



Ryszard Gellert

Klinika Nefrologii Centrum Medycznego Kształcenia Podyplomowego w Warszawie

Leczenie niewydolności serca ultrafiltracją

Ultrafiltration for heart failure therapy

ABSTRACT

Heart failure, acute, exacerbated, or chronic activates antidiuresis and results in the regulatory sodium and water retention, mainly within the extracellular compartment. Diuretics remove more water than sodium, which activates thirst. Ultrafiltration in extracorporeal circulation or during peritoneal dialysis removes water and sodium in equal proportions. The results of both treatment methods — using diuretics or ultrafiltration — and their complications are similar, although the extracorporeal ultrafiltration is faster, more favourable to the heart, and for a longer time reduces fluid overload. Unfortunately, ultrafiltration

is much more expensive. Thus, it seems reasonable to restrict the use of ultrafiltration to all cases of heart failure refractory to diuretics, and to adjust its rate to the clinical situation. Due to the limited vascular refilling rate one should not remove, depending on the method, more than 6–8 litres of plasma water per day. In chronic heart failure the peritoneal dialysis seems an effective method of preventing heart failure exacerbations and hospitalizations. The same holds true for the repeated, scheduled extracorporeal ultrafiltration treatments.

Forum Nefrologiczne 2014, vol. 7, no 1, 12–16

Key words: dialysis, hemodialysis, heart failure, ultrafiltration, resistance to diuretics

►►Diureza dobową nie powinna być mniejsza niż 1000–1500 ml, ponieważ dorośli mężczyźni w ciągu doby wydają w moczu 1000–1200 mOsm, a kobiety 750–830 mOsm, z czego 51–53% stanowi mocznik — główny produkt katabolizmu białek◀◀

WSTĘP

W niewydolności serca zmniejsza się wypełnienie dużych naczyń tętniczych, co prowadzi do zatrzymania wody i sodu, czego objawem są obrzęki zastoinowe, obwodowe i centralne, przy prawidłowym stężeniu sodu w osoczu. Objawy zastoju spotyka się u 90% pacjentów ze zdekompenowaną niewydolnością serca, choć tylko u 54% z nich czynność skurczowa lewej komory jest wyraźnie upośledzona [1]. Do zatrzymania wody i sodu dochodzi, ponieważ stale jest podtrzymywana aktywność prawidłowo działających wszystkich mechanizmów regulujących gospodarkę wodno-elektrolitową [2]. Mechanizmy te normalizują centralną wolemę lub zmniejszają hipowolemę, które nie mogą być utrzymane wskutek stale utrzymującej się niewydolności serca. Powstający mechanizm błędnego koła doprowadza w końcu do centralnej normowolemii, ale za cenę ogólnoustrojowego przewodnienia. Dlatego podstawą leczenia zastoju w niewydolności serca jest podawanie diuretyków [3].

DIUREZA A ULTRAFILTRACJA

Woda spożyta w postaci pokarmów i napojów jest wydalana przede wszystkim przez nerki. Musi jej być wystarczająco dużo, by usunąć wszystkie rozpuszczalne w niej produkty metabolizmu i cały nadmiar spożytych elektrolitów. Właściwa objętość płynów przepływających przez organizm w ciągu doby jest konieczna do usunięcia produktów metabolizmu białek i spożytych minerałów, także u osób z niewydolnością serca. Diureza dobową nie powinna być mniejsza niż 1000–1500 ml, ponieważ dorośli mężczyźni w ciągu doby wydają w moczu 1000–1200 mOsm, a kobiety 750–830 mOsm, z czego 51–53% stanowi mocznik — główny produkt katabolizmu białek [4]. U osób starszych zdolność zagęszczania moczu ulega zmniejszeniu i dlatego mogą one wymagać większego spożycia płynów niż młodzi ludzie. Zmniejszenie diurezy spowodowane hipowolemią z powodu niewydolności serca lub odwodnienia będącego następstwem zbyt ma-

Adres do korespondencji:

prof. dr hab. n. med. Ryszard Gellert
Klinika Nefrologii, Centrum Medyczne
Kształcenia Podyplomowego,
Szpital Bielański
ul. Ceglowska 80, 01–809 Warszawa
e-mail: gellert@people.pl

łej podaży płynów powoduje retencję niewydalonych substancji, zwiększenie osmolalności osocza i pobudzenie podwzgórzowych mechanizmów pragnienia, a w konsekwencji — wydzielanie działającej antydiuretycznie wazopresyny. Jednocześnie zwiększa się łaknienie sodu. U osób zdrowych wystarcza to zwykle do przywrócenia normowolemii, ale w niewydolności serca nie ma takiej możliwości. Stale zatrzymywana woda i sód gromadzą się głównie w przestrzeni pozakomórkowej, ponieważ wszystkie komórki mają bardzo sprawne mechanizmy regulacji własnej objętości. Dzięki nim uwodnienie beztłuszczowej masy ciała jest jednakowe u obu płci i pozostaje stałe przez całe dorosłe życie [5].

U osób ze schyłkową niewydolnością nerek leczonych dializami nagromadzony nadmiar wody i sodu jest usuwany w drodze ultrafiltracji. Jest ona wywoływana tak samo jak w kłębuszku nerkowym, tj. w wyniku różnicy ciśnień po dwóch stronach półprzepuszczalnej błony dializacyjnej. Mechanizmem napędowym ultrafiltracji w hemodializie jest różnica ciśnień hydraulicznych, a w dializie otrzewnowej — różnica ciśnień osmotycznych. Ultrafiltracja powoduje odsączenie z osocza części wody i zawartych w niej substancji, głównie drobnocząsteczkowych. Taki sam zabieg można też wykonać u przewodnionych osób bez niewydolności nerek, co przewidzieli już twórcy pierwszego dializatora odpornego na spore ciśnienia hydrauliczne [6].

ARMAMENTARIUM DO LECZENIA NIEWYDOLNOŚCI SERCA ULTRAFILTRACJĄ

Początkowo stosowanie izolowanej ultrafiltracji u osób bez niewydolności nerek ograniczono do przypadków niewydolności serca nieodpowiadających na leczenie diuretykami. Nieodmiennie stwierdzano, że ultrafiltracja rzędu 2–3 l prowadzona w tempie 500 ml/h jest skuteczna w zmniejszaniu zastoju i nawet przywraca wrażliwość na diuretyki [7]. Od tego czasu opracowano wiele urządzeń do ultrafiltracji. Wadą większości z nich jest konieczność założenia wkłucia centralnego oraz unieruchomienia pacjenta w łóżku na cały czas wielogodzinnego zabiegu. Na szczególną uwagę zasługuje zatem zminiaturyzowane i mobilne urządzenie *Aquadex* firmy Gambro, już wykorzystywane w Stanach Zjednoczonych, a pewnie wkrótce i w Europie, w którym dostęp do krwi zapewnia cewnik wprowadzony do żyły obwodowej. Największa wada tego systemu to bardzo wy-

soka cena — zarówno samego aparatu, jak i materiałów eksploatacyjnych. Urządzenie pozwala odsączyć do 6000 ml/dobę wody osocza, w tym równoważną ilość sodu.

Wszystkie zabiegi przeprowadzane w krążeniu pozaustrojowym wymagają stosowania ciągłej antykoagulacji. Zwykle stosuje się heparynę niefrakcjonowaną w dawce 5000 j.m. z następową infuzją dożylną 1000 j.m./h. Dawka początkowa może być mniejsza (np. 2000 j.m.), jeśli zapewniony jest duży przepływ krwi przez filtr (> 200 ml/min).

Ponieważ stężenie sodu w ultrafiltracie jest tylko nieco niższe niż w osoczu, to — zależnie od jego stężenia w osoczu — w 1000 ml ultrafiltratu można usunąć nawet około 3,1 g sodu, co odpowiada ilości zawartej w 7,7 g NaCl. Z kolei stosowanie diuretyków pozwala uzyskać stężenie sodu w moczu 2-krotnie niższe niż w osoczu, a zatem i ilość wydalanego sodu nie przekracza w przypadku takiego leczenia 1,6 g/l [8]. Ultrafiltracja jest zatem dwa razy bardziej efektywna niż nerki w usuwaniu sodu w porównaniu z wodą. Nieuchronnie, stosowanie diuretyków powoduje usunięcie większej ilości wody niż sodu, a tym samym zwiększa pragnienie, co zmniejsza skuteczność leczenia.

WYNIKI LECZENIA NIEWYDOLNOŚCI SERCA ULTRAFILTRACJĄ I/LUB DIURETYKAMI

Leczenie ultrafiltracją różni się od leczenia diuretykami tym, że ultrafiltracja, o ile nie zmniejszy objętości wewnątrznaczyniowej, nie doprowadza do wzrostu osmolalności osocza i nie pobudza pragnienia. Leczenie diuretykami zawsze usuwa więcej wody niż sodu, co pobudza pragnienie, tak samo jak to się dzieje w przypadku spożycia słonego posiłku. Z tego powodu miesiąc po zakończeniu terapii diuretykami obserwowano, że masa ciała powracała do tej sprzed leczenia, czemu towarzyszyło pogorszenie wydolności serca. U leczonych ultrafiltracją zmniejszenie masy ciała i poprawa wydolności krążenia utrzymywały się przez co najmniej 3 miesiące [9]. Kolejnego dowodu na korzystny wpływ ultrafiltracji na skład płynów ustrojowych dostarczyło badanie EUPHORIA, w którym wykazano po tym leczeniu stabilność natremii w ciągu 90 dni od zakończenia hospitalizacji [10].

Niestety, usuwanie za pomocą ultrafiltracji nieco większych ilości płynów ustrojowych, na przykład 4000 ml, z szybkością 500 ml/min pogarsza perfuzję nerek [11], ale jedynie w takim samym stopniu, jak leczenie diuretykami

▶▶Mechanizmem napędowym ultrafiltracji w hemodializie jest różnica ciśnień hydraulicznych, a w dializie otrzewnowej — różnica ciśnień osmotycznych. Ultrafiltracja powoduje odsączenie z osocza części wody i zawartych w niej substancji, głównie drobnocząsteczkowych. Taki sam zabieg można też wykonać u przewodnionych osób bez niewydolności nerek◀◀

▶▶Ultrafiltracja jest dwa razy bardziej efektywna niż nerki w usuwaniu sodu w porównaniu z wodą. Nieuchronnie, stosowanie diuretyków powoduje usunięcie większej ilości wody niż sodu, a tym samym zwiększa pragnienie, co zmniejsza skuteczność leczenia◀◀

▶▶Usuwanie za pomocą ultrafiltracji nieco większych ilości płynów ustrojowych, na przykład 4000 ml, z szybkością 500 ml/min pogarsza perfuzję nerek, ale jedynie w takim samym stopniu, jak leczenie diuretykami◀◀

▶▶ Ultrafiltracja powodowała poprawę parametrów sercowych przy stabilnych wartościach ciśnienia tętniczego i częstości serca. Z kolei leczenie diuretykami obniżało ciśnienie tętnicze i zwiększało częstość serca, nie modyfikując przy tym istotnie wskaźników sercowych. Powyższe odmienności obu sposobów leczenia miałyby tłumaczyć, dlaczego w badaniu UNLOAD rehospitalizacje w ciągu 90 dni od wypisania ze szpitala po leczeniu ultrafiltracją były znacznie rzadsze niż u leczonych diuretykami◀◀

▶▶ Ultrafiltracja w porównaniu z leczeniem diuretykami [16]:
— usuwa znacząco większe ilości płynów przy podobnym pogorszeniu filtracji kłębuszkowej i rokowaniu co do wypisania ze szpitala;
— zmniejsza częstość rehospitalizacji ogółem, choć te z przyczyn nagłych są częstsze;
— nie wpływa istotnie na rokowanie co do życia◀◀

[12]. Ostatecznych dowodów na to, że ultrafiltracja i diuretyki w odmienny sposób wpływają na niewydolny układ krążenia, dostarczyło badanie ULTRADISCO [13]. W badaniu tym stwierdzono, że — w przeciwieństwie do diuretyków — ultrafiltracja powodowała poprawę parametrów sercowych przy stabilnych wartościach ciśnienia tętniczego i częstości serca. Z kolei leczenie diuretykami obniżało ciśnienie tętnicze i zwiększało częstość serca, nie modyfikując przy tym istotnie wskaźników sercowych. Powyższe odmienności obu sposobów leczenia miałyby tłumaczyć, dlaczego w badaniu UNLOAD rehospitalizacje w ciągu 90 dni od wypisania ze szpitala po leczeniu ultrafiltracją były znacznie rzadsze niż u leczonych diuretykami [14]. Co więcej, stosowanie ultrafiltracji pozwalało utrzymać stabilność układu krążenia w ciągu pierwszej doby zabiegu mimo 2-krotnie większego tempa odwadniania w porównaniu z diuretykami. Dzięki temu istotnie skracał się okres ostrej fazy leczenia niewydolności serca [15].

Wnioski z metaanalizy 5 badań, w której porównywano leczenie niewydolności serca ultrafiltracją lub diuretykami (RAPID-CHF, UNLOAD, ULTRADISCO, Hanna, CARRESS-HF) wskazują, że ultrafiltracja w porównaniu z leczeniem diuretykami [16]:

- usuwa znacząco większe ilości płynów przy podobnym pogorszeniu filtracji kłębuszkowej i rokowaniu co do wypisania ze szpitala;
- zmniejsza częstość rehospitalizacji ogółem, choć te z przyczyn nagłych są częstsze;
- nie wpływa istotnie na rokowanie co do życia.

Szczególny problem w ocenie wyników leczenia ultrafiltracją i diuretykami sprawia badanie CARRESS-HF [17]. Badanie to przerwano z powodu znaczącego wzrostu stężenia kreatyniny w osoczu oraz częstszych powikłań leczenia, jakie powodowała ultrafiltracja. Do badania włączono 188 osób spośród planowanych 200. Losowo przydzielano je do leczenia diuretykami w stopniowo zwiększanych dawkach lub ultrafiltracją 200 ml/h przez średnio 40 godzin. Na podkreślenie zasługuje fakt, że w czasie ultrafiltracji nie stosowano diuretyków, niezależnie od ich poprzedniego podawania. Z badania wyłączono osoby, u których stężenie kreatyniny w surowicy przekraczało 3,5 mg/dl, otrzymujące leki rozszerzające naczynia krwionośne (wazodylatatory) oraz leki inotropowe.

Dobowa ilość usuwanego łącznie płynu w badaniu CARRESS-HF była większa w pierwszych 2 dniach terapii u osób leczonych ultrafiltracją, z tym że diureza dobową u tych

osób była znacząco mniejsza. Tym niemniej, mimo braku podaży diuretyków i usuwania 1500–2800 ml wody osocza w ciągu doby, diureza dobową u leczonych ultrafiltracją przekraczała 2000 ml w ciągu pierwszych 4 dni leczenia. Wydaje się mało prawdopodobne, by w Europie ktokolwiek prowadził leczenie niewydolności serca z użyciem ultrafiltracji przy tak dobrze zachowanej diurezie. Nie dziwi też, że w tych warunkach dochodziło do nieznacznego, choć statystycznie istotnego, pogorszenia czynności nerek — średni wzrost kreatyninemia wynosił 0,2 mg/dl. Dziwić może natomiast fakt stosowania bardzo dużych dawek diuretyków — program stopniowania dawki przewidywał podanie nawet 800 mg furosemidu w ciągu doby. Te tak istotne dla oceny pracy informacje autorzy zawarli jedynie w aneksie, skupiając się w treści publikacji na klinicznie nieistotnym zwiększeniu stężenia kreatyniny i powikłaniach, których łączna liczba była co prawda większa niż w przypadku leczenia diuretykami, ale żaden z tych objawów nie wystąpił zamiennie częściej w którejś z grup. Takie postępowanie autorów spotkało się z licznymi niepoehlebnymi komentarzami. Wydaje się, że w badaniu CARRESS-HF ultrafiltrację prowadzono u osób, u których nie było do tego wskazań, a zwłaszcza nie stwierdzano u nich oporności na diuretyki — i to niezależnie od tego, że pojęcie to nie zostało dotychczas satysfakcjonująco zdefiniowane. W doświadczeniach ośrodka autorów niniejszego artykułu za oporność na diuretyki uważa się sytuację, w której furosemid w ciągłym wlewie dożylnym w dawce 200 mg/dobę nie powoduje diurezy zapewniającej ujemny bilans płynów [18]. Koreluje to z poglądem wielu autorów, zgodnie z którym za oporność na diuretyki należy uznać taką sytuację kliniczną, w której mimo ich podawania nie udaje się uzyskać satysfakcjonującej klinicznie diurezy.

OPTIMALNE TEMPO ULTRAFILTRACJI

Przy usuwaniu płynu zastoinowego dowolną metodą niezwykle istotne jest utrzymanie stałej objętości osocza. W czasie ultrafiltracji, także tej w kłębuszkach nerkowych, jest bowiem usuwana woda osocza. W celu utrzymania wolemii na niezmiennym poziomie i zapewnienia stabilności hemodynamicznej na miejsce wody usuwanej z osocza musi napłynąć równoważna ilość płynu z przestrzeni pozanaczyniowej (*refilling*). Jeśli tak się nie stanie, dochodzi do odruchowego skurczu naczyń

i przyspieszenia czynności serca, zwiększenia wydzielania wazopresyny i aktywacji układu współczulnego. W klasycznym już eksperymencie Schneditz [19] w ciągu 20 min usuwał z osocza 730 ml wody osocza i stwierdził, że jego objętość wracała do normy dopiero po godzinie. Nie znaczy to jednak, że maksymalne tempo napełniania naczyń wynosi 730 ml/h. Stosowanie ultrafiltracji 600 ml/h przez cały czas zabiegu hemodializy powodowało progresywne zmniejszanie objętości krwi krążącej, a zatem i osocza [20]. Z kolei w czasie zabiegów ultrafiltracji, w których utrzymywano stałą objętość osocza przez odpowiednią modulację tempa ultrafiltracji, tylko przez pierwsze 2 godziny można było stosować ultrafiltrację rzędu 10–15 ml/min (600–900 ml/h), a od 4. godziny tempo nie mogło przekraczać średnio 360 ml/h. W klinice autorów niniejszego artykułu nie stosuje się tempa ultrafiltracji większego niż 300 ml/h (a dokładniej 0,08 ml/kg mc./min lub 5 ml/kg mc./h) [19]. Wydaje się, że jest to bezpieczne tempo ultrafiltracji, której wielkość jest dobrze uzasadniona doświadczalnie i zapewnia normowolemie przez cały czas nawet kilkudniowego zabiegu. Nie obserwowano bowiem objawów hipowolemii mimo ponad 24 godzin ciągłej ultrafiltracji. Powyższa szybkość ultrafiltracji pozwala też na maksymalizację tempa usuwania płynu zastoinowego i korzystnie koryguje wskaźniki wydolności serca. Opisywane w innych pracach tempo ultrafiltracji 200 ml/h wydaje się niepotrzebnie wydłużać czas zabiegu, zwłaszcza że ultrafiltrację stosuje się przede wszystkim w leczeniu ostrej lub zaostrzonej nie-

wydolności serca. W przewlekłej niewydolności serca odpornej na diuretyki konieczne bywa zapobieganie kolejnym zaostrzeniom poprzez powtarzaną co kilka dni ultrafiltrację w krążeniu pozaustrojowym. Jednak nawet mniejsze tempo ultrafiltracji stosowane niezmiennie przez wiele dni w czasie leczenia ciągłą dializą otrzewnową znakomicie poprawia pracę niewydolnego serca i zapobiega hospitalizacjom [21].

PODSUMOWANIE

Niewydolność serca nieuchronnie powoduje zastój, czyli zatrzymanie wody i sodu. Ultrafiltracja usuwa wodę i sód w takich proporcjach, jak w osoczu, co zapobiega aktywacji mechanizmu pragnienia, o ile nie dojdzie do hipowolemii. Dzięki temu poprawiają się wskaźniki sercowe, a retencja płynów po zakończeniu terapii jest wolniejsza niż po leczeniu diuretykami, które aktywują mechanizm pragnienia. Obie metody stosowane energicznie ze względu na sytuację kliniczną zagrażającą życiu (zaostrzenie niewydolności serca) mogą prowadzić do podobnej, niewielkiej hipowolemii przejawiającej się pogorszeniem filtracji kłębuszkowej, którą odzwierciedla wzrost stężenia kreatyniny w surowicy. Powikłania obu metod są rzadkie, a śmiertelność podobna, choć koszt w obu przypadkach znacznie się różni. Uzasadnione wydaje się zatem ograniczenie stosowania ultrafiltracji do przypadków ostrej lub przewlekłej niewydolności serca uznanych przez zespół leczący za odporne na leczenie diuretyczne.

►►W klinice autorów niniejszego artykułu nie stosuje się tempa ultrafiltracji większego niż 300 ml/h (a dokładniej 0,08 ml/kg mc./min lub 5 ml/kg mc./h) [19]. Wydaje się, że jest to bezpieczne tempo ultrafiltracji, której wielkość jest dobrze uzasadniona doświadczalnie i zapewnia normowolemie przez cały czas nawet kilkudniowego zabiegu◀◀

STRESZCZENIE

Niewydolność serca — zarówno ostra, zaostrzona, jak i przewlekła — aktywuje mechanizmy antydiurezy i skutkuje regulacyjnym zatrzymaniem sodu i wody, przede wszystkim w przestrzeni pozakomórkowej. Diuretyki usuwają więcej wody niż sodu, co aktywuje mechanizm pragnienia. Ultrafiltracja w krążeniu pozaustrojowym lub w czasie dializy otrzewnowej usuwa wodę i sód w podobnych proporcjach. Wyniki leczenia obiema metodami i ich powikłania są podobne, choć ultrafiltracja zewnątrzustrojowa szybciej, korzystniej dla serca i bardziej długotrwale zmniejsza przewodnienie. Niestety, zabiegi te są dużo droższe.

Uzasadniony wydaje się zatem pogląd, że ultrafiltracja powinna być zastosowana we wszystkich przypadkach niewydolności serca opornych na diuretyki, a jej tempo — dostosowane do pilności sytuacji klinicznej. Ze względu na tempo napełniania naczyń w ciągu doby, zależnie od metody, nie należy usuwać więcej niż 6–8 litrów wody osocza. W przypadkach przewlekłych skuteczną metodą zapobiegania zaostrzeniom i hospitalizacjom jest dializa otrzewnowa lub powtarzane, planowe zabiegi ultrafiltracji.

Forum Nefrologiczne 2014, tom 7, nr 1, 12–16

Słowa kluczowe: dializa, hemodializa, niewydolność serca, ultrafiltracja, oporność na diuretyki

1. Adams K.F. Jr, Fonarow G.C., Emerman C.L. i wsp. Characteristics and outcomes of patients hospitalized for heart failure in the United States: rationale, design, and preliminary observations from the first 100,000 cases in the Acute Decompensated Heart Failure National Registry (ADHERE). *Am. Heart J.* 2005; 149: 209–211.
2. Koniari K., Parissis J., Paraskevaidis I., Anastasiou-Nana M., Treating volume overload in acutely decompensated heart failure: established and novel therapeutic approaches. *Eur. Heart J. Acute Cardiovasc. Care* 2012; 1: 256–268.
3. Gheorghade M., Pang P.S. Acute heart failure syndromes. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2009; 53: 557–573.
4. What We Eat in America, NHANES, 2003–2004. Table 1 Nutrient Intakes from Food: Mean Amounts Consumed per Individual, One Day, 2003–2004 U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. 2007. www.ars.usda.gov/ba/bhnrc/fsrg.
5. Riggs J.E. Neurologic manifestations of electrolyte disturbances. *Neurol. Clin.* 2002; 20: 157.
6. Silverstein M.E., Ford C.A., Lysaght, M.J., Henderson L.W. Treatment of severe fluid overload by ultrafiltration. *N. Engl. J. Med.* 1974; 291: 747–751.
7. Rimondini A., Cipolla C.M., Della Bella P. i wsp. Hemofiltration as short-term treatment for refractory congestive heart failure. *Am. J. Med.* 1987; 83: 43–48.
8. Ali S.S., Olinger C.C., Sobotka P.A. i wsp. Loop diuretics can cause clinical natriuretic failure: a prescription for volume expansion. *Congest Heart Fail.* 2009; 15: 1–4.
9. Agostoni P., Marenzi G., Lauri G. i wsp. Sustained improvement in functional capacity after removal of body fluid with isolated ultrafiltration in chronic cardiac insufficiency: failure of furosemide to provide the same result. *Am. J. Med.* 1994; 96: 191–199.
10. Costanzo M.R., Saltzberg M., O'Sullivan J., Sobotka P. Early ultrafiltration in patients with decompensated heart failure and diuretic resistance (EUPHORIA trial). *JACC* 2005; 46: 2047–2051.
11. Liang K.V., Hiniker A.R., Williams A.W. i wsp. Use of a novel ultrafiltration device as a treatment strategy for diuretic resistant, refractory heart failure: initial clinical experience in a single center. *J. Card Fail.* 2006; 12: 707–714.
12. Rogers H.L., Marshall J., Bock J. i wsp. Renal hemodynamics is equally affected by UF and furosemide. *J. Card. Fail.* 2008; 14: 1–5.
13. Giglioli C., Landi D., Cecchi E. i wsp. Effects of ULTRAFiltration vs. DiureticS on clinical, biochemical and haemodynamic variables in patients with deCompensated heart failure: the ULTRADISCO study. *Eur. J. Heart Fail.* 2011; 13: 337–346.
14. Kamath S.A. The role of ultrafiltration in patients with decompensated heart failure. *Int. J. Nephrol.* 2010; 2011: 190230.
15. Hanna M.A., Tang W.H., Teo B.W. i wsp. Extracorporeal ultrafiltration vs conventional diuretic therapy in advanced decompensated heart failure. *Congest. Heart Fail.* 2011; 18: 54–63.
16. ZhiQ., Liang J.C. Diuretics and ultrafiltration in acute heart failure syndrome. A meta-analysis. *Int. Heart J.* 2013; 54: 390–394.
17. Bart B.A., Goldsmith S.R., Lee K.L. i wsp. Ultrafiltration in decompensated heart failure with cardiorenal syndrome. *N. Engl. J. Med.* 2012; 367: 2296–2304.
18. Gellert R., Daniewska D., Kobus D. i wsp. Akwafereza w leczeniu zaostrzenia przewlekłej niewydolności serca — uzasadnienie i początkowe doświadczenia kliniczne jednego ośrodka. *Post. Nauk Med.* 2011; 6: 523–528
19. Schneditz D., Roob J., Oswald M. i wsp. Nature and rate of vascular refilling during hemodialysis and ultrafiltration. *Kidney Int.* 1992; 42: 1425–1433.
20. Shimazaki M. Is estimation of laser Doppler skin perfusion pressure appropriate during hemodialysis enforcement? *The Internet Journal of Cardiovascular Research* 2009; 6.
21. Wojtaszek E., Małyszko J., Matuszkiewicz-Rowińska J. Peritoneal ultrafiltration in end-stage congestive heart failure. *Cardiol. J.* 2014 Feb 14 [złożone do druku].