

Porównanie efektywności dwóch typów dializatorów niskoprzepływowych z syntetycznymi błonami

Wprowadzenie: Na rynku dostępne są liczne dializatory niskoprzepływowe z błonami syntetycznymi. Bezpośrednie, niezależne (nie przeprowadzone przez producenta) porównania ich efektywności w usuwaniu toksyn mocznicowych należą do rzadkości.

Celem pracy było porównanie dializatorów niskoprzepływowych z błoną syntetyczną polieterosulfonową (PES) i polisulfonową (PSU) w aspekcie efektywności hemodializoterapii prowadzonej przy zastąpieniu powierzchni błony 1:1.

Materiał i Metody: Analizą objęto 56 z 60 włączonych dorosłych pacjentów (średni wiek 59±15 lat) hemodializowanych w 2 stacjach dializ, u których nie planowano zmiany dostępu naczyniowego w ciągu kolejnych 3 miesięcy. U wszystkich chorych użyto dializator niskoprzepływowy z błoną PSU, zamiast wcześniej stosowanego dializatora z błoną PES przy współczynniku zastąpienia powierzchni błony 1:1. Stężenie β2-mikroglobuliny oceniono w trakcie rutynowych comiesięcznych badań przed wprowadzeniem nowego dializatora oraz po 12 tygodniach obserwacji.

Wyniki: Zmiana dializatora przy utrzymaniu parametrów dializy nie spowodowała istotnych zmian jej dawki (Kt/V i wskaźnika eliminacji mocznika). W trakcie stosowania dializatorów z błoną PSU stężenia w surowicy fosforu jak i β2-mikroglobuliny obniżyły się odpowiednio o 0,30 (0,05-0,54) mg/dl (5,4 %) i o 2,07 (0,33-3,81) mg/l (7,0 %). Większą redukcję stężeń wykazano u chorych z wyższymi początkowymi stężeniami fosforu ($r=-0,39$; $p=0,003$) i β2-mikroglobuliny ($r=-0,47$; $p=0,01$).

Wniosek: Dializator niskoprzepływowy z błoną PSU pozwala na nieco bardziej efektywną eliminację fosforu i cząsteczek o średniej wielkości (middle molecules), takich jak β2-mikroglobulina.

(NEFROL. DIAL. POL. 2013, 17, 103-107)

Comparison of the effectiveness of two types of low-flux dialyzers with synthetic membranes

Introduction: There are numerous low-flow dialyzers with synthetic membranes available on the market. Direct, independent from the manufacturers comparisons of the dialyzers efficiency in the removal of uremic toxins are rare.

The aim of this study was to compare the effectiveness of hemodialysis performed with low-flux dialyzers with polysulfone (PSU) and polyethersulfone (PES) membranes with 1:1 surface replacement.

Material and Methods: The analysis included 56 of the 60 enrolled adult patients (mean age 59 ± 15 years) undergoing hemodialysis in two dialysis centers in which there was no plane to change the vascular access in the next three months. In all patients low-flux PSU membrane, were applied instead of the previously used dialyzer with PES membrane with the surface replacement ratio of 1:1. The concentration of serum β2-microglobulin were assessed during routine monthly workup before replacement and after 12 weeks of observation.

Results: The change of dialyzer type and maintaining dialysis session parameters did not result in a significant change in the dialysis dose (Kt/V and urea elimination rates). During the application of the PSU membrane dialyzers serum concentrations of phosphorus and β2-microglobulin have decreased by 0.30 (0.05-0.54) mg/dl (5.4%) and 2.07 (0.33 - 3.81) mg/l (7.0%), respectively. A greater reduction of the concentrations were observed in patients with higher baseline concentrations of phosphorus ($r = -0.39$, $p = 0.003$) and β2-microglobulin ($r = -0.47$, $p = 0.01$).

Conclusion: Low-flux PSU membrane dialyzers more effectively eliminate of phosphorus and middle molecules such as β2-microglobulin.

(NEPHROL. DIAL. POL. 2013, 17, 103-107)

Wstęp

Hemodializoterapia (HD) pozostaje najczęściej wykorzystywaną metodą leczenia nerkozastępczego w przewlekłej niewydol-

ności nerek (PNN). Wydłużenie czasu HD powyżej 15 godzin tygodniowo jest uznany sposobem zwiększającym efektywność dializy, jednak ze względów organiza-

Katarzyna WYSKIDA¹
Wiesława BRYZIK-WECHOWSKA²
Dariusz KLEIN²
Sylwia ROTKEGEL³
Jerzy CHUDEK^{1,3}

¹Katedra Patofizjologii Śląskiego Uniwersytetu Medycznego w Katowicach
Kierownik:
Prof. dr hab. med. Jerzy Chudek

²Centrum Dializa sp. z o.o. - Oddział w Pszczynie
Kierownik:

³Centrum Dializa sp. z o.o. - Oddział w Katowicach
Kierownik:

Konflikt interesów:

Autorzy niniejszej pracy nie otrzymali wynagrodzenia i nie uzyskali innych korzyści materialnych od firm produkujących dializatory poddanych ocenie w ramach badania.

Słowa kluczowe:

- efektywność dializoterapii
- dializatory kapilarne
- błony syntetyczne
- β2-mikroglobulina
- fosfor

Key words:

- dialysis efficiency
- capillary dialyzers
- synthesis membranes
- β2-microglobulin
- phosphorus

Adres do korespondencji:

Prof. dr hab. n. med. Jerzy Chudek
Katedra Patofizjologii Wydziału Lekarskiego w Katowicach, Śląskiego Uniwersytetu Medycznego w Katowicach
ul. Medyków 18, 40-752 Katowice
tel. 32 2526091
chj@poczta.fm

cyjnych, wyższego kosztu ponoszonego przez system opieki zdrowotnej oraz braku akceptacji przez wielu pacjentów, metoda ta nie znalazła powszechnego zastosowania [5,10]. W związku z powyższym, dalszą poprawę efektywności dializy można osiągnąć jedynie poprzez stosowanie dializatorów o wysokiej biogodności oraz wyższej efektywności usuwania toksyn mocznicowych lub zabiegów hemodiafiltracji.

Dializatory niskoprzepływowe (low-flux), o przepuszczalności dla wody mniejszej niż 10 ml/h/m²/mm Hg, są powszechnie stosowane pomimo mniejszej, w porównaniu z dializatorami wysokoprzepływowymi (high-flux), przepuszczalności dla średnich i dużych cząsteczek [16]. Ważnymi czynnikami wpływającymi na efektywność dializatorów niskoprzepływowych są parametry fizyczne błony dializacyjnej (rodzaj substancji, symetryczność błony oraz stopień usieciowania), które w znacznej mierze determinują jej przepuszczalność [11]. W powszechnym użyciu są syntetyczne błony asymetryczne charakteryzujące się wysokim współczynnikiem przepuszczalności masowej (KoA) oraz dobrą biogodnością. Błony polisulfonowe (PSU), polieterosulfonowe (PES), cechują się lepszą zdolnością do usuwania substancji o większej masie cząsteczkowej, w tym β_2 -mikroglobuliny (β_{2m}) w porównaniu do wcześniej stosowanych błon celulozowych [4]. W warunkach *in vitro* wykazano mniejszy stopień nasilenia wytwarzania cytokin prozapalnych i reaktywnych form tlenu, oraz zmniejszoną produkcję β_{2m} przy zastosowaniu błon syntetycznych [9]. Kumulacja β_{2m} jest przyczyną rozwoju późnego powikłania HD - skrobiawicy wtórnej, której objawem jest między innymi zespół cieśni nadgarstka [6]. Wpływ skuteczności usuwania β_{2m} w trakcie zabiegu HD na prewencję skrobiawicy wtórnej pozostaje przedmiotem debat.

Stosowanie dializatorów niskoprzepływowych jest uwarunkowane ekonomicznie. Trudności stwarza wybór najlepszego z dostępnych na rynku wobec nie przeprowadzania bezpośrednich porównań. W wyborze możemy się kierować jedynie parametrami technicznymi podawanymi przez producentów.

Celem niniejszego badania było porównanie dializatorów niskoprzepływowych z błoną syntetyczną polieterosulfonową (PES) i polisulfonową (PSU) w aspekcie efektywności hemodializoterapii prowadzonej przy zastąpieniu powierzchni błony 1:1.

Materiał

Badaniami objęto 60 dorosłych pacjentów hemodializowanych z powodu schyłkowej niewydolności nerek w 2 stacjach dializ. Warunkiem kwalifikacji był brak planu zmiany dostępu naczyniowego w ciągu kolejnych 3 miesięcy. Dostęp naczyniowy u 43 chorych stanowiła natywna przetoka tętniczo-żylna, a u 17 cewnik tunelizowany. Do wypełniania kanałów między dializami stosowano roztwór taurolidyny (TauroSept®, Geistlich Pharma AG, Wolhusen, Szwajcaria) w połączeniu z heparyną niefrakcjonowaną (Heparinum WZF®, Warszawskie Zakłady Farmaceutyczne Polfa S.A., Warszawa, Polska) w stosunku 6:1. Wszyscy pacjenci byli hemodializowani 3 razy w tygodniu z

zastosowaniem dializatorów niskoprzepływowych z błoną syntetyczną PES (Dora, Bain Medical Equipment, Guangzhou, Chiny). W leczeniu niedokrwistości stosowano preparat epoetyny alfa (Abseamed®, Sandoz GmbH, Kundl, Austria).

U wszystkich chorych zastosowano dializator niskoprzepływowy z błoną PSU (Diacap&Polisulfone Low Flux, B. Braun Medical Inc., USA) ze współczynnikiem zastąpienia powierzchni błony 1:1. W czasie obserwacji nie zmieniano czasu zabiegów hemodializy. Przed pierwszym zastosowaniem nowego dializatora, w trakcie rutynowych comiesięcznych badań dodatkowo oznaczono β_2 -mikroglobulinę. W okresie kolejnych 12 tygodni obserwacji

wykonywano jedynie rutynowe procedury. Po 12 tygodniach oznaczono ponownie β_2 -mikroglobulinę w ramach rutynowo prowadzonej comiesięcznej kontroli. Badania analizowanych parametrów wykonano w zewnętrznym laboratorium (Diagnostyka Laboratoria Medyczne).

Analiza danych

Badania nie ukończyło 3 pacjentów. W 2 przypadkach z powodu przeszczepu nerki. Jeden chory zmarł w trakcie obserwacji. Z powodu zmiany dostępu naczyniowego z analizy wykluczono jednego pacjenta. Charakterystykę analizowanej grupy (N=56) przedstawia tabela I.

W analizie uwzględniono stężenia

Tabela I

Charakterystyka badanej grupy (N=56). Wyniki prezentowanej jako wartości średnie z 95% przedziałem ufności (w nawiasie).

Characteristics' of study group. Data are shown as mean values and 95% confidence intervals (in brackets).

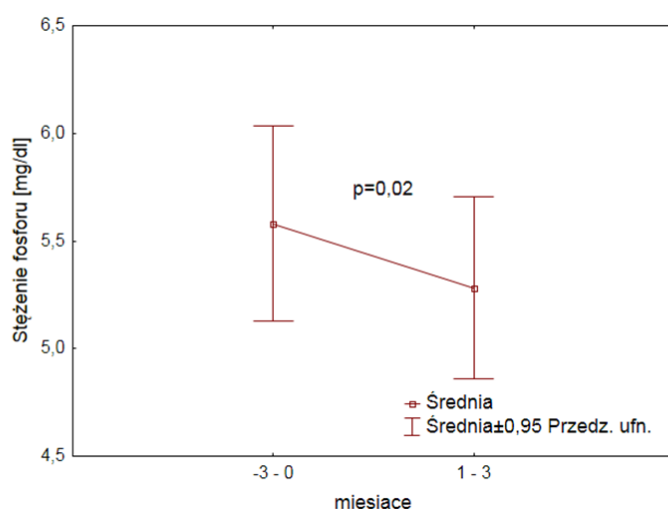
Parametr	Wartość
Wiek [lat]	59 (55-63)
Płeć [kobiet/mężczyzn]	23/33
Przyczyna niewydolności nerek	
Cukrzycowa choroba nerek [n]	11
Przewlekłe kłębuszkowe zapalenie nerek [n]	17
Nefropatia nadciśnieniowa [n]	4
Śródmiąższowe zapalenie nerek	4
Nefropatia zaporowa [n]	2
Wielotorbielowate zwyrodnienie nerek [n]	4
Inne i nieznanne [n]	14
Czas dializoterapii [miesiące]	71 (24-118)
Dostęp naczyniowy [przetoka/cewnik]	41/15
Choroby towarzyszące	
Cukrzyca typu 2 [n]	16 (29%)
Nadciśnienie tętnicze [n]	45 (80%)
Choroba wieńcowa [n]	32 (57%)
Leki wiążące fosfor w przewodzie pokarmowym [n]	54 (93%)
Węglan wapnia [n/dawka dobowo w g (CI)]	52 / 5,1 (4,3-5,9)
Wodorotlenek glinu [n/dawka dobowo w g (CI)]	6 / 2,7 (4,2-6,8)
Chlorowodorek sewelameru [n/dawka dobowo w g (CI)]	3 / 4,8 (4,8-4,8)
Alfacalcidol [n/dawka tygodniowa w µg (CI)]	32 / 4,5 (2,6-6,4)
Cynakalcet [n]	8
Czas HD [h/tydz]	11,7 (11,5-11,9)
Kt/V	1,31 (1,24-1,38)
Mocznik przed HD [mg/dl]	123,4 (115,4-131,4)
Mocznik po HD [mg/dl]	42,4 (38,8-46,0)
Wsk. eliminacji mocznika [%]	66 (64-68)
Ultrafiltracja [l/zabieg]	2,8 (2,5-3,0)
Fosfor [mg/dl]	5,58 (5,13-6,03)
Stężenie hemoglobiny [g/dl]	10,3 (10,0-10,6)
Leczeni ESA [n]	51 (91%)
Dawka tygodniowa ESA [tyś j.m.]	5,2 (4,4-5,9)
β_2 -mikroglobulina [mg/l]	29,5 (23,7-35,4)

Tabela II

Zmiany parametrów efektywności dializy po zastąpieniu dializatora niskoprzepływowego z błoną PES dializatorem z błoną PSU (współczynnik zastąpienia powierzchni błony 1:1).
Changes in dialysis parameters before and after the replacement of low-flux PES membrane dialyzers with PSU membrane dialyzers (membrane surface replacement ratio 1:1).

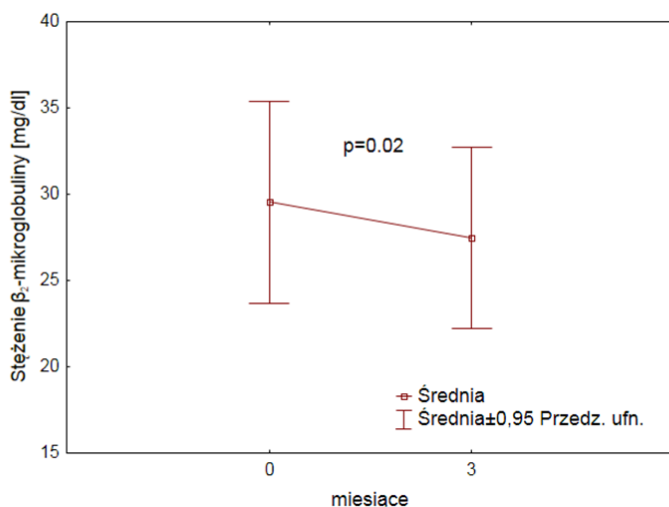
	Przed	Po 3 miesiącach	p
St. mocznika przed dializą [mg/dl]*	123,4 (115,4-131,4)	125,5 (116,3-134,8)	0,32
St. mocznika po dializie [mg/dl]*	42,3 (38,0-46,0)	42,5 (38,5-46,4)	0,94
Wskaźnik eliminacji mocznika [%]*	65,7 (63,9-67,6)	66,2 (64,3-68,1)	0,33
Kt/V*	1,31 (1,24-1,38)	1,31 (1,24-1,37)	0,94
St. fosforu [mg/dl]*	5,58 (5,13-6,03)	5,28 (4,86-5,70)	0,02
Dawka węglańca wapnia [g/d]*	5,1 (4,2-4,8)	6,1 (5,0-7,2)	0,02
Stężenie hemoglobiny [g/dl]*	10,3 (10,0-10,6)	10,3 (10,0-10,6)	0,83
Dawka tygodniowa ESA [tyś j.m.]*	5,2 (4,4-6,9)	4,8 (4,0-5,9)	0,52
β_2 -mikroglobulina [mg/dl]	29,5 (23,7-35,4)	27,5 (22,2-32,7)	0,02

*wartości średnie przed i po zmianie dializatora



Rycina 1

Zmiany stężenia w surowicy fosforu po zastąpieniu dializatora niskoprzepływowego z błoną PES dializatorem z błoną PSU (współczynnik zastąpienia powierzchni błony 1:1).
Changes in serum phosphorous concentration before and after the replacement of low-flux PES membrane dialyzers with PSU membrane dialyzers (with 1:1 surface replacement).



Rycina 2

Zmiany stężenia w surowicy β_2 -mikroglobuliny po zastąpieniu dializatora niskoprzepływowego z błoną PES dializatorem z błoną PSU (współczynnik zastąpienia powierzchni błony 1:1).
Changes in serum β_2 -mikroglobulin concentration before and after the replacement of low-flux PES membrane dialyzers with PSU membrane dialyzers (with 1:1 surface replacement).

hemoglobiny, fosforu oraz mocznika oznaczanego przed i po dializie z ostatnich 3 miesięcy (4 comiesięcznych oznaczeń). Na podstawie tych danych wyliczono wartości średnie. Uwzględniono również zmiany w dawkowaniu preparatów wiążących fosforany w przewodzie pokarmowym, alfa-kalcidolu i cynakalcetu oraz epoetyny alfa z tego okresu.

Analogicznie w analizie wykorzystano wartości z 3 comiesięcznych oznaczeń biochemicznych oraz uwzględniono zmiany dawek leków w trakcie stosowania nowego dializatora.

Analiza statystyczna

Analizę statystyczną wykonano, korzystając z oprogramowania STATISTICA 10.0 PL. Dane przedstawiono jako wartości średnie z 95% przedziałami ufności. Do porównania zmian parametrów ilościowych w czasie zastosowano test t-studenta dla zmiennych połączonych. Współczynnik korelacji wyliczono wg Pearsona. Do analizy zmian stężenia fosforu w surowicy zastosowano model analizy regresji wieloczynnikowej. Za znamiennej statystycznie przyjęto wartość $p < 0,05$.

Wyniki

Charakterystyka grupy badanej

Analizowaną grupę stanowiło 33 mężczyzn i 23 kobiety hemodializowanych średnio od 71 miesięcy (Tab. 1). 73% badanych było dializowanych z wykorzystaniem natywnej przetoki tętniczo-żylniej jako dostępu naczyniowego. Powierzchnia dializatora wynosiła średnio 1,78 (1,73 - 1,83) m² (zakres od 1,5-2,0), a czas zabiegu hemodializy 3,9 (3,8 - 4,0) h (zakres 3,0 - 4,5). Wskaźnik Kt/V wynosił średnio 1,31 (1,24 - 1,38), a wskaźnik eliminacji mocznika 66 (64 - 68) %. Stężenie β_2 -mikroglobuliny wynosiło 29,5 (23,7 - 35,4) mg/l.

Stosowanie leków wiążących fosforany w przewodzie pokarmowym zalecano 93% chorych, najczęściej węglańca wapnia. Inne preparaty z tej grupy stosowało niewielu chorych (najczęściej w połączeniu z węglanem wapnia). Średnie 3-miesięczne stężenie w surowicy fosforu wynosiło 5,58 mg/dl. 8 pacjentów było leczonych preparatem cynakalcetu. Dobre wyrównanie gospodarki fosforanowej zgodne z zaleceniami KDIGO z 2009 (stężenie fosforu < 5,5 mg/d) uzyskało 31 osób (55% badanych).

91% pacjentów leczono epoetyną alfa w dawce średnio 5,2 (4,4 - 5,9) tys. j. tygodniowo.

Wpływ zastosowania dializatora niskoprzepływowego z błoną polisulfonową na efektywność hemodializy

Zmiana dializatora przy utrzymaniu powierzchni błony oraz parametrów dializy nie spowodowała istotnych zmian dawki dializy. Kt/V, wskaźnik eliminacji mocznika jak i stężenie mocznika przed dializą nie zmieniły się (Tab. II). Stężenia w surowicy fosforu jak i β_2 -mikroglobuliny obniżyły się odpowiednio o 0,30 (0,05 - 0,54) mg/dl (5,4 %) i o 2,07 (0,33 - 3,81) mg/l (7,0 %).

Obniżenie stężenia w surowicy fosforu nie było zależne od powierzchni dializatora, czasu hemodializy, ultrafiltracji, masy ciała i wieku chorych. W trakcie obserwacji zaleco-

no zwiększenie dawki węgla wapnia średnio o 0,9 (0,2 - 1,7) g. Zmniejszenie stężenia fosforu nie korelowało jednak ze wzrostem zalecanego dawkowania węgla wapnia. Wyższą redukcję stężenia fosforu stwierdzono u chorych z wyjściowo wyższymi jego stężeniami ($r = -0,39$; $p = 0,003$). Również w analizie regresji wieloczynnikowej zmienną objaśniającą wielkość redukcji stężenia fosforu było jego wyjściowe stężenie ($\beta = -0,39$; $p = 0,004$).

Podobnie obniżenie stężenia w surowicy β_2 -mikroglobuliny nie zależało od powierzchni dializatora, czasu hemodializy, ultrafiltracji, masy ciała i wieku chorych. Wyższą redukcję stężenia stwierdzono u pacjentów z wyższymi początkowymi stężeniami β_2 -mikroglobuliny ($r = -0,47$; $p = 0,01$).

Wpływ zastosowania dializatora niskoprzepływowego z błoną polisulfonową na efektywność leczenia niedokrwistości

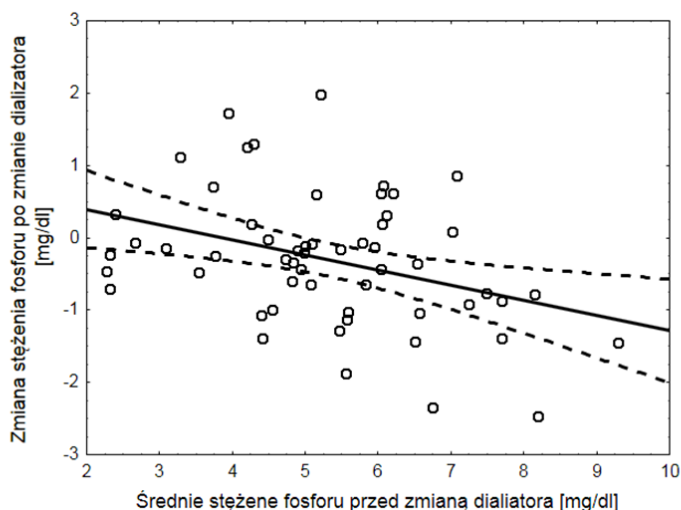
W trakcie obserwacji i przy utrzymaniu stabilnej dawki epoetyny alfa średnie stężenia hemoglobiny nie zmieniły się (Tab. II).

Dyskusja

W niniejszym badaniu wykazano, że zastosowanie dializatora PSU w porównaniu do PES pozwala na uzyskanie niewielkiej poprawy efektywności HD. Wykazano obniżenie stężenia w surowicy fosforu średnio o 0,30 mg/dl (5,4 %) oraz stężenia β_{2m} o 2,07 mg/l (7,0 %), przy braku zmiany Kt/V i innych parametrów zabiegu hemodializy. Większą poprawę stwierdzono u pacjentów z wyjściowo wyższymi fosforu i β_{2m} .

To niewielkie obniżenie stężenia fosforu w surowicy, przy uwzględnieniu wyników badań epidemiologicznych przeprowadzonych w populacji amerykańskiej chorych hemodializowanych, może przekładać się na zmniejszenie śmiertelności o około 1,8-2,4% [2,8]. Przyczyną obniżenia stężenia fosforu najprawdopodobniej nie było zalecenie zwiększenia dawki preparatów wiążących fosforany w przewodzie pokarmowym, ponieważ nie wykazano korelacji pomiędzy zmianami zalecanego dawkowania węgla wapnia a obniżeniem stężenia fosforu w surowicy. Rozbieżność pomiędzy zaleceniami wydawanymi przez lekarza w tym zakresie, a ich realizacją przez pacjentów jest dobrze znana [7,15]. Dlatego najbardziej prawdopodobną przyczyną lepszego wyrównania parametrów gospodarki fosforowej była nieco większa przepuszczalność błony PSU w porównaniu do PES, za czym przemawia zarówno korelacja pomiędzy wyjściowym stężeniem w surowicy fosforu jak i β_{2m} , a uzyskanymi redukcjami ich stężeń.

Odnosząc wartość stwierdzonego obniżenia stężenia β_{2m} do wyników metaanalizy przeprowadzonej przez zespół pod kierownictwem Strippoli można oszacować potencjalną korzyść z zastosowania dializatorów z błoną PSU, wynikającą z redukcji śmiertelności sercowo-naczyniowej, na 2,9% [14]. We wspomnianej metaanalizie, redukcję stężenia krążącej β_{2m} aż o 12,2 mg/l (95% CI: 8,5-15,8) i 17% redukcję zgonów z przyczyn sercowo-naczyniowych uzyskano przy zastosowaniu dializatorów wysokoprzepływowych. Obniżenie stężenia β_{2m} może opóźnić rozwój zespołu cieśni nadgarstka, którego etiopatogeneza wydaje się jednak



Rycina 3

Korelacja pomiędzy średnim wyjściowym stężeniem fosforu a jego zmianą po zastosowaniu dializatora z błoną PSU.

The correlation between the mean baseline serum phosphorus concentration and its change after the application of the dialyzer with PSU membrane.

bardziej złożona i zależna od nasilenia systemowej reakcji zapalnej, będącej również wynikiem bioniezgodności oraz kumulacji produktów zaawansowanej glikacji białek (AGEs) [3]. Należy podkreślić, że przy zastosowaniu dializatorów niskoprzepływowych nie jest możliwe uzyskanie tak znacznej redukcji stężenia β_{2m} . Tym samym szacowanie potencjalnej korzyści wynikającej nie tylko z obniżenia stężenia β_{2m} , ale również zapewne innych toksyn mocznicowych, nie oznaczanych w rutynowych pomiarach, może być obarczone błędem.

Należy podkreślić, że korzyści ze stosowania technik wysokoprzepływowych, w tym hemodiafiltracji, nie zostały w sposób niepodważalny potwierdzone [12,13].

Wyniki prezentowanych w tej pracy badań wskazują na istnienie różnic we właściwościach błon syntetycznych wykorzystywanych w produkcji dializatorów, które w istotny sposób wpływają na ich parametry fizykochemiczne. Istotną rolę odgrywa skład roztworu wykorzystywanego do odlewu błony syntetycznej oraz grubość warstwy polimeru. Wielkość i liczba porów zmniejsza się wraz ze wzrostem gęstości materiału, co w konsekwencji zmniejsza przepływ i zatrzymuje drobniejsze cząsteczki. Błony PES wykazują mniejszą polarność, będącą wynikiem mniejszej niż w przypadku błon PSU gęstości rozmieszczenia porów. Budowę przestrzenną błon PSU można porównać do „grubej gąbki” – z dużymi, głębokimi porami (finger-like pores), które częściowo mogą wiązać większe cząsteczki [1]. Dostarczona przez producenta charakterystyka analizowanych w pracy dializatorów nie zawiera jednak szczegółowych danych dotyczących gęstości rozmieszczenia porów w przypadku obu typów błon. Wydaje się jednak, że korzystniejszymi właściwościami w aspekcie usuwania toksyn mocznicowych, w tym średnich cząsteczek charakteryzujących się błony PSU, co potwierdza nieco wyższy stopień eliminacji fosforu i β_2 -mikroglobuliny obserwowany w niniejszej pracy.

Ograniczenia niniejszego badania wynikają z braku grupy kontrolnej kontynuującej

leczenie nerkozastępcze przy zastosowaniu dializatorów z błoną PES oraz nie wykonania oznaczeń markerów układowej reakcji zapalnej. Jednak utrzymanie stabilnego stężenia hemoglobiny, przy stałej dawce epoetyny alfa, sugeruje brak zmian nasilenia stanu zapalnego w analizowanej grupie. Należy również podkreślić, że w badanej grupie stosowano roztwór taurolidyny do wypełniania kanałów cewników w celu zmniejszenia ryzyka zakażenia i indukcji stanu zapalnego.

Podsumowując, dializator niskoprzepływowy z błoną PSU (polisulfonową) pozwala na nieco bardziej efektywną eliminację fosforu i cząsteczek o średniej wielkości (middle molecules), takich jak β_2 -mikroglobulina.

Piśmiennictwo

1. Barth C., Goncalves M.C., Pires A.T. et al.: Asymmetric polysulfone and polyethersulfone membranes: effects of thermodynamic conditions during formation on their performance. *J. Membr. Sci.* 2000, 169, 287.
2. Block G.A., Hulbert-Shearon T.E., Levin N.W. et al.: Association of serum phosphorus and calcium \times phosphate product with mortality risk in chronic hemodialysis patients: a national study. *Am. J. Kidney Dis.* 1998, 31, 607.
3. Busch M., Schwenzky A., Franke S. et al.: Advanced glycation end products and β_2 -microglobulin as predictors of carpal tunnel syndrome in hemodialysis patients. *Blood Purif.* 2012, 34, 3.
4. Chelamcharla M., Leypoldt J.K., Cheung A.K.: Dialyzer membranes as determinants of the adequacy of dialysis. *Semin. Nephrol.* 2005, 25, 81.
5. Charra B., Chazot J.G., Hurot J.M. et al.: Long 3 x 8 hr dialysis: A three decade summary. *J. Nephrol.* 2003, 16, S64.
6. Floege J., Ehlerding G.: Beta-2-microglobulin-associated amyloidosis. *Nephron* 1996, 72, 9.
7. Jolles E.P., Clark A.M., Braam B.: Getting the message across: opportunities and obstacles in effective communication in hypertension care. *J. Hypertens.* 2012, 30, 1500.
8. Klassen P.S., Lowrie E.G., Reddan D.N. et al.: Association between pulse pressure and mortality in patients undergoing maintenance hemodialysis. *JAMA* 2002, 287, 1548.
9. Klinkmann H., Buscaroli A., Stefoni S.: Beta2-microglobulin and low-flux synthetic dialyzers. *Artif. Organs.* 1998, 22, 585.

10. **Laurent G., Charra B.:** The results of an 8 hr thrice weekly haemodialysis schedule. *Nephrol. Dial. Transplant.* 1998, 13, 125.
11. **Lesaffer G., De Smet R., Lameire N. et al.:** Intradialytic removal of protein-bound uraemic toxins: role of solute characteristics and of dialyser membrane. *Nephrol. Dial. Transplant.* 2000, 15, 50.
12. **Locatelli F., Manzoni C., Del Vecchio L. et al.:** Recent trials on hemodiafiltration. *Contrib. Nephrol.* 2011, 171, 92.
13. **Locatelli F., Manzoni C., Viganò S. et al.:** Hemodiafiltration - state of the art. *Contrib. Nephrol.* 2011, 168, 5.
14. **Palmer S.C., Rabindranath K.S., Craig J.C. et al.:** High-flux versus low-flux membranes for end-stage kidney disease. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2012, 9, CD005016.
15. **Prendergast M.B., Gaston R.S.:** Optimizing medication adherence: an ongoing opportunity to improve outcomes after kidney transplantation. *Clin. J. Am. Soc. Nephrol.* 2010, 5, 1305.
16. **Ward R.A., Buscaroli A., Schmidt B. et al.:** A comparison of dialysers with low-flux membranes: significant differences in spite of many similarities. *Nephrol. Dial. Transplant.* 1997, 12, 965.