and the Fat Tissue Indexes (FTI) were similar in both examinations. We observed positive correlations between LTI and arterial blood pressure and some echocardiographic parameters.

CONCLUSION: The arterial blood pressure values were significantly lower at the time of the second examination compared to the first one. The hemoglobin levels were higher after 2 months of observation. In the echocardiographic results, only the EF% improved. The Lin Tissue Indexes (LTI) and the Fat Tissue Indexes (FTI) were similar in both examinations. We observed positive correlations between LTI and arterial blood pressure and some echocardiographic parameters.

KEY WORDS

children, dialysis, bioimpedance, adolescents, dry weight

WSTĘP

Pacjenci leczeni nerkozastępczo powtarzanymi hemodializami i dializą otrzewnową pozostają w stanie większej lub mniejszej toksemii mocznicowej. Bardzo istotne jest, aby w toku leczenia uzyskać jak największe obniżenie stężenia toksyn mocznicowych oraz skutecznie odwadniać chorych do uzyskania, tzw. optymalnej suchej masy ciała. Jest to taka masa, przy której pacjent czuje się dobrze, nie ma obrzęków, nie jest nadmiernie odwodniony, ciśnienie tętnicze krwi ma wartość prawidłową. Do wyznaczenia suchej masy ciała stosowane są subiektywne metody oceny, takie jak: kontrola masy ciała przed dializą i po dializie, pomiary ciśnienia tętniczego krwi, badanie fizykalne. W ostatnim okresie pojawiły się możliwości bardziej obiektywnej oceny, a wśród nich bioimpedancja elektryczna (BIA). Jest to metoda badawcza, pozwalająca na ocenę składu ciała człowieka z uwzględnieniem wody zewnątrz- i wewnątrzkomórkowej, masy tłuszczowej i beztłuszczowej oraz masy komórkowej, bazująca na zróżnicowaniu oporności tkanek dla przepływającego przez nie prądu zmiennego. Do chwili obecnej ukazało się wiele prac dotyczących możliwości praktycznego wykorzystania BIA w naukach biologicznych, w tym także w medycynie [1,2,3,4,5]. Badania dotyczące dzieci są mniej liczne [6,7,8,9]. Wiadomo, że BIA pozwala na szybką, prostą i nieinwazyjną analizę przestrzeni płynowych ustroju, a także stanu odżywienia chorego. Dzieci ze schyłkową niewydolnością nerek, leczone przewlekłe dializami,

są szczególnie narażone na niedożywienie [10,11] i wczesne wystąpienie powikłań sercowo-naczyniowych [12,13].

Głównym celem pracy była ocena przydatności oznaczania suchej masy ciała za pomocą bioimpedancji elektrycznej u przewlekłe dializowanych dzieci i młodych dorosłych, w tym w szczególności w odniesieniu do wybranych wykładników biochemicznych i parametrów układu sercowo-naczyniowego. Dodatkowo w tej grupie pacjentów, przy użyciu BIA, analizowano stan odżywienia.

MATERIAŁ I METODY

Badaniem objęto łącznie 17 dzieci i młodych dorosłych leczonych nerkozastępczo hemodializą (15 pacjentów) lub dializą otrzewnową (2 dzieci), w tym 9 chłopców i 8 dziewczynek w wieku od 6 do 24 lat (średnio $15 \pm 3,5$ roku). Czas dializoterapii w badanej grupie wynosił wyjściowo 22 ± 15 miesięcy. Przyczyny schyłkowej niewydolności nerek w badanej grupie to: u 6 pacjentów wada układu moczowego, u 5 kłębuszkowe zapalenie nerek, w 1 przypadku torbielowość nerek, w 2 pęcherz neurogeny, u 1 dziecka wrodzona nefropatia, u 2 dzieci zespół hemolityczno-mocznicowy.

U każdego pacjenta analizie poddano BMI (*body mass index*), pomiary ciśnienia tętniczego krwi, w tym ciśnienie skurczowe (SBP – *systolic blood pressure*), rozkurczowe (DBP – *diastolic blood pressure*), średnie (MAP – *mean arterial pressure*) i ciśnienie tętna



(PP – *pulse pressure*), stężenie hemoglobiny, albumin, białka ostrej fazy, parathormonu, parametry sercowe i wyniki uzyskane z bioimpedancji. Oceniono takie parametry, jak: OH (*overhydration*) odzwierciedlające przewodnienie w porównaniu z grupą referencyjną, ECW% (*extracellular Water*) czyli OH/ECW określające względne przewodnienie, gdzie ECW oznacza wodę zewnątrzkomórkową, wskaźnik tkanki tłuszczowej FTI (*Fat Tissue Index*) i wskaźnik tkanki beztłuszczowej LTI (*Lean Tissue Index*). Porównano wartości pierwszego badania z wynikami uzyskanymi po 2 miesiącach, po modyfikacji leczenia dializacyjnego, w tym po ustaleniu suchej masy ciała na podstawie parametrów BIA. Badania wykonywano przy użyciu aparatu BCM-Body Composition Monitor (Fresenius Medical Care, Germany), zgodnie z instrukcją producenta, przez tego samego badacza. Przed użyciem urządzenie było kalibrowane i walidowane przez serwis producenta i dystrybutora. Badanie wykonywano u pacjenta w pozycji leżącej, po około 10-minutowym odpoczynku, przed zabiegiem hemodializy lub u pacjenta dializowanego otrzewnowo bez płynu w jamie otrzewnowej. Oceniono korelacje między parametrami BIA i pozostałymi badanymi cechami. W ciągu 2 miesięcy obserwacji leczenie farmakologiczne, w tym przeciwnadciśnieniowe i dawka erytropoetyny, nie uległy istotnej zmianie.

ANALIZA STATYSTYCZNA

W badanych grupach porównywano wartości średnie i odchylenia standardowe ocenianych parametrów – przy zmiennych o rozkładzie normalnym zastosowano test ANOVA, w przypadku zmiennych o rozkładzie asymetrycznym użyto testu Kruskala-Wallisa oceniającego mediany. Badania prowadzono dla założonego poziomu ufności 95%, a różnice przyjmowano za istotne statystyczne, gdy prawdopodobieństwo p popełnienia błędu I rodzaju było mniejsze niż 5% ($p < 0,05$). Hipotezą zerową H_0 było założenie, że średnie wartości lub mediany w grupach są równe. W celu określenia korelacji pomiędzy poszczególnymi zmiennymi wykorzystano współczynnik korelacji Pearsona dla cech o rozkładzie normalnym lub współczynnik korelacji nieparametrycznej Spearmana dla cech o rozkładzie asymetrycznym. Przyjęto podział siły korelacji według następującego schematu: $r = 0$ – brak korelacji; $0 < r < 0,1$ – nikła korelacja; $0,1 < r < 0,3$ – słaba korelacja; $0,3 < r < 0,5$ – przeciętna korelacja; $0,5 < r < 0,7$ – wysoka korelacja; $0,7 < r < 0,9$ – bardzo wysoka korelacja; $0,9 < r < 1$ – korelacja prawie 100%. Analizę statystyczną wykonano przy użyciu programu STATGRAPHICS Centurion XV v.15.2.06 firmy StatPoint, Inc.

WYNIKI

Poziom BMI w badanej populacji nie różnił się istotnie między pierwszym i drugim badaniem. Wartości ciśnienia tętniczego skurczowego, rozkurczowego, średniego i ciśnienia tętna były istotnie statystycznie wyższe w czasie pierwszego badania w porównaniu z badaniem po 2 miesiącach. W przeprowadzonych u pacjentów rutynowo badaniach echokardiograficznych, wyjściowo i po 2 miesiącach, nie wykazano istotnych różnic w takich parametrach, jak: wymiar lewej komory, lewego przedsionka, prawej komory, pierścienia zastawki aortalnej, grubości ściany tylnej lewej komory czy przegrody międzykomorowej. Wzrosła natomiast znacząco frakcja wyrzutowa lewej komory (tab. I). Stężenie hemoglobiny było znacząco wyższe w czasie drugiego badania, nie stwierdzono natomiast różnicy w stężeniu parathormonu, albuminy i CRP (tab. II).

Tabela I. Parametry kliniczne badanych pacjentów
Table I. Clinical characteristics of investigated patients

Grupa, parametr	Badanie I	Badanie II (po 2 mies.)	p
SBP (mmHg)	135,23 ± 13,26	114,11 ± 7,33	$p < 0,0001$
DBP (mmHg)	86,17 ± 7,01	73,35 ± 6,11	$p < 0,0001$
PP (mmHg)	49,05 ± 9,45	40,76 ± 4,67	$p = 0004$
MAP (mmHg)	102 ± 8,55	86,5 ± 6,17	$p < 0,0001$
LVD (mm)	43,35 ± 8,74	38,94 ± 7,41	NS
LAD (mm)	29,35 ± 10,3	29,23 ± 8,01	NS
RVD (mm)	19,94 ± 7,17	18,58 ± 7,22	NS
AoV (mm)	25,41 ± 7,08	24,76 ± 6,73	NS
LVPW (mm)	8,35 ± 2,26	7,41 ± 2,2	NS
IVS (mm)	9,58 ± 2,91	9,58 ± 2,62	NS
EF (%)	59,88 ± 7,46	67,47 ± 5,9	$p = 0,01$
BMI (kg/m ²)	19,17 ± 4,59	18,82 ± 4,74	NS

SBP – ciśnienie skurczowe, DBP – ciśnienie rozkurczowe, MAP – ciśnienie średnie, PP – ciśnienie tętna, LVD – wymiar lewej komory, LAD – wymiar lewego przedsionka, RVD – wymiar prawej komory, AoV – wymiar pierścienia zastawki aortalnej, LVPW – grubość ściany tylnej lewej komory, IVS – grubość przegrody międzykomorowej, EF – frakcja wyrzutowa lewej komory
SBP – *systolic blood pressure*, DBP – *diastolic blood pressure*, MAP – *mean arterial pressure*, PP – *pulse pressure*, LVD – *left ventricular diameter*, LAD – *left atrial diameter*, RVD – *right ventricular diameter*, AoV – *aortal valve diameter*, LVPW – *left ventricular posteriori wall*, IVS – *interventricular septum*, EF – *ejection fraction*



Tabela II. Parametry biochemiczne badanych pacjentów
Table II. Biochemical characteristics of investigated patients

Grupa, parametr	Badanie I	Badanie II (po 2 mies.)	p
Hb (g/dl)	9,96 ± 0,82	11,28 ± 0,83	p = 0,001
iPTH (pg/ml)	478,38 ± 506,79	418,11 ± 287,47	NS
Albumina (g/dl)	3,87 ± 0,35	4,13 ± 0,29	NS
CRP (mg/l)	1,97 ± 2,37	2,73 ± 5,89	NS

Porównano badane parametry bioimpedancji i wykazano istotnie statystycznie większą wartość OH (odzwierciedlającą przewodnienie) oraz %ECW (charakteryzującą względne przewodnienie) w pierwszym badaniu w porównaniu z badaniem drugim, wykonanym po intensyfikacji dializy. Nie różniły się natomiast takie parametry, jak wskaźnik tkanki beztłuszczowej (LTI) i wskaźnik tkanki tłuszczowej (FTI) (tab. III).

Tabela III. Parametry BIA badanej populacji
Table III. BIA – based measurements of study population

Grupa, parametr	Badanie I	Badanie II (po 2 mies.)	p
OH (L)	2,14 ± 2,44	0,47 ± 0,9	p = 0,005
%ECW	15,6 ± 10,95	4,58 ± 6,52	p = 0,005
LTI (kg/m)	11,77 ± 2,89	11,76 ± 3,55	NS
FTI (kg/m)	6,39 ± 5,19	5,98 ± 4,28	NS

OH – przewodnienie, ECW – woda zewnątrzkomórkowa, %ECW – względne przewodnienie, LTI – wskaźnik tkanki beztłuszczowej, FTI – wskaźnik tkanki tłuszczowej

OH – *overhydration*, ECW – *extracellular water*, %ECW – *relative overhydration*, LTI – *Lean Tissue Index*, FTI – *Fat Tissue Index*

Wykazano statystycznie znamienne dodatnią korelację przewodnienia (OH) oraz względnego przewodnienia (ECW%) z wiekiem, ciśnieniem tętniczym skurczowym, średnim i ciśnieniem tętna, z wymiarem lewej komory, lewego przedsionka, prawej komory, pierścienia zastawki aortalnej, grubości ściany tylnej lewej komory, przegrody międzykomorowej, a ujemną korelację ze stężeniem hemoglobiny (tab. IV, V).

Tabela IV. Korelacje liniowe OH z innymi badanymi parametrami
Table IV. Analyses of factors correlated with OH (l)

Zmienne badane	Współcz. korelacji r		p
	1	2	
OH wiek	r = 0,60	p = 0,01	
SBP	r = 0,72	p = 0,001	
PP	r = 0,69	p = 0,002	
MBP	r = 0,61	p = 0,01	
LVD	r = 0,81	p = 0,0001	
LAD	r = 0,71	p = 0,001	

cd. tab. IV

	1	2	3
RVD		r = 0,81	p = 0,0001
AoV		r = 0,70	p = 0,002
LVPW		r = 0,79	p = 0,0003
IVS		r = 0,74	p = 0,0008
Hb		r = -0,56	p = 0,02

OH – przewodnienie, SBP – ciśnienie skurczowe, MAP – ciśnienie średnie, PP – ciśnienie tętna, LVD – wymiar lewej komory, LAD – wymiar lewego przedsionka, RVD – wymiar prawej komory, AoV – wymiar pierścienia zastawki aortalnej, LVPW – grubość ściany tylnej lewej komory, IVS – grubość przegrody międzykomorowej, OH – *overhydration*, SBP – *systolic blood pressure*, MAP – *mean arterial pressure*, PP – *pulse pressure*, LVD – *left ventricular diameter*, LAD – *left atrial diameter*, RVD – *right ventricular diameter*, AoV – *aortal valve diameter*, LVPW – *left ventricular posteriori wall*, IVS – *interventricular septum*

Tabela V. Korelacje liniowe %ECW z innymi badanymi parametrami
Table V. Analyses of factors correlated with %ECW

Zmienne badane	Współcz. korelacji r	p
%ECW wiek	r = 0,54	p = 0,03
SBP	r = 0,76	p = 0,0005
DBP	r = 0,55	p = 0,02
PP	r = 0,66	p = 0,004
MBP	r = 0,70	p = 0,002
LVD	r = 0,76	p = 0,0006
LAD	r = 0,62	p = 0,009
RVD	r = 0,71	p = 0,001
AoV	r = 0,65	p = 0,005
LVPW	r = 0,73	p = 0,001
IVS	r = 0,74	p = 0,0009
Hb	r = -0,72	p = 0,001

%ECW – względne przewodnienie, SBP – ciśnienie skurczowe, DBP – ciśnienie rozkurczowe, MAP – ciśnienie średnie, PP – ciśnienie tętna, LVD – wymiar lewej komory, LAD – wymiar lewego przedsionka, RVD – wymiar prawej komory, AoV – wymiar pierścienia zastawki aortalnej, LVPW – grubość ściany tylnej lewej komory, IVS – grubość przegrody międzykomorowej

%ECW – *relative overhydration*, SBP – *systolic blood pressure*, DBP – *diastolic blood pressure*, MAP – *mean arterial pressure*, PP – *pulse pressure*, LVD – *left ventricular diameter*, LAD – *left atrial diameter*, RVD – *right ventricular diameter*, AoV – *aortal valve diameter*, LVPW – *left ventricular posteriori wall*, IVS – *interventricular septum*

Wskaźnik tkanki beztłuszczowej (LTI) dodatnio korelował z ciśnieniem skurczowym, ciśnieniem tętna, wymiarem lewej komory, lewego przedsionka, prawej komory, pierścienia zastawki aortalnej, grubości ściany tylnej lewej komory, natomiast ujemna korelacja wystąpiła ze stężeniem hemoglobiny. Wskaźnik tkan-



ki tłuszczowej (FTI) dodatnio korelował jedynie z BMI (tab. VI).

Tabela VI. Korelacje liniowe LTI i FTI z innymi badanymi parametrami
Table VI. Analyses of factors correlated with LTI (kg/m) and FTI(kg/m)

Zmienne badane	Współcz. korelacji r	p
LTI SBP	r = 0,53	p = 0,03
PP	r = 0,52	p = 0,03
LVD	r = 0,63	p = 0,008
LAD	r = 0,52	p = 0,03
RVD	r = 0,54	p = 0,02
AoV	r = 0,56	p = 0,02
LVPW	r = 0,54	p = 0,02
Hb	r = -0,67	p = 0,004
FTI BMI	r = 0,77	p = 0,0004

LTI – wskaźnik tkanki beztłuszczowej, FTI – wskaźnik tkanki tłuszczowej, SBP – ciśnienie skurczowe, PP – ciśnienie tętna, LVD – wymiar lewej komory, LAD – wymiar lewego przedsionka, RVD – wymiar prawej komory, AoV – wymiar pierścienia zastawki aortalnej, LVPW – grubość ściany tylnej lewej komory

LTI – *Lean Tissue Index*, FTI – *Fat Tissue Index*, SBP – *systolic blood pressure*, PP – *pulse pressure*, LVD – *left ventricular diameter*, LAD – *left atrial diameter*, RVD – *right ventricular diameter*, AoV – *aortal valve diameter*, LVPW – *left ventricular posteriori wall*

DYSKUSJA

Skuteczne i adekwatne leczenie nerkozastępcze decyduje o jakości i długości życia chorych. Populacja dziecięca i młodzieżowa to grupa, która wymaga szczególnie adekwatnej dializoterapii, gdyż nie zawsze możliwe jest rozpoczęcie leczenia nerkozastępczego od przeszczepienia wyprzedzającego nerki od osoby spokrewnionej.

Jednym z głównych celów skutecznej dializy jest odpowiednie odwodnienie pacjenta. Dowiedziono, że uporczywe przewodnienie wiąże się z gorszym rokowaniem, zarówno u pacjentów leczonych dializami z powodu ostrej, jak i przewlekłej niewydolności nerek [14,15]. Przewodnienie jest jedną z głównych przyczyn nadciśnienia tętniczego, powikłań sercowo-naczyniowych i zwiększonej śmiertelności u dializowanych pacjentów, dotyczy to także populacji dziecięcej [16,17,18]. Mając na celu poprawę jakości leczenia, w tym precyzyjniejsze wyznaczenie suchej masy ciała, wdrożono do jej oszacowania metodę bioimpedancji elektrycznej. W badanej grupie zastosowanie BIA pozwoliło istotnie poprawić takie parametry, jak przewodnienie (OH) oraz względne przewodnienie (ECW%), odzwierciedlające zawartość wody pozakomórkowej w ustroju. W nielicznych publikacjach dotyczących dzieci autorzy donoszą o zastosowaniu różnych parametrów BIA w ocenie stanu

nawodnienia pacjentów. Oh i wsp. badali procentową zmienność rezystancji (%RA), która odzwierciedla opór elektryczny wytwarzany przez przestrzenie płynowe i jest ujemnie zależna od zawartości wody tkankowej. Autorzy wykazali u 14 hemodializowanych dzieci, na podstawie 130 badań BIA, istotną ujemną korelację między zmiennością rezystancji (%RA) a procentową zmiennością masy ciała (%BWA) i objętości krwi (%BVA) oraz indeksem masy lewej komory [19].

W badaniach własnej populacji dzieci i młodych dorosłych wyjściowe wartości ciśnienia tętniczego były istotnie wyższe w porównaniu z wartościami po modyfikacji suchej masy ciała na podstawie badania bioimpedancyjnego. Obniżenie, a zwłaszcza normalizacja ciśnienia tętniczego u dializowanych dzieci, ma niewątpliwie korzystny wpływ na układ sercowo-naczyniowy. Ulinski wykazał znaczącą redukcję indeksu masy lewej komory (LVMI) z $54,8 \pm 4,5$ do $36,2 \pm 2,6$ g/m^{2,7} u 17 dializowanych dzieci, po normalizacji ciśnienia tętniczego krwi i redukcji zawartości wody zewnątrzkomórkowej w ustroju [20]. Brooks i wsp. wykazali u 7 hemodializowanych dzieci obniżenie wartości ciśnienia skurczowego śróddializacyjnego wraz ze zmniejszeniem całkowitej objętości wody w organizmie (TBW) i zwiększeniem wektora bioimpedancji, odzwierciedlającego wzrost ultrafiltracji (UF) [7].

U badanych pacjentów stwierdzono znamienne statystycznie wzrost stężenia hemoglobiny w drugim badaniu w porównaniu z wartościami wyjściowymi. Może to świadczyć o korzystniejszej odpowiedzi organizmu na leczenie erytropoetyną pacjentów adekwatnie odwodnianych podczas dializy. Paglialonga i wsp. porównali m.in. zapotrzebowanie na erytropoetynę u 13 dzieci hemodializowanych w 2007 r. z grupy 18 dzieci leczonych tą metodą w 2011 r. U tych ostatnich suchą masę ciała ustalano na podstawie m.in. parametrów BIA. Autorzy nie wykazali istotnych różnic w stężeniu hemoglobiny i dawce erytropoetyny u dzieci w obu badanych grupach [1].

W analizowanej populacji porównano parametry echokardiograficzne uzyskane w badaniu wyjściowym i po upływie 2 miesięcy od modyfikacji suchej masy ciała opartej na wynikach BIA. Wśród wielu badanych parametrów jedynie frakcja wyrzutowa lewej komory serca (EF%) wykazała znamienne statystycznie wzrost. Wskazuje to na poprawę w pierwszym rzędzie funkcji lewej komory. Pozostałe parametry, odzwierciedlające stan anatomiczny serca, wymagają najprawdopodobniej dłuższego czasu, niż analizowane 2 miesiące. Autorzy, którzy badali stan układu sercowo-naczyniowego u hemodializowanych dzieci i dorosłych, w powiązaniu z modyfikacją dializy opartą na parametrach BIA, jednoznacznie donoszą o jej korzystnym wpływie na poprawę takich parametrów, jak: LVMI, masa lewej komory (LVM) czy przerost lewej komory (LVH) [1,20,21]. U badanych własnych pacjentów, powyższą tezę zdają się potwierdzać dodatnie korela-



cje OH i %ECW z wartościami ciśnienia tętniczego, z parametrami echokardiograficznymi oraz ujemna korelacja ze stężeniem hemoglobiny. BIA stała się metodą przydatną także do oceny stanu odżywienia badanych pacjentów, m.in. poprzez pomiar wskaźnika tkanki beztłuszczowej (LTM) czy wskaźnika tkanki tłuszczowej (FTM). W badanej populacji powyższe wskaźniki nie różniły się istotnie statystycznie między dwoma badaniami. Jest to prawdopodobnie związane ze stosunkowo krótkim czasem obserwacji analizowanych pacjentów. Wykazano natomiast dodatnią korelację LTI z ciśnieniem skurczowym i ciśnieniem tętna oraz z niektórymi parametrami echokardiograficznymi. Wskaźnik FTI w badanej populacji korelował dodatnio tylko z BMI. Canpolat i wsp., badając 18 dzieci dializowanych otrzewnowo i 15 hemodializowanych, wykazali, że wskaźnik tkanki tłuszczowej, wyznaczony badaniem bioimpedancyjnym, istotnie korelował z czasem dializoterapii i młodszym wiekiem dializowanych dzieci. Niezależnym wyznacznikiem obniżenia masy tłuszczowej ciała okazało się

stężenie interleukiny 6, jako znanego wykładnika stanu zapalnego w ustroju [10].

WNIOSKI

1. Bioimpedancja elektryczna, jako prosta do przeprowadzenia i nieinwazyjna metoda, może być przydatna do precyzyjnego wyznaczania suchej masy ciała u dializowanych dzieci i młodych dorosłych.
2. Adekwatne odwodnienie pacjentów pozwala na normalizację ciśnienia tętniczego krwi, co wiąże się z poprawą funkcji i prawdopodobnie stanu anatomicznego mięśnia sercowego.
3. BIA pozwala także na dokładniejszą ocenę stanu odżywienia dializowanych chorych i wcześniejsze wykrycie niedożywienia, co w przypadku populacji pediatrycznej ma znaczenie rokownicze.

Author's contribution

Study design – I. Makulska, A. Medyńska, D. Polak-Jonkisz, D. Zwolińska
Data collection – I. Makulska, A. Medyńska, D. Polak-Jonkisz
Data interpretation – I. Makulska, D. Zwolińska
Statistical analysis – I. Makulska
Manuscript preparation – I. Makulska, D. Zwolińska
Literature research – I. Makulska

PIŚMIENNICTWO

1. Piccoli A. Identification of operational clues to dry weight prescription in hemodialysis using bioimpedance vector analysis. The Italian Hemodialysis-Bioelectrical Impedance Analysis (HD-BIA) Study Group. *Kidney Int.* 1998; 53(4): 1036–1043.
2. Passauer J., Petrov H., Schleser A., Leicht J., Pucalka K. Evaluation of clinical dry weight assessment in haemodialysis patients using bioimpedance spectroscopy: A cross-sectional study. *Nephrol. Dial. Transplant.* 2010; 25(2): 545–551.
3. Levin NW. A method for the estimation of hydration state during hemodialysis using a calf bioimpedance technique. *Physiol. Meas.* 2008; 29: S503–S516.
4. Kuhlmann M.K., Zhu F., Seibert E., Levin N.W. Bioimpedance, dry weight and blood pressure control. New methods and consequences. *Curr. Opin. Nephrol. Hypertens.* 2005; 14: 543–549.
5. Kusztal M., Dzierżek P., Gołębiowski T., Weyde W., Klinger M. Different body fluid volumes measured by single- and multi-frequency bioelectrical impedance analyzers in overweight/obese renal patients. *Postępy Hig. Med. Dosw.* 2015; 69: 633–637.
6. Paglialonga F., Ardissino G., Galli MA., Scarfia RV., Testa S., Edefonti A. Bioimpedance analysis and cardiovascular status in pediatric patients on chronic hemodialysis. *Hemodial. Int.* 2012; 16: S20–S25.
7. Brooks E.R., Fatallah-Shaykh S.A., Langman C.B., Wolf K.M., Price H.E. Bioelectric impedance predicts total body water, blood pressure, and heart rate during hemodialysis in children and adolescents. *J. Ren. Nutr.* 2008; 18: 304–311.
8. Fenech M., Maasrani M., Jaffrin M.Y. Fluid volumes determination by impedance spectroscopy and hematocrit monitoring: Application to Pediatric hemodialysis. *Artif. Organs* 2001; 25: 89–98.
9. Bradbury M.G., Smye S.W., Brocklebank J.T. Assessment of the sensitivity of bioimpedance to volume changes in body water. *Pediatr. Nephrol.* 1995; 9: 337–340.
10. Canpolat N., Caliscan S., Sever L., Tasdemir M., Ekmekci O.B., Pehlivan G., Shroff R. Malnutrition and its association with inflammation and vascular disease in children on maintenance dialysis. *Pediatr. Nephrol.* 2013; 28: 2149–2156.
11. Srivaths P.R., Silverstein D.M., Leung J., Hrishnamurthy R., Goldstein S.L. Malnutrition-inflammation-coronary calcification in pediatric patients receiving chronic hemodialysis. *Hemodial. Int.* 2010; 14: 263–269.
12. Makulska I., Szczepańska M., Drożdż D., Polak-Jonkisz D., Zwolińska D. Skin autofluorescence as a marker of cardiovascular risk in children with chronic kidney disease. *Pediatr. Nephrol.* 2013; 28: 121–128.
13. Makulska I., Szczepańska M., Drożdż D., Polak-Jonkisz D., Zwolińska D. Skin autofluorescence as a novel marker of vascular damage in children and adolescents with chronic kidney disease. *Pediatr. Nephrol.* 2015; 30(5): 811–819.
14. Agarwal R. Hypervolemia is associated with increased mortality among hemodialysis patients. *Hypertension* 2010; 56: 512–517.
15. Sutherland S.M., Zappitelli M., Alexander S.R., Chua A.N., Brophy P.D., Bunchman T.E., Hackbarth R., Somers M.J., Baum M., Symons J.M., Flores F.X., Benfield M., Askenazi D., Chand D., Fortenberry J.D., Mahan J.D., McBryde K., Blowey D., Goldstein S.L. Fluid overload and mortality in children receiving continuous renal replacement therapy: the prospective pediatric continuous renal replacement therapy registry. *Am. J. Kidney Dis.* 2010; 55(2): 316–325.
16. Holttä T., Happonen J.M., Ronnholm K., Fyhrquist F., Hilmberg C. Hypertension, cardiac state, and the role of volume overload during peritoneal dialysis. *Pediatr. Nephrol.* 2001; 16: 324–331.
17. Martin L.C., Franco R.J., Gavras I., Matsubara B.B., Garcia S., Caramori J.T., Barretti B.B., Balbi A.L., Barsanti R., Padovani C., Gavras H. Association between hypervolemia and ventricular hypertrophy in hemodialysis patients. *Am. J. Hypertens.* 2004; 17: 1163–1169.



18. Wizemann V., Wabel P., Chamney P., Zaluska W., Moissl U., Rode C., Malecka-Masalska T., Marcelli D. The mortality risk of overhydration in haemodialysis patients. *Nephrol. Dial. Transplant.* 2009; 24: 1574–1579.

19. Oh G., Wong C., Begin B., Salsbery K., Sutherland S., Chaudhuri A. Whole-body single-frequency bioimpedance analysis in Pediatric hemodialysis patients. 2014; 29: 1417–1423.

20. Ulinski T., Genty J., Viau C., Tillous-Borde I., Deschenes G. Reduction of left ventricular hypertrophy in children undergoing hemodialysis. *Pediatr. Nephrol.* 2006; 21: 1171–1178.

21. Agarwal R., Bouldin J.M., Light R.P., Gerg A. Probing dry-weight improves left ventricular mass index. *Am. J. Nephrol.* 2011; 33: 373–380.