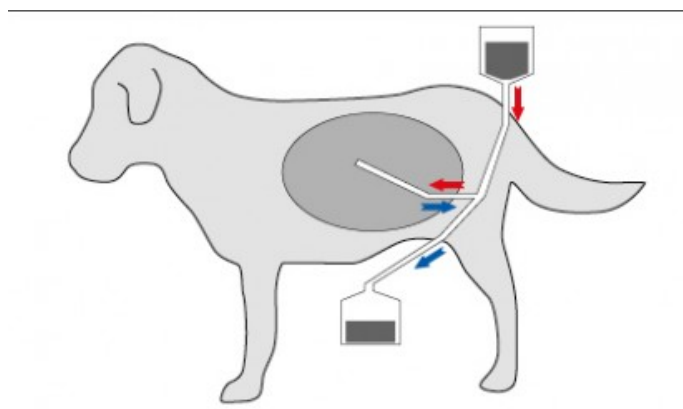


**W ostatnich latach, w miarę rozwoju nauk weterynaryjnych, klasyczne metody leczenia ostrego uszkodzenia nerek okazują się być niewystarczające. Do niedawna dla lekarza weterynarii praktyka leczenie ostrej i przewlekłej niewydolności nerek stanowiło duży problem, jeśli zawiodła płynoterapia.**

Oporność na działanie leków moczopędnych i utrzymujący się skąpomocz lub bezmocz decydowały często o wyroku śmierci dla leczonego pacjenta. Problem ten rozwiązano w medycynie ludzkiej, wprowadzając zabieg zewnątrzustrojowego oczyszczania krwi. Pierwszą udaną dializę w roku 1945 przeprowadził Willem Kolff.

Kilkadziesiąt lat później, biorąc przykład z medycyny ludzkiej, zabieg dializy zaadaptowano do praktyki weterynaryjnej. Początek stanowiła dializa otrzewnowa. W miarę rozwoju techniki i minimalizacji aparatury, od kilkunastu lat techniki bezpośredniego oczyszczania krwi stosowane są z sukcesem w medycynie weterynaryjnej. Przyszłość nefrologii stanowi przede wszystkim hodowla komórek nerkowych, które będą w stanie oczyszczać krew z toksyn mocznicowych.



Fot. 1. Schemat dializy otrzewnowej.



Fot. 2. Pacjent podczas dializy otrzewnowej.

## Ostre uszkodzenie nerek

jest chorobą wielonarządową, bardzo często powiązaną z uszkodzeniem mięśnia sercowego. Jest to tzw. zespół sercowo-nerkowy. Z tego względu lekarz weterynarii leczący schorzenia nerek musi pamiętać o terapii mięśnia sercowego i odwrotnie.

## Leczenie nerkozastępcze

może być wykonywane metodą ciągłą lub przerywaną. Każda z tych metod znajduje zastosowanie w weterynarii małych zwierząt tylko w przypadku ostrej niewydolności nerek. Niewykluczone, że w miarę rozwoju chirurgii weterynaryjnej w Polsce pojawi się możliwość przeszczepiania nerek. Wówczas techniki te mogłyby przedłużyć życie pacjenta do momentu zabiegu i dać czas nowo przeszczepionym narzędom na powrót do ich fizjologicznej funkcji.

## Dializa otrzewnowa

Aktualnie w medycynie weterynaryjnej powszechnie stosowana jest już dializa otrzewnowa, prowadzona zazwyczaj w sposób ciągły, w trakcie hospitalizacji klinicznej. Wykorzystuje się tu zjawisko dyfuzji, gdzie otrzewna odgrywa rolę półprzepuszczalnej membrany. Płyn dializacyjny podawany jest dootrzewnowo dzięki specjalnie wszytemu cewnikowi umieszczonemu w jamie brzusznej w tzw. „jeziorku dializacyjnym” (fot. 1 i 2).

Po kilku godzinach usuwa się „zużytą” porcję i podaje nowy płyn. W medycynie ludzkiej takie rozwiązanie ma zastosowanie najczęściej w przewlekłej niewydolności nerek, gdzie pacjent samodzielnie przeprowadza zabieg w warunkach domowych, a także na oddziałach intensywnej terapii u noworodków dotkniętych niewydolnością wielonarządową. W tym typie dializy proces odtruwania jest ograniczony. Metoda ta wyklucza żywienie dojelitowe, co z czasem powoduje znaczne wyniszczenie organizmu.

W przypadku zwierząt zabiegi te są bezpieczne także dla najmniejszych pacjentów, takich jak koty i psy małych ras. Metoda ta eliminuje ryzyko wykrzepiania krwi poza ustrojem. W przypadku hemodializy pewną objętość krwi należy bowiem wyprowadzić poza ustrój, a u tak drobnych pacjentów każdy mililitr krwi jest cenny.

## Hemodializa przerywana

Hemodializa przerywana, czyli tzw. „hemodializa ostra”, jest zabiegiem, który z powodzeniem stosowany jest w kilku ośrodkach weterynaryjnych w Polsce. W tej metodzie, podobnie jak w dializie otrzewnowej, wykorzystywane jest głównie zjawisko dyfuzji, gdzie błonę półprzepuszczalną stanowi specjalny filtr, w którym substancje drobnocząsteczkowe (m.in. mocznik, kreatynina) przenikają z krwi do płynu dializacyjnego, zgodnie z gradientem stężeń. Jest to zabieg gwałtowny, o średnim czasie trwania 4-5 godzin. Daje on możliwość szybkiego oczyszczenia krwi i odwadniania, co może jednak skutkować szeregiem powikłań. Najpoważniejszym z nich jest tzw. „zespół niewyrównania”, będący efektem gwałtownego usuwania toksyn z krwi. Może to prowadzić do obrzęku mózgu, a nawet zejścia śmiertelnego zwierzęcia. Proces szybkiego odwadniania generuje śródzabiegowe spadki ciśnienia krwi, przez co obserwuje się chwilowe niedokrwienie narządów, w tym nerek. Może to powodować pogłębienie uszkodzenia tego narządu i wydłużać czas rekonwalescencji.

Zabieg hemodializy przerywanej (IHD) powtarza się zazwyczaj 2-3-krotnie, w zależności od zdolności regeneracyjnych organizmu.

Kolejną wadą metody ostrej hemodializy jest wtórne zatrucie organizmu w przerwach między zabiegami. Szybki wzrost i „odbicie” poziomu toksyn mocznicowych powoduje dodatkowe uszkodzenie nerek (wykres 1).

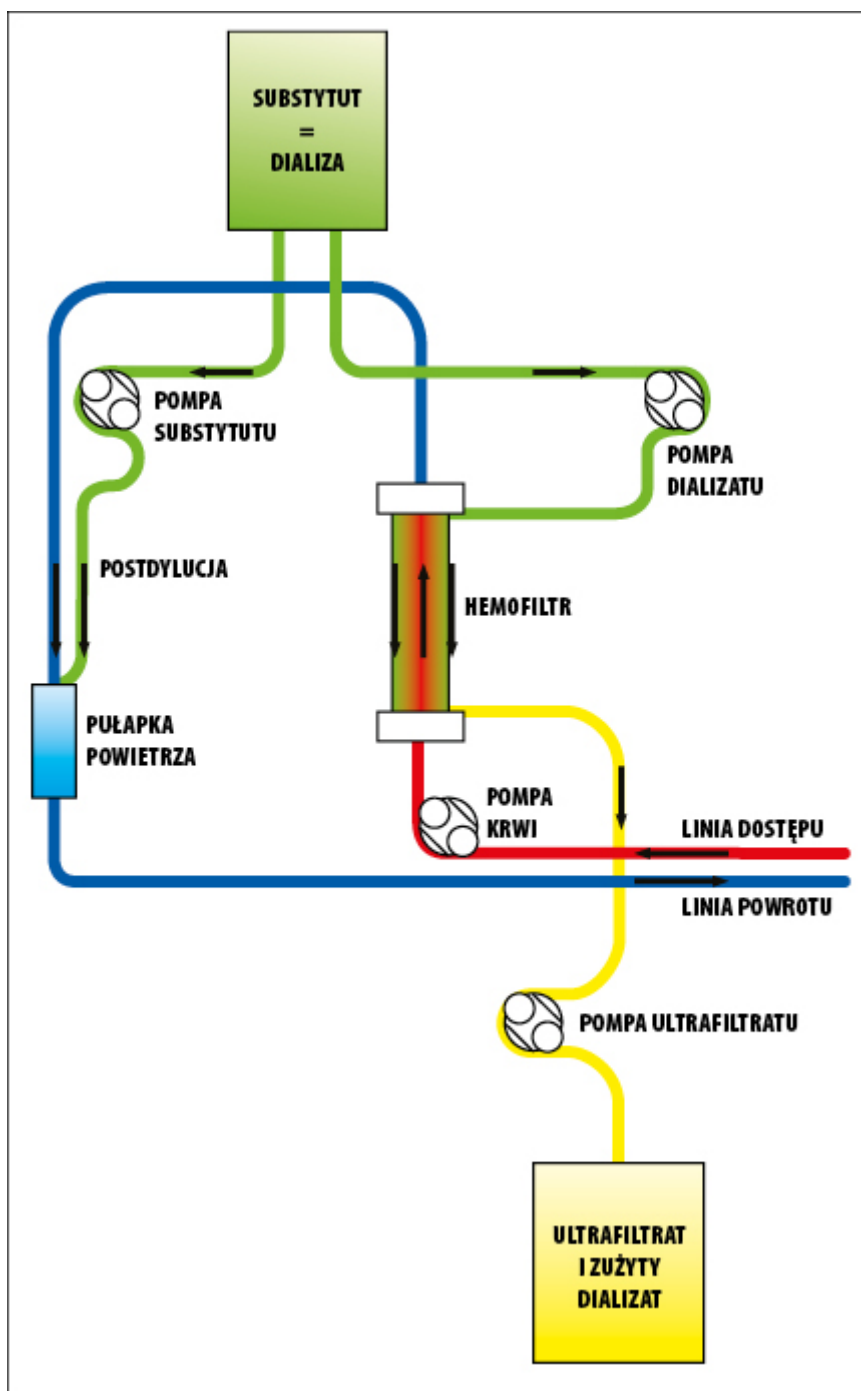
Główną zaletą hemodializy przerywanej jest czas trwania zabiegu i związany z tym brak konieczności całodobowego nadzoru lekarskiego nad pacjentem. Koszty zużytych materiałów są względnie niskie, co korzystnie wpływa na cenę zabiegu.

## CIĄGŁA TERAPIA NEFROZASTĘPCZA

Aparaty do ciągłej terapii nerkozastępczej (CRRT) umożliwiają przeprowadzenie szeregu różnych terapii, mają więc szerokie zastosowanie w medycynie ludzkiej. W praktyce weterynaryjnej w Polsce, głównie ze względu na czas trwania zabiegu, nie znalazły do tej pory powszechnego zastosowania. Poza zjawiskiem dyfuzji wykorzystuje się tutaj głównie konwekcję, czyli przenikanie średnich cząstek razem z cząsteczkami wody, oraz adsorpcję, czyli „osadzanie” cząstek na specjalnych filtrach. Metoda ciągła umożliwia oczyszczanie

krwi z substancji o większej masie cząsteczkowej, takich jak toksyny, hormony lub cytokiny.

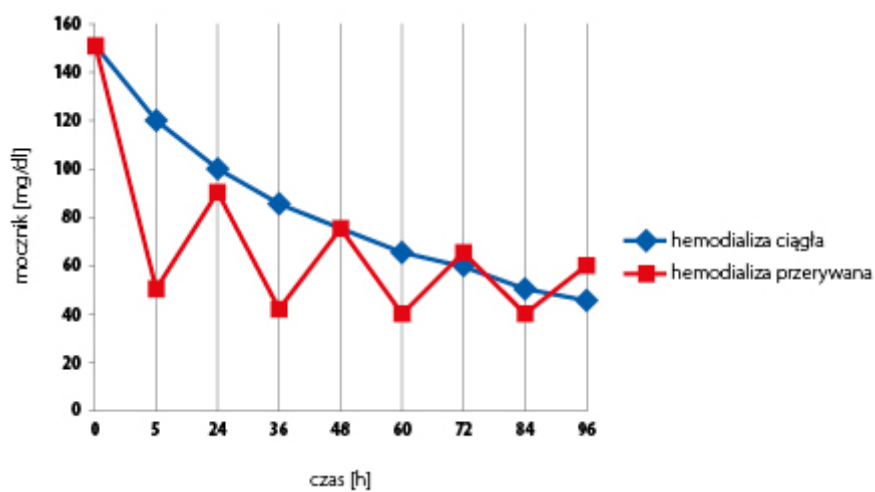
Czas trwania zabiegu waha się pomiędzy 8 a 34 godzinami, w zależności od zaawansowania procesu chorobowego i wagi pacjenta. To metoda powolna i łagodna, oczyszczanie jest tu procesem zbliżonym do fizjologicznego. Zabieg jest efektywniejszy od innych typów dializ, uzyskujemy dzięki niemu dokładniejsze oczyszczenie krwi z toksyn. Metoda ta wyklucza wystąpienie zespołu niewyrównania, niweluje ryzyko pojawienia się obrzęku mózgu. W trakcie zabiegu nie obserwuje się gwałtownych spadków ciśnienia krwi, co chroni przed wtórnym uszkodzeniem narządów wewnętrznych. Jest więc wielokrotnie bezpieczniejsza dla pacjenta, ale wymaga większego zaangażowania lekarza i personelu nadzorującego.



Fot. 4. Schemat ciągłej żylny-żylny hemodiafiltracji (CVVHDF). Dzięki uprzejmości dr. n. med. Jacka Lange.



Fot. 5. Kontrola radiologiczna prawidłowo założonego cewnika centralnego.



Wykres 1. Porównanie wahań poziomu mocznika w hemodializie ciągłej i przerywanej - „efekt odbicia”.

Nefroterapia. Zastosowanie ciągłej techniki oczyszczania krwi w  
praktyce weterynaryjnej | 7





Fot. 3. Aparat Multifiltrate do ciągłych terapii nerkozastępczych (CRRT).

Ciągła terapia nerkozastępcza przeprowadzana jest aparatem (fot. 3 i 4), który umożliwia wykonanie różnych zabiegów, np. jedynie stopniowego i delikatnego odwodnienia organizmu - ma to zastosowanie np. przy obrzękach płuc niereagujących na działania diuretyków.

W przeciwieństwie do metod przerywanych, w trakcie metod ciągłych nie ma konieczności rezygnacji z żywienia, co również wpływa korzystnie na proces rekonwalescencji i komfort życia pacjenta.

Jako wadę należy wymienić konieczność stałego stosowania antykoagulantów, co może powodować ryzyko powstawania krwotoków. Zagrożenie infekcją jest identyczne przy zastosowaniu obu metod. Problem stanowią też koszty terapii. Materiały zużyte do jednego zabiegu przewyższają 4-5-krotnie koszty klasycznej, ostrej hemodializy. Jest to często kolejnym powodem rezygnacji z metod ciągłych w praktyce weterynaryjnej. Należy zawsze się zastanowić, czy wybór dostępnej metody, zredukowanie kosztów zabiegu i zwiększenie wygody lekarza, powinny odbywać się kosztem zdrowia bądź nawet życia pacjenta.

Przygotowanie pacjenta do ciągłej terapii nerkozastępczej polega na założeniu specjalnego dojścia naczyniowego. W weterynarii dominuje wkłucie cewnika poprzez żyłę szyjną zewnętrzną, sięgające prawego przedsionka serca (fot. 5). Prawidłowe założenie cewnika decyduje o skuteczności terapii. Jest to kluczowy element zabiegu. Cewnik ma dwa kanały zakończone na różnej wysokości - jeden służy do pobierania krwi, drugi „oddaje” jej oczyszczoną porcję.

Wymiana substancji i odciążanie nadmiaru płynów odbywają się w specjalnym pojemniku, zwanym dializatorem (fot. 6). W jego wnętrzu znajduje się hemofiltr, w którym następuje wymiana cząstek i odciążanie nadmiaru płynów.

W trakcie zabiegu niezbędny jest stały monitoring parametrów życiowych pacjenta: ciśnienia tętniczego krwi, temperatury i akcji serca. Co kilka godzin należy oznaczać parametry krzepnięcia krwi, by uniknąć wykrzepiania na hemofiltrze. Konieczna jest stała kontrola poziomu toksyn mocznicowych (mocznik, kreatynina). Temperaturę ciała pacjenta można modyfikować poprzez ogrzewanie płynu suplementującego lub dializacyjnego, co odbywa się automatycznie w aparacie do metod ciągłych oczyszczania krwi.



## PRZYPADEK KLINICZNY

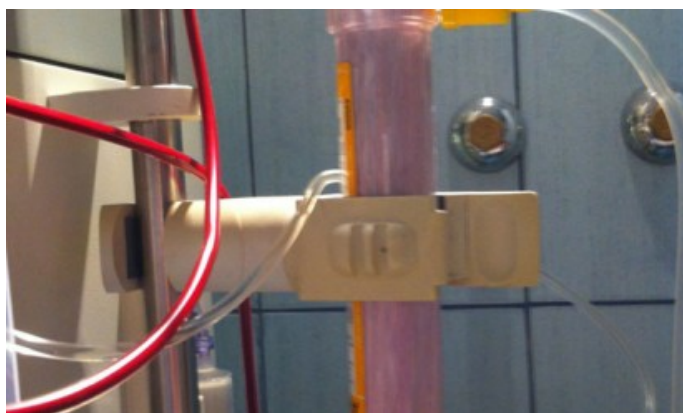
Pies rasy alaskan malamute, samiec, 4 lata, ostre uszkodzenie nerek jako powikłanie babeszjozy. Przyjęty do kliniki 3 doby po zdiagnozowaniu inwazji *Babesia canis*.

W badaniu klinicznym stwierdzono: osłabienie, apatię, duszność wdechową, dysfagię, wymioty. Od ponad 24 godzin występował bezmocz. W badaniach biochemicznych krwi poziom mocznika wynosił 389 mg/dl, a kreatyniny - 16,9 mg/dl. Od momentu zaobserwowania bezmoczu otrzymał w innej placówce kroplówki dożylnie w ilości ok. 1000 ml.

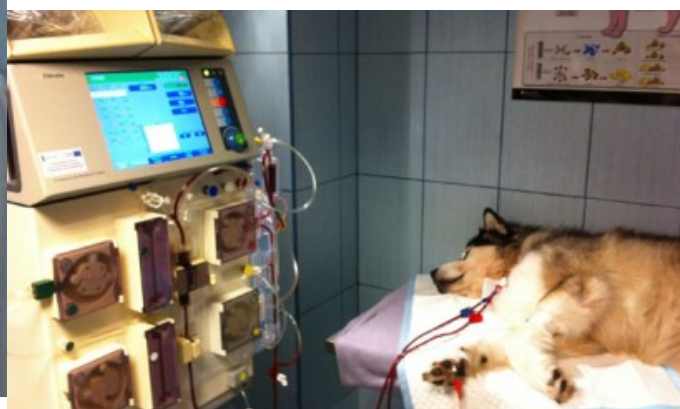
Po przeanalizowaniu wyników badań klinicznych i laboratoryjnych, a także USG nerek z przepływem dopplerowskim, pies został zakwalifikowany do zabiegu hemodializy w Klinice Weterynaryjnej Elwet (fot. 7).

W odstępie 60 godzin wykonano dwa zabiegi hemodializy ciągłej (CVVHD). W trakcie pierwszego w ciągu 10 godzin oczyszczono krew pacjenta, uzyskując wartości: kreatynina - 11 mg/dl, mocznik - 280 mg/dl. Dodatkowo, odwodniono pacjenta o 1000 ml płynu. Po 10 godzinach od pierwszego zabiegu nastąpił powrót diurezy.

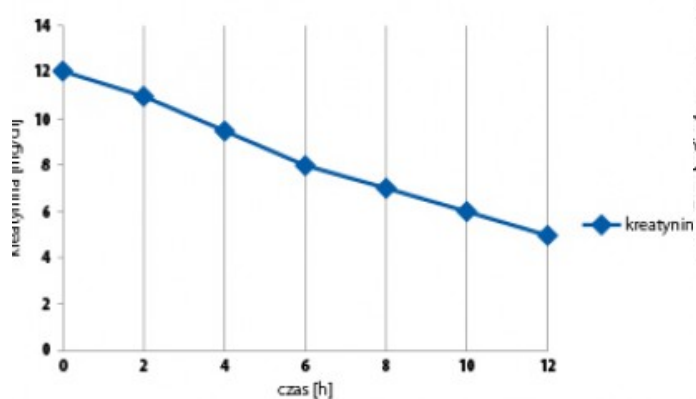
Mimo postępującego wzrostu ilości produkowanego moczu, parametry mocznika i kreatyniny utrzymywały się na wysokim poziomie (kreatynina około 12 mg/dl, mocznik około 300 mg/dl). Podjęto decyzję o kolejnym zabiegu hemodializy ciągłej. Trwał on 12 godzin (wykresy 2 i 3 obrazują zmiany wartości mocznika i kreatyniny).



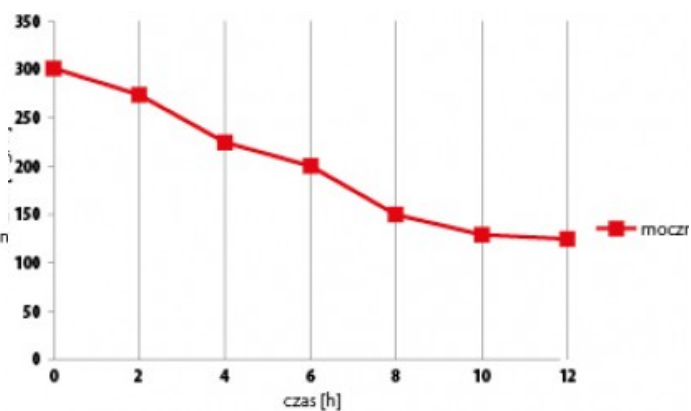
Fot. 6. Dializator.



Fot. 7. Pacjent podczas hemodializy ciągłej.



Wykres 2. Spadek poziomu kreatyniny w trakcie hemodializy ciągłej.



Wykres 3. Spadek poziomu mocznika w trakcie hemodializy ciągłej.

24 godziny po wykonaniu drugiego zabiegu parametry obniżyły się: mocznik - 155 mg/dl, kreatynina - 9,9 mg/dl. Przez kolejny tydzień hospitalizacji funkcja nerek została przywrócona, a parametry mocznika i kreatyniny powróciły do wartości fizjologicznych. Zwierzę odzyskało apetyt i chęć do życia.

## PODSUMOWANIE

Wielofunkcyjność nowoczesnych aparatów do ciągłych metod nerkozastępczych umożliwia dobór odpowiedniej, indywidualnej terapii dostosowanej do potrzeb każdego pacjenta. W trakcie zabiegu istnieje możliwość zmiany stosowanej metody, bez konieczności jego przerywania.

Zastosowanie CRRT w praktyce weterynaryjnej daje lekarzom weterynarii nowy oręż do skutecznej walki z ostrym uszkodzeniem nerek.

## Możliwości zastosowania różnych typów terapii nerkozastępczej

- **Powolna ciągła ultrafiltracja** (SCUF - *Slow continuous ultrafiltration*) to najprostsza z metod ciągłych, przeznaczona do stosowania przede wszystkim u chorych wymagających powolnego odwodnienia, „którzy nie są zatruci”. Wykorzystuje ona zjawisko ultrafiltracji i usuwa nadmiar płynów z organizmu. Idealnie nadaje się do eliminacji obrzęków płuc różnego tła, które są odporne na działanie środków moczopędnych. Ma szerokie zastosowanie w krańcowej, przewlekłej niewydolności krążenia.
- **Ciągła żylna-żylna hemofiltracja** (CVVH - *Continuous veno-venous hemofiltration*) jest metodą, która pozwala na odwodnienie pacjenta i powolne odtruwanie, eliminując także średnie cząstki. Zapewnia zrównoważenie bilansu elektrolitów, przywrócenie równowagi kwasowo-zasadowej. Wykorzystuje zjawisko konwekcji. W metodzie tej konieczne jest stosowanie płynu suplementującego, by nadmiernie nie odwodnić pacjenta.
- **Ciągła żylna-żylna hemodializa** (CVVHD - *Continuous veno-venous hemodialysis*) służy do odtruwania i powolnego odwadniania organizmu. Wykorzystuje się tutaj zjawisko dyfuzji, krew w dializatorze płynie w przeciwnym kierunku w stosunku do płynu dializacyjnego. Jest to klasyczna hemodializa „rozciągnięta” w czasie w celu zwiększenia bezpieczeństwa.
- **Ciągła żylna-żylna hemodiafiltracja** (CVVHDF - *Continuous veno-venous hemodiafiltration*) to połączenie dwóch poprzednich metod. Umożliwia intensywne odtruwanie i odwodnienie pacjenta. Łączy dyfuzję z konwekcją, działając wielokierunkowo. Zapewnia zrównoważenie bilansu elektrolitów, przywraca równowagę kwasowo-zasadową. Stosowana jest u skrajnie zatrutych i przewodnionych pacjentów.

### Autor:

lek. wet. Magdalena Sadowska, dr n. wet. Bohdan Kurski

### Zdjęcia:

Z archiwum autorów

### Streszczenie:

Duży problem dla lekarza weterynarii stanowiło leczenie ostrego uszkodzenia nerek wtedy, gdy zawodziła stosowana płynoterapia. Przed kilkudziesięciu laty problem ten rozwiązano w medycynie ludzkiej, wprowadzając techniki zewnątrzustrojowego oczyszczania krwi. Te metody terapeutyczne są obecnie z powodzeniem stosowane w praktyce lekarsko-weterynaryjnej. W leczeniu niewydolności nerek u małych zwierząt wykorzystywana jest zarówno dializa otrzewnowa, jak i techniki nerkozastępcze, przeprowadzane metodą ciągłą i przerywaną. Dzięki tym sposobom leczenia lekarz weterynarii otrzymał nowe, skuteczne narzędzie do walki z niewydolnością nerek.

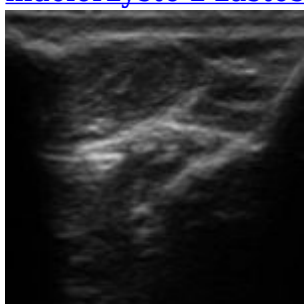
### **Piśmiennictwo:**

1. Diehl S.H., Seshardi R.: *Use of continuous renal replacement therapy for treatment of dogs and cats with acute or acute-on-chronic renal failure: 33 cases.* „Journal of Veterinary Emergency and Critical care”, 18(4)2008.
2. Landerville A.J., Seshardi R.: *Utilization of continuous renal replacement therapy in a case of feline acute renal failure.* „Journal of Veterinary Emergency and Critical care”, 14(4)2004.
3. Rubik J.: *Ciągłe techniki terapii pozaustrojowej w niewydolności nerek i niewydolności wielonarządowej.* Kurs Centrum Medycznego Kształcenia Podyplomowego: „Diagnostyka i leczenie pierwotnych i wtórnych nefropatii”, marzec 2005.
4. Świętochowska A.: *Ostre uszkodzenie nerek wczoraj, dziś i jutro.* „Nefrologia i Dializoterapia Polska”, 2(16)2012.
5. Popiel M., Majcher Ł.: *Hemodializa u psów. Nowe możliwości leczenia zaawansowanej niewydolności nerek.* „Magazyn Weterynaryjny” 20(166)2011.
6. Fresenius Medical Care, Mortell M.: *Multifiltrate Continuous Renal Replacement Therapy Learnbook.* Learnbook, 2012.

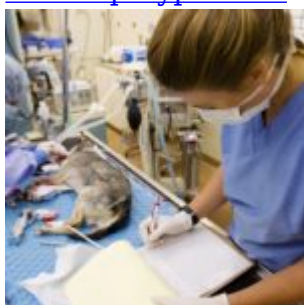
### **Promowane**



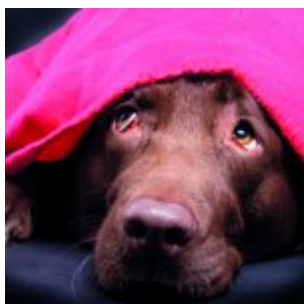
- [Sukces wrocławskich uczonych - poróżogenne komórki macierzyste z zastosowaniem w medycynie](#)



- [Leczenie wybranych urazów u psów sportowych na podstawie dwóch przypadków](#)



- [Gabinet weterynaryjny z finansowaniem zewnętrznym](#)



- [Alergia u czworonogów](#)



- [USG drobnych ssaków - dlaczego warto je wykonywać?](#)