

HEMODIALIZA



SZTUCZNA NERKA

Joanna Grabska - Chrzastowska

UMIEJSCOWIENIE NEREK

PRAWA NERKA

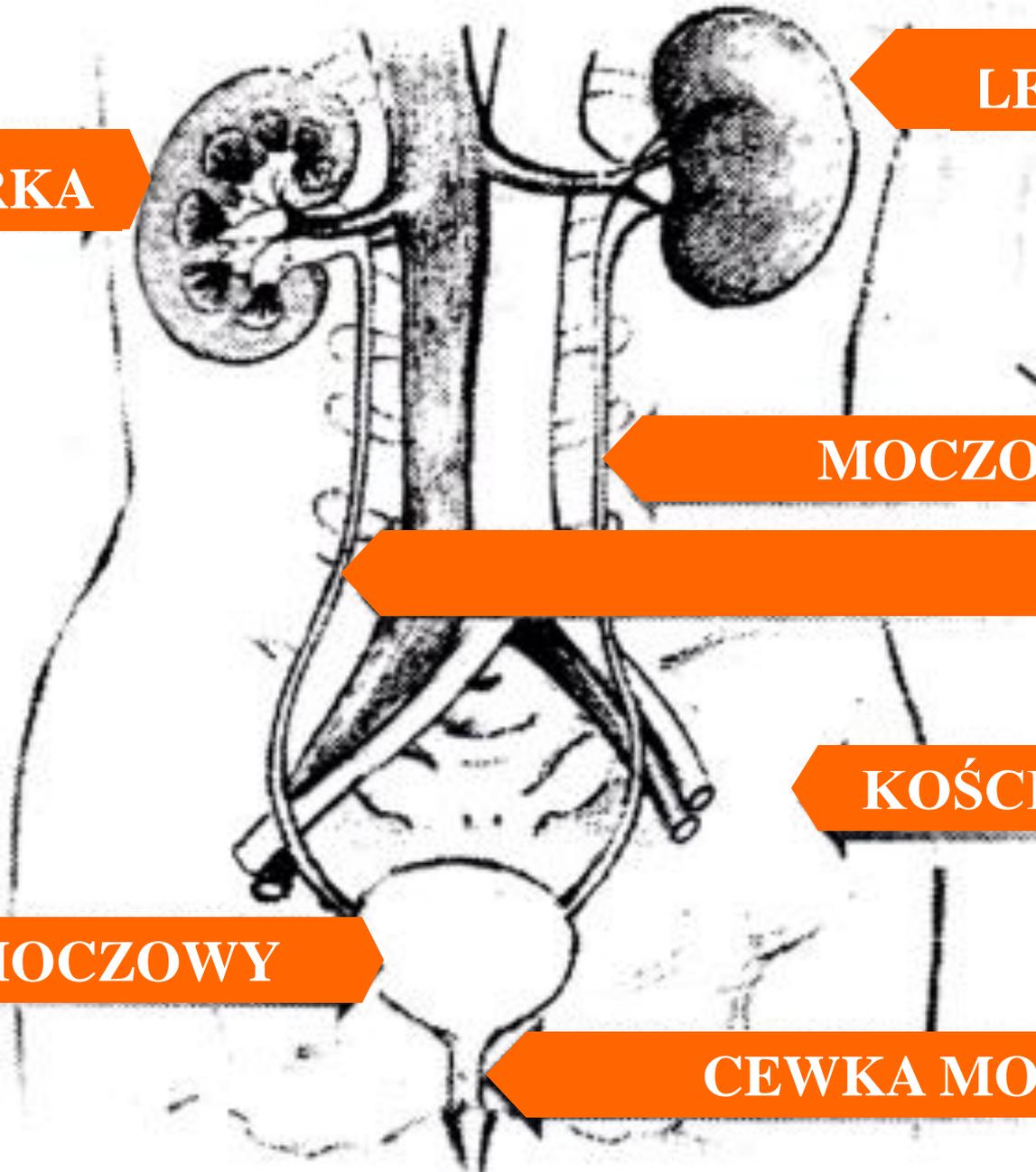
LEWA NERKA

MOCZOWODY

KOŚCI MIEDNICY

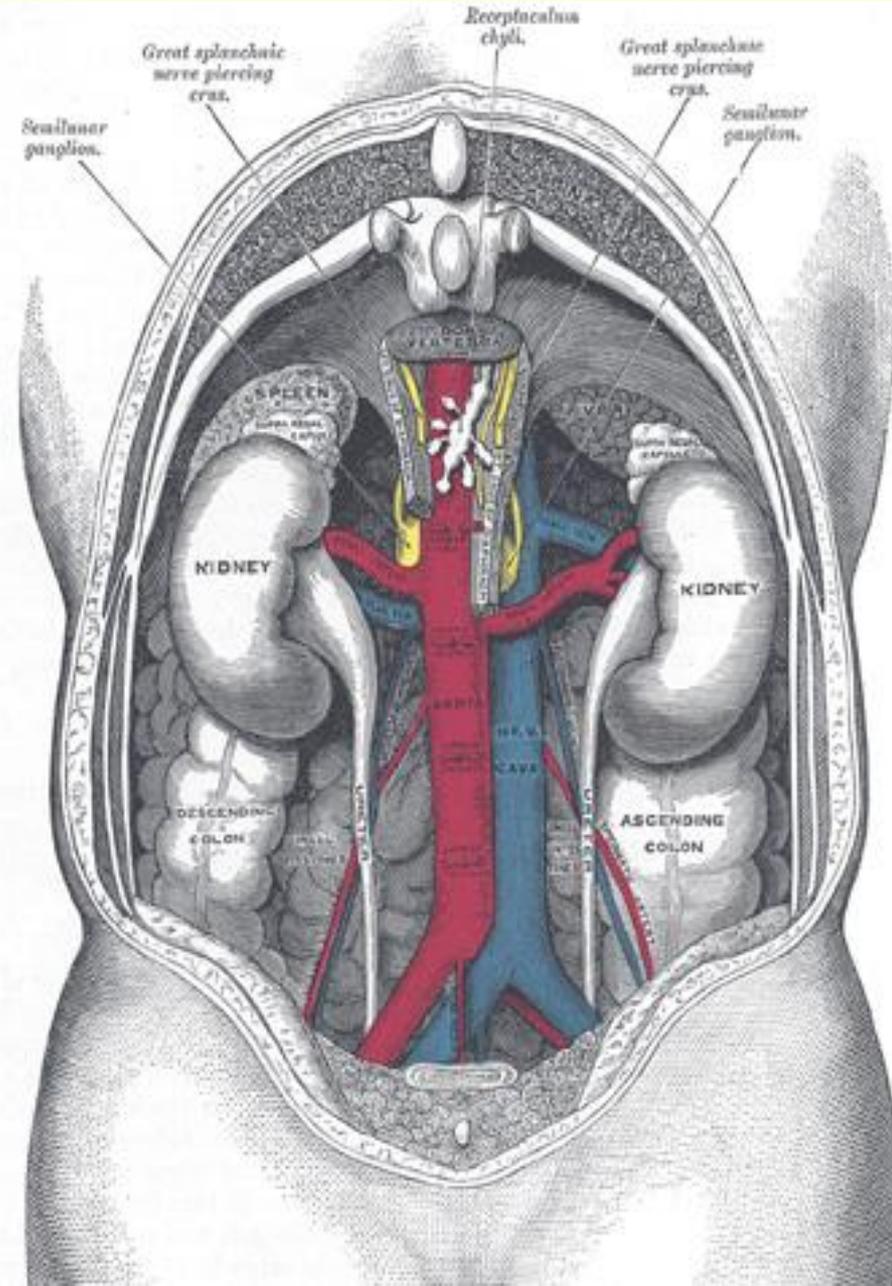
PĘCZERZ MOCZOWY

CEWKA MOCZOWA

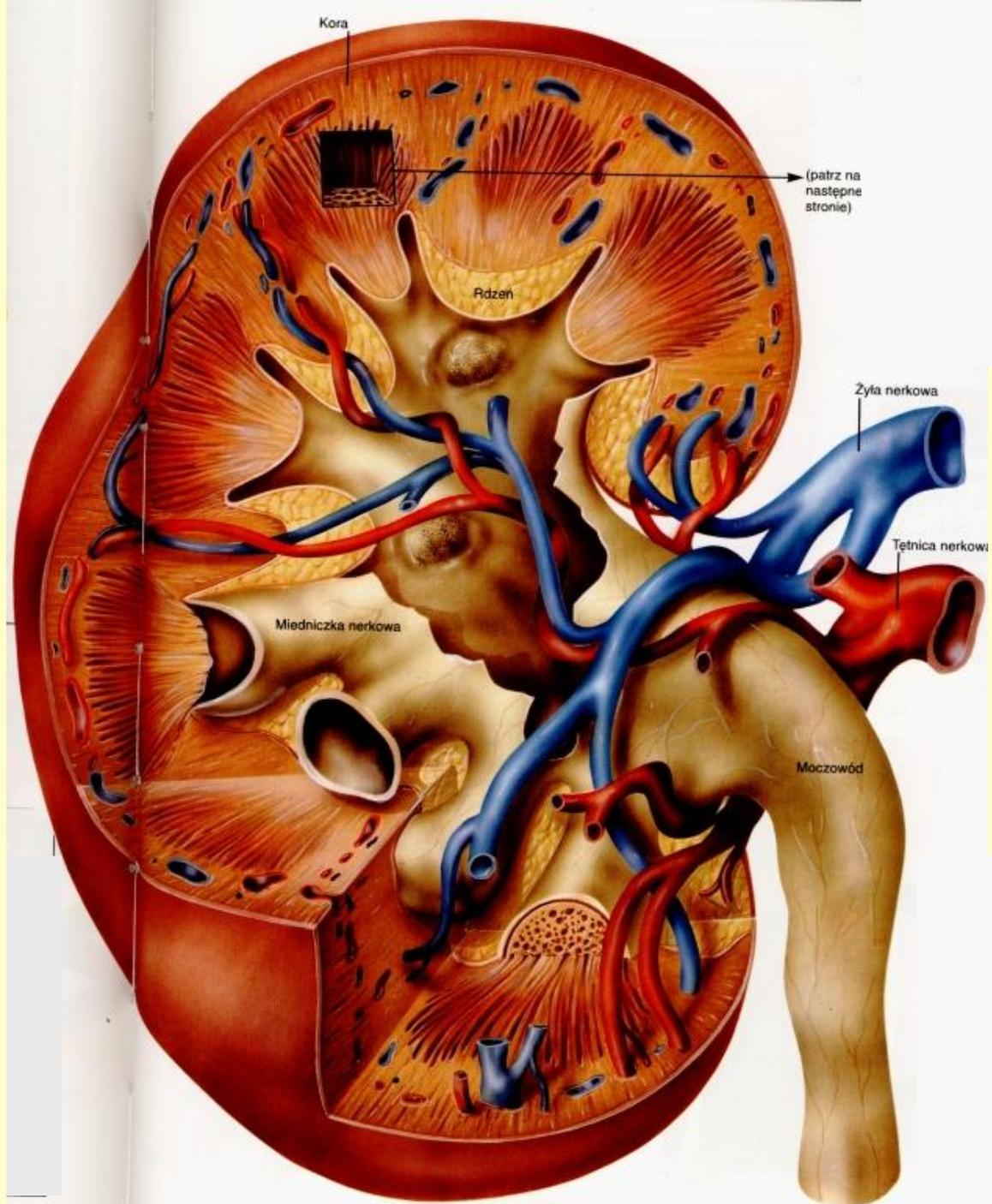


UMIEJSCOWIENIE NEREK

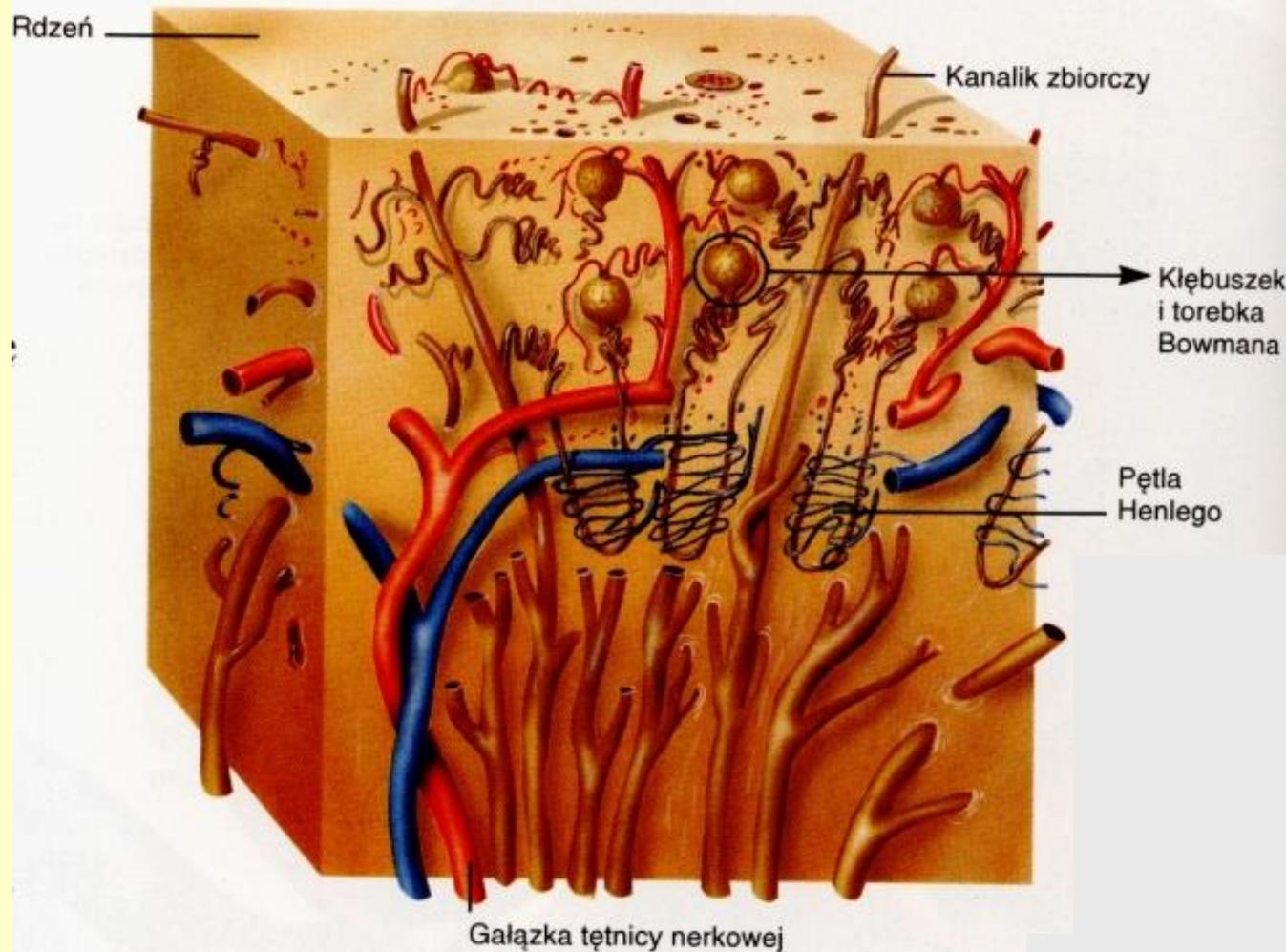
U człowieka nerki znajdują się po obu stronach kręgosłupa, za żołądkiem i pod wątrobą, prawa nieco niżej niż lewa. Przekiętna masa pojedynczej nerki wynosi od 130-170g. Do wnęki nerki dochodzą dwa duże naczynia krwionośne: tętnica (najczęściej pojedyncza) i żyła nerkowa oraz dodatkowo naczynia limfatyczne. Ponadto z wnęki każdej nerki prowadzi też pojedynczy moczowód. Do górnej powierzchni nerek przylegają nadnercza (gruczoły wydzielania wewnętrznego). Nerkę otacza torebka włóknista oraz torebka tłuszczowa.



BUDOWA NERKI



BUDOWA MIAŻSZU NERKI



Wewnątrz miąższu nerki, na zewnętrznym końcu każdego nefronu znajduje się zamknięty w torebce Bowmana i zasilany odgałęzieniem tętnicy nerkowej kłębuszek. Kanalik nerkowy, po opuszczeniu kłębuszka biegnie rdzeniem nerki w dół, przedłużając się w pętlę Henlego, otoczoną siecią cieniutkich naczyń krwionośnych. Pod koniec swej drogi kanalik łączy się z kanalikiem zbiorczym, który prowadzi mocz do miedniczki nerkowej.

BUDOWA NEFRONU



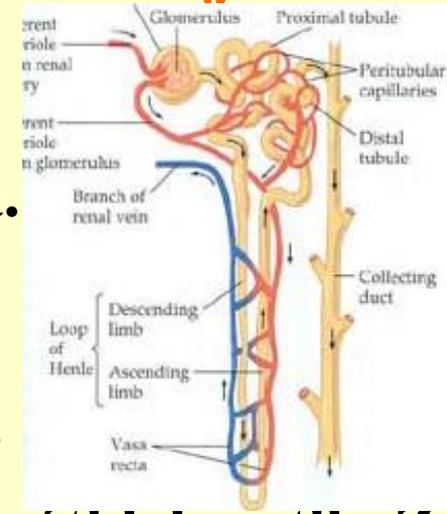
Podstawową jednostką strukturalną nerki jest **NEFRON.**

Liczba nefronów w nerce: średnio około 1 miliona.

Nefron składa się:

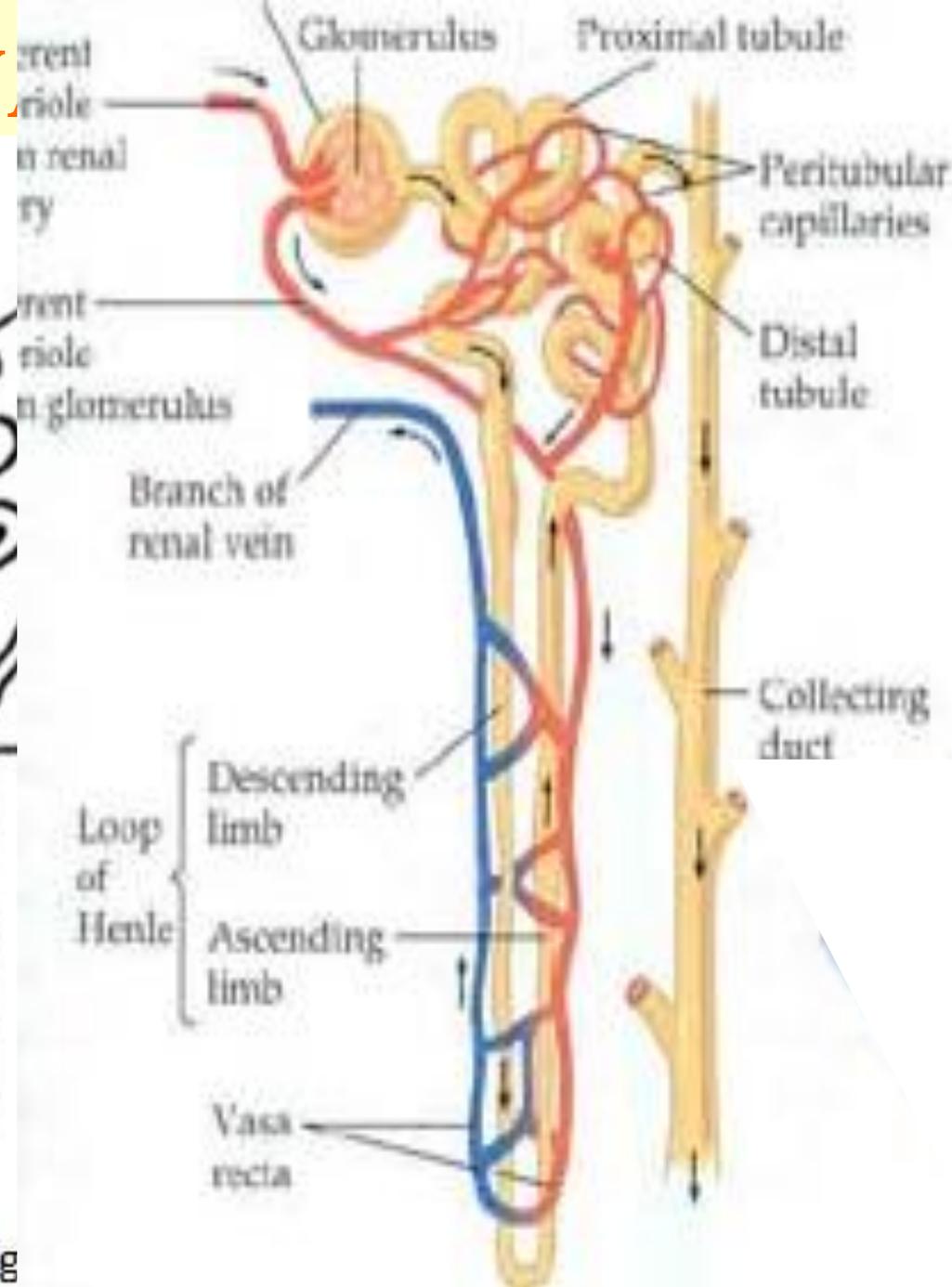
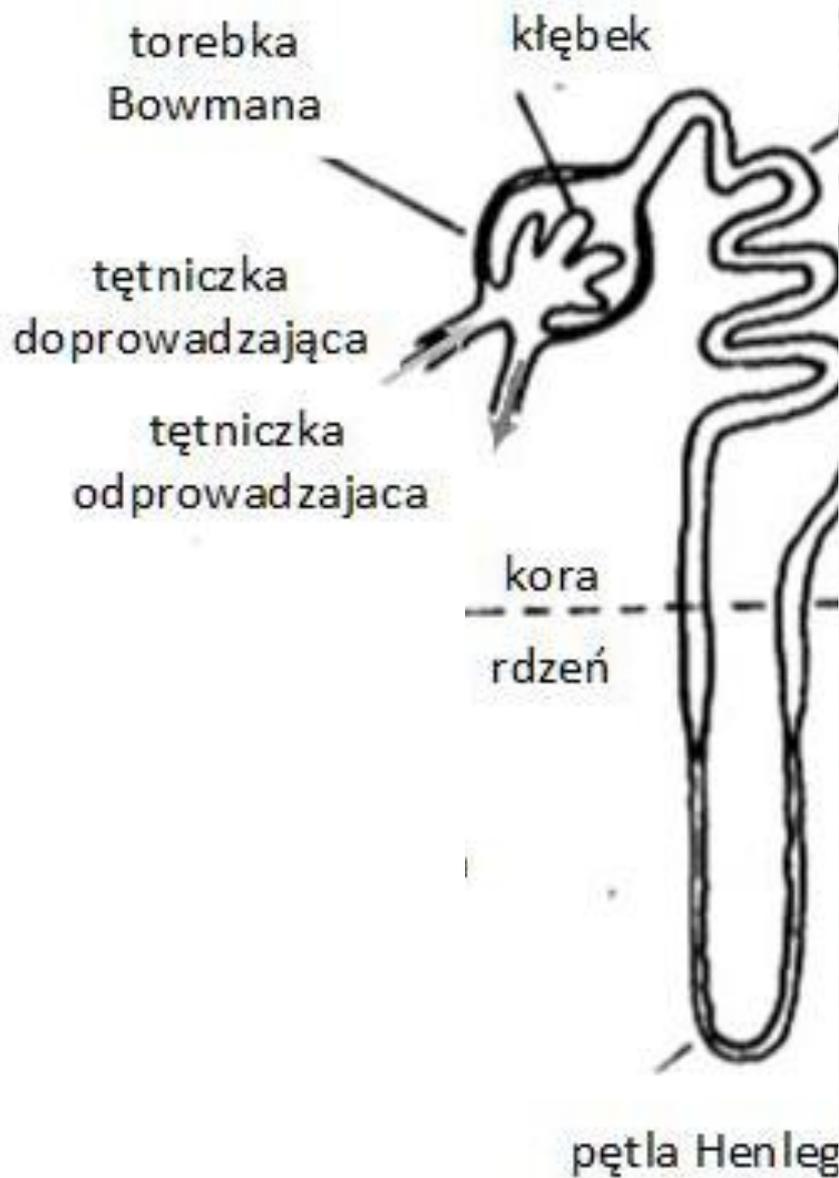
z 2 podjednostek strukturalnych:

cewek oraz kłębuszka nerkowego.



Wyróżniamy dwa rodzaje nefronów, o długiej i krótkiej pętli. Z nefronów o krótkiej pętli zbudowana jest kora nerki, zaś nefrony o pętli długiej przenikają do ciemniejszego rdzenia nerki, który współtworzy piramidy nerkowe. W wierzchołku każdej piramidy znajdują się ujścia przewodów wyprowadzających mocz przez kielichy nerkowe do lejkowatej miedniczki nerkowej, z której mocz odprowadza moczowód. Układ kielichowo-miedniczkowy (UKM) oraz moczowód współtworzą górne drogi moczowe, zaś pęcherz i cewka moczowa - dolne drogi moczowe.

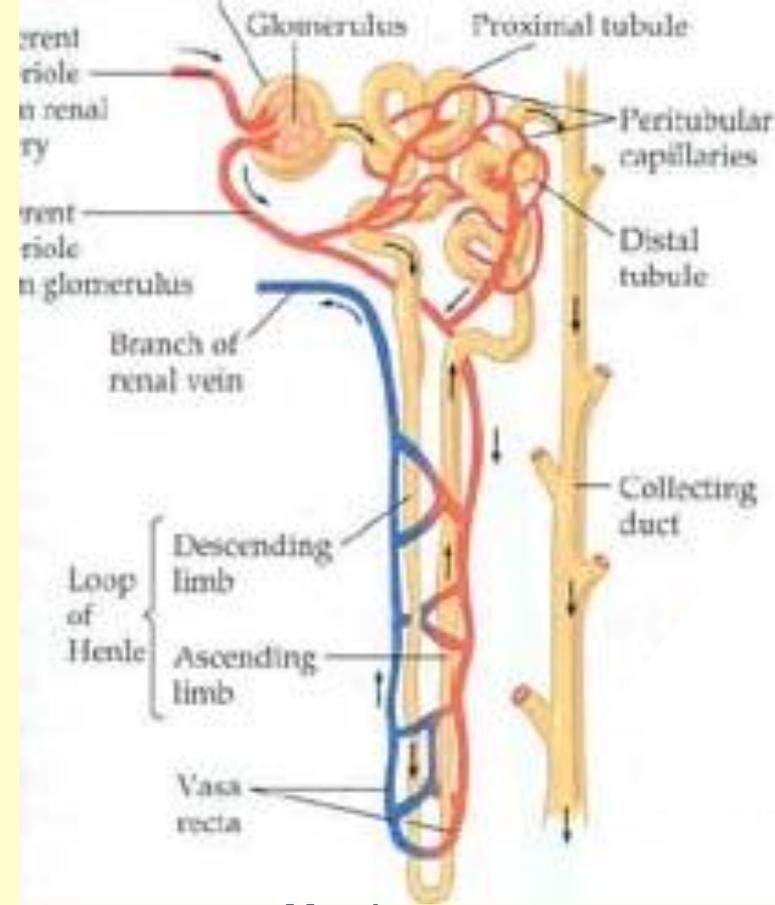
BUDOWA



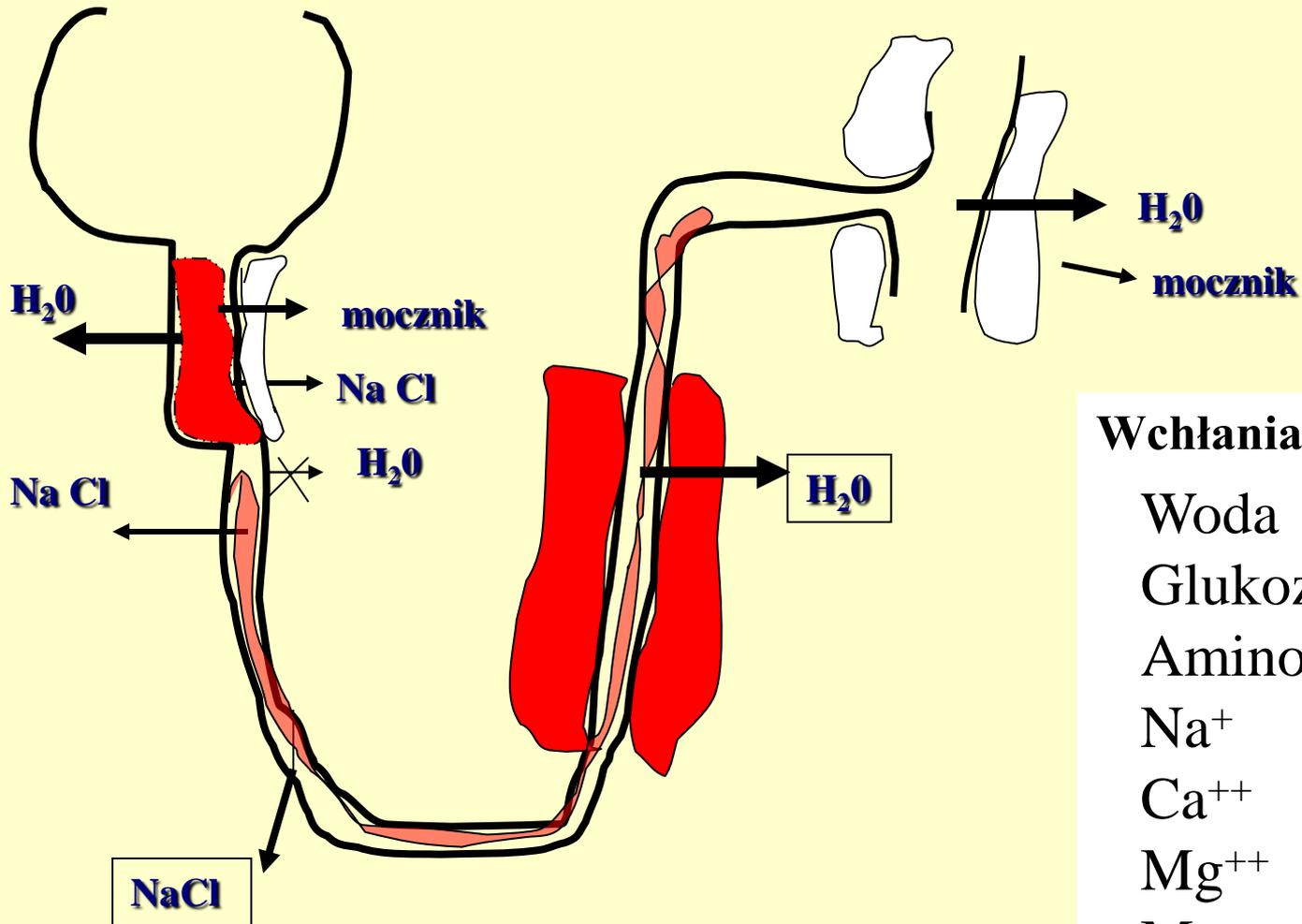
BUDOWA NEFRONU

Krew dopływająca do kłębuszków nerkowych (znajdujących się w torebce Bowmana) poddawana jest filtracji. Płyn, który wówczas powstaje to mocz pierwotny (180 l / dobę)

Ulega on obróbce polegającej na resorpcji (zwrotnemu wchłanianiu) oraz sekrecji (wydzielaniu określonych substancji). Końcowym elementem jest mocz ostateczny wydalany drogami moczowymi na zewnątrz.



ZAGĘSZCZANIE MOCZU



Wchłanianie zwrotne %	
Woda	- 99
Glukoza	-100
Aminokwasy	- 98
Na^+	- 99
Ca^{++}	- 99
Mg^{++}	95
Mocznik	50

FUNKCJA WYDALNICZA NEREK

POKARMY
METABOLIZM

SÓD

POTAS

WAPŃ

FOSFORANY

MAGNEZ

MOCZNIK

KWAS MOCZOWY

KREATYNINA

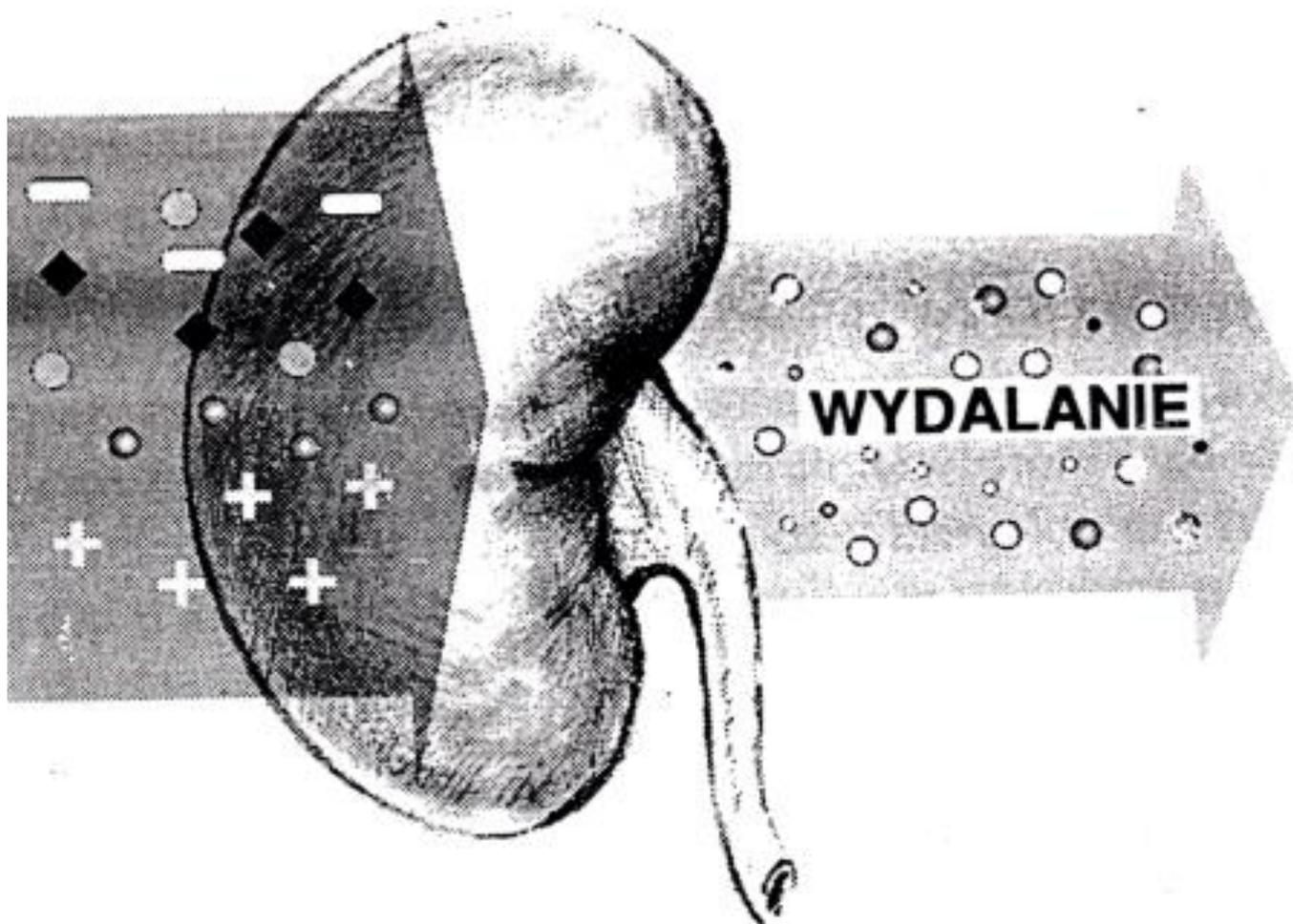
inne...

PŁYNY

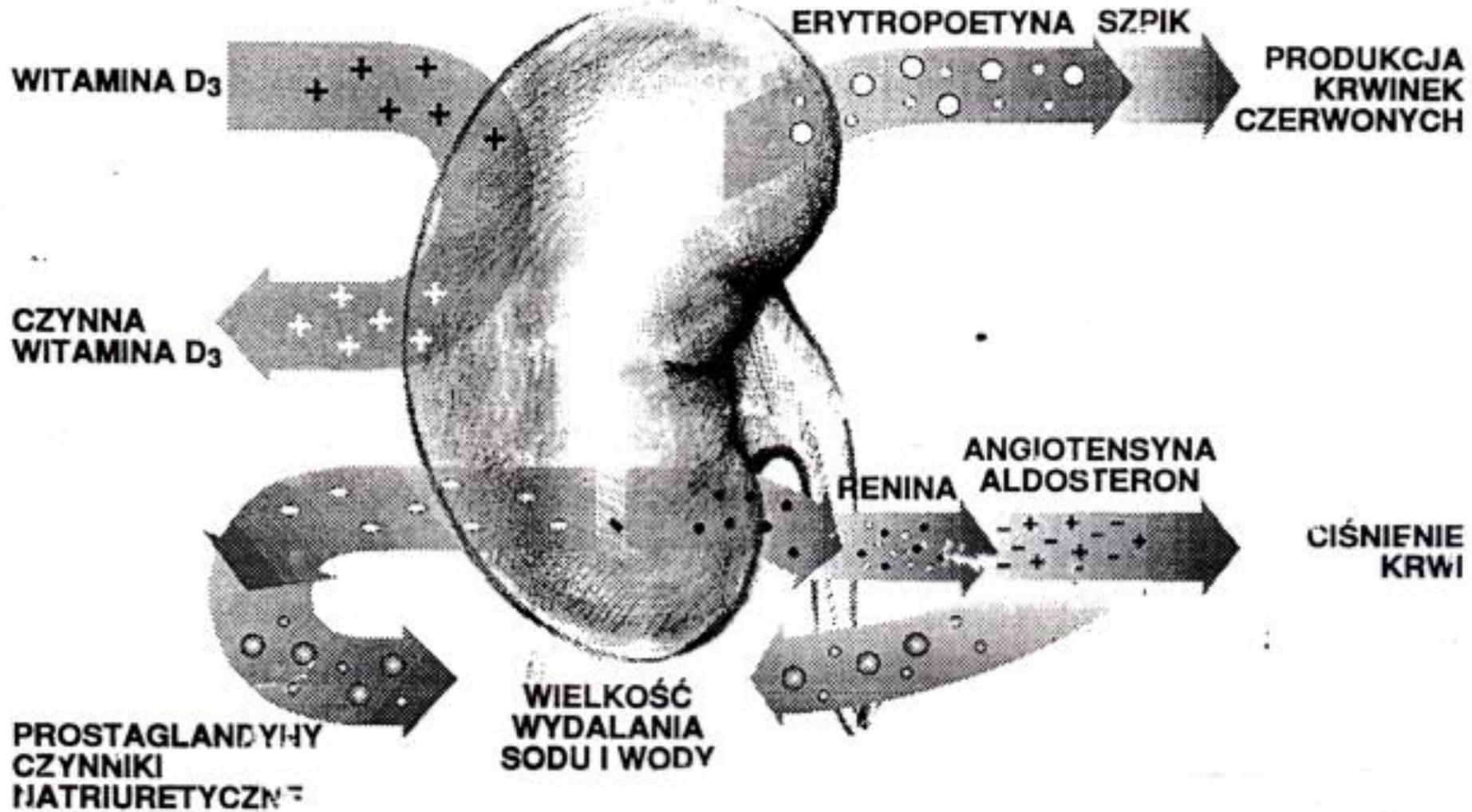
WODA

LEKI

METABOLIZM



FUNKCJA WEWNĄTRZWYDZIELNICZA



FUNKCJE NEREK

- usuwanie z moczem szkodliwych produktów przemiany materii
- zatrzymywanie składników niezbędnych dla organizmu, które ulegają przefiltrowaniu do moczu pierwotnego (reabsorbcja)
- regulacja objętości płynów ustrojowych
- wydalanie leków i trucizn rozpuszczalnych w wodzie (barbiturany, salicylany, preparaty naparstnicy i większość antybiotyków)
- wpływ na ciśnienie tętnicze krwi (układ renina-angiotensyna-aldosteron)
- wpływ na prawidłową erytropoezę (produkcja erytropoetyny)
- wpływ na równowagę kwasowo-zasadową (pH krwi), dzięki możliwości zakwaszania moczu
- wpływ na układ kostny przez produkcję aktywnych postaci witaminy D3

OBJAWY KLINICZNE MOCZNICY PRAWDZIWEJ

Objawy ogólne	osłabienie, uczucie zmęczenia, zmiany ilości oddawanego moczu (wielomocz, skąpomocz), zaburzenia nawodnienia organizmu
Objawy skórne	suchość, bladość, świąd, zadrapania
Objawy ze strony przew. pokarmowego	niesmak w ustach, nudności, wymioty, niedrożność jelit
Objawy psychiczne	depresja, niepokój, psychozy, odwrócenie rytmu „dzień – noc”
Objawy neurologiczne	bóle głowy, drżenie mięśniowe, przeczulica, upośledzenie słuchu
Objawy oczne	zaburzenia widzenia, oczopląs
Objawy ze strony układu krążenia	nadciśnienie tętnicze, bóle w okolicy serca, nadmierne zmęczenie duszność wysiłkowa i/lub spoczynkowa, obrzęki, zaburzenia rytmu serca
Objawy ze strony układu oddechowego	duszność, bóle przy oddychaniu, zaburzenia oddechu
Objawy ze strony układu krwionośnego	niedokrwistość, skłonność do krwawień
Objawy ze strony układu ruchu	bóle kostne i stawowe, osłabienie i zaniki mięśni
Objawy ze strony narządów płciowych	obniżony popęd płciowy, impotencja, niepłodność, u kobiet zaburzenia miesiączkowania

NIEWYDOLNOŚĆ NEREK

Ostra niewydolność nerek (ONN) jest potencjalnie odwracalnym stanem nagłego pogorszenia czynności wydalniczej nerek. Wyróżniamy ONN przednerkową, nerkową oraz pozanerkową.

Przewlekła niewydolność nerek (PNN) jest stanem nieodwracalnego uszkodzenia kłębuszków nerkowych, która wymaga leczenia nerkozastępczego dla utrzymania chorego przy życiu. Najczęstszą przyczyną PNN są choroby kłębuszków nerkowych, nefropatia cukrzycowa, choroby naczyń, choroby cewkowo-śródmiąższowe, choroby z towarzyszącymi torbielami nerek i inne.

Leczenie nerkozastępcze:

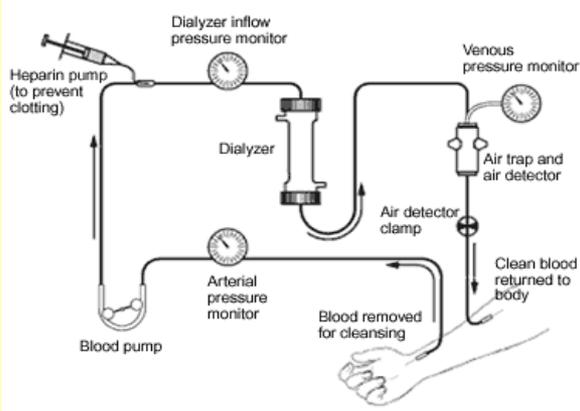
hemodializa

dializa otrzewnowa

transplantacja nerki

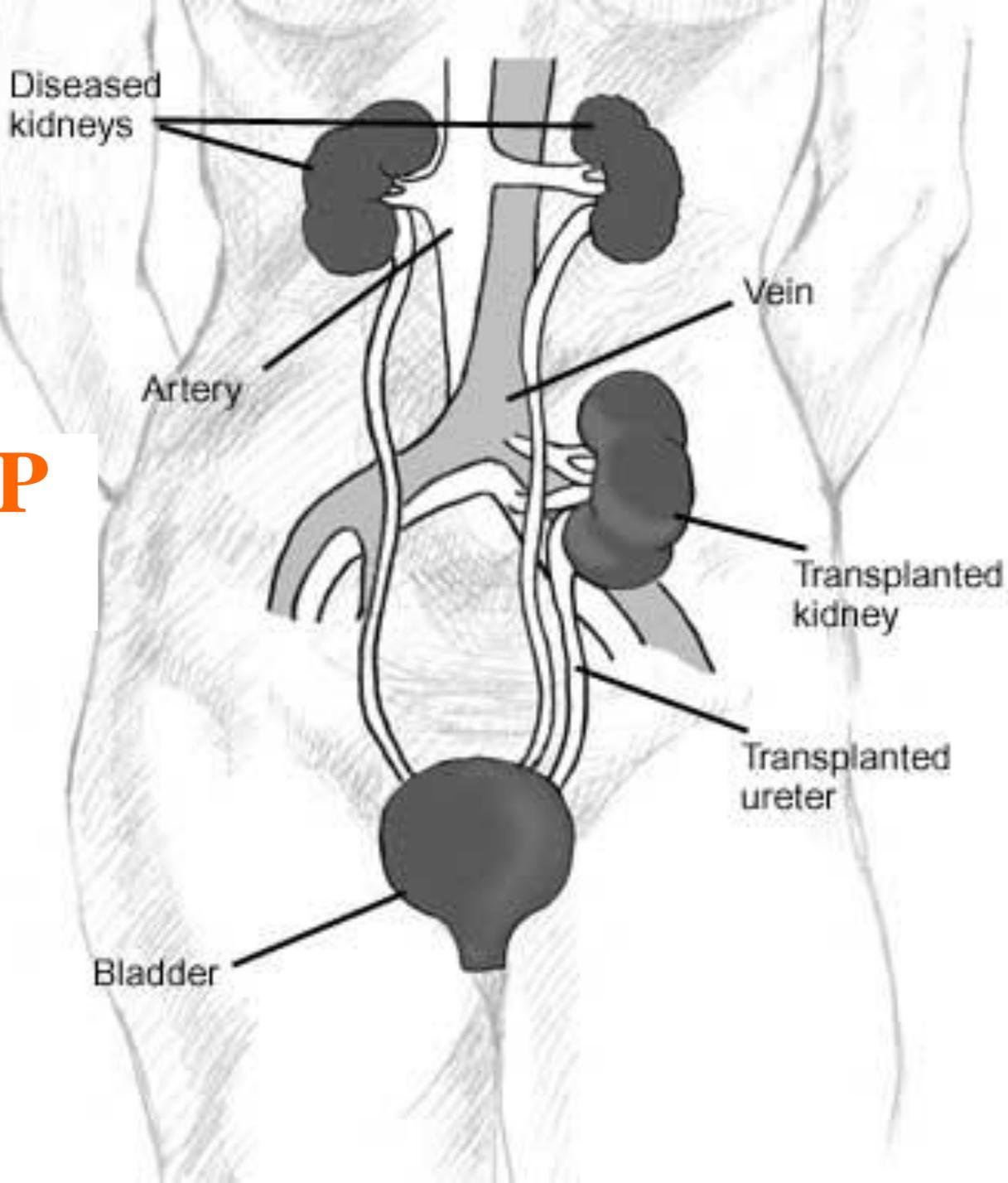
NERKA DO PRZESZCZEPU



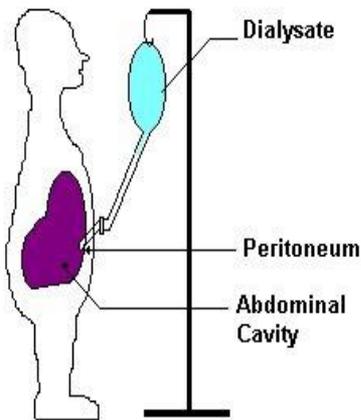


Hemo-dialysis

PRZESZCZEP NERKI



Peritoneal Dialysis



Peritoneal dialysis

PROBLEMY TRANSPLANTOLOGII

2 kwietnia 2014

Testy kliniczne przeprowadzone na Emory University w Atlancie dają nadzieję, że w przyszłości osoby po przeszczepach **nie będą musiały przyjmować leków immunosupresyjnych**. Zespół Allana Kirka zastosował na 20 osobach po przeszczepach nerek technikę **resetu układu odpornościowego**. W zamierzeniach ma ona doprowadzić do zaakceptowania obcych organów przez organizm biorcy.

Przed eksperymentem biorcy nerek musieli zażywać do **20 leków dziennie**, ryzykując przez to rozwojem nowotworów, uszkodzeniem nerek i doświadczając biegunek czy wzdęć.

Po testach okazało się, że u siedmiu pacjentów do zapobieżenia odrzuceniu wystarczy **jeden zastrzyk miesięcznie**, a pozostałych 13 osób zażywać oprócz tego 1 tabletkę leku dziennie.

Transplantolodzy są pod olbrzymim wrażeniem osiągnięć zespołu Kirka. Sędziwy Roy Yorke Calne, pionier przeszczepów wielonarządowych, stwierdził: myślę, że uzyskanie tolerancji na obecność obcych organów będzie wielkim krokiem naprzód. Przede wszystkim zwiększy się komfort życia pacjentów.

PROBLEMY TRANSPLANTOLOGII

Terapia Kirka składa się z trzech elementów. Pierwszy z nich, lek **alemtuzumab**, jest podawany **dożylnie podczas transplantacji**. Zabija on wszystkie limfocyty, które zaatakowałyby nowy organ. Liczba limfocytów powraca do normy po 12-18 miesiącach, jednak nowe są uczone akceptować organ. Nauka odbywa się dzięki drugiemu z leków, **belataceptowi**, który początkowo podawany jest często, ale już pół roku po przeszczepie wystarczy **jeden zastrzyk miesięcznie**. Ostatnim z elementów jest codziennie przyjmowana **pigułka sirolimusa**. To łagodny immunosupresant, którego zadaniem jest zabicie starszych limfocytów, które mogły przetrwać działanie alemtuzumabu.

Rok po przeszczepie u żadnej z osób, które wzięły udział w testach klinicznych, nie wystąpiły objawy odrzucenia organów. Żadna z nich nie musiała też brać standardowych leków. Kirk zapytał wówczas 10 osób, czy chcą zaprzestać przyjmowania sirolimusa. Siedem osób wyraziło zgodę. Obecnie pacjenci ci otrzymują tylko **comiesięczną dożylną dawkę belataceptu**. Od przeszczepów minęło już **3,5 roku**. Wszystkie **20 osób ma się dobrze**.

PROBLEMY TRANSPLANTOLOGII

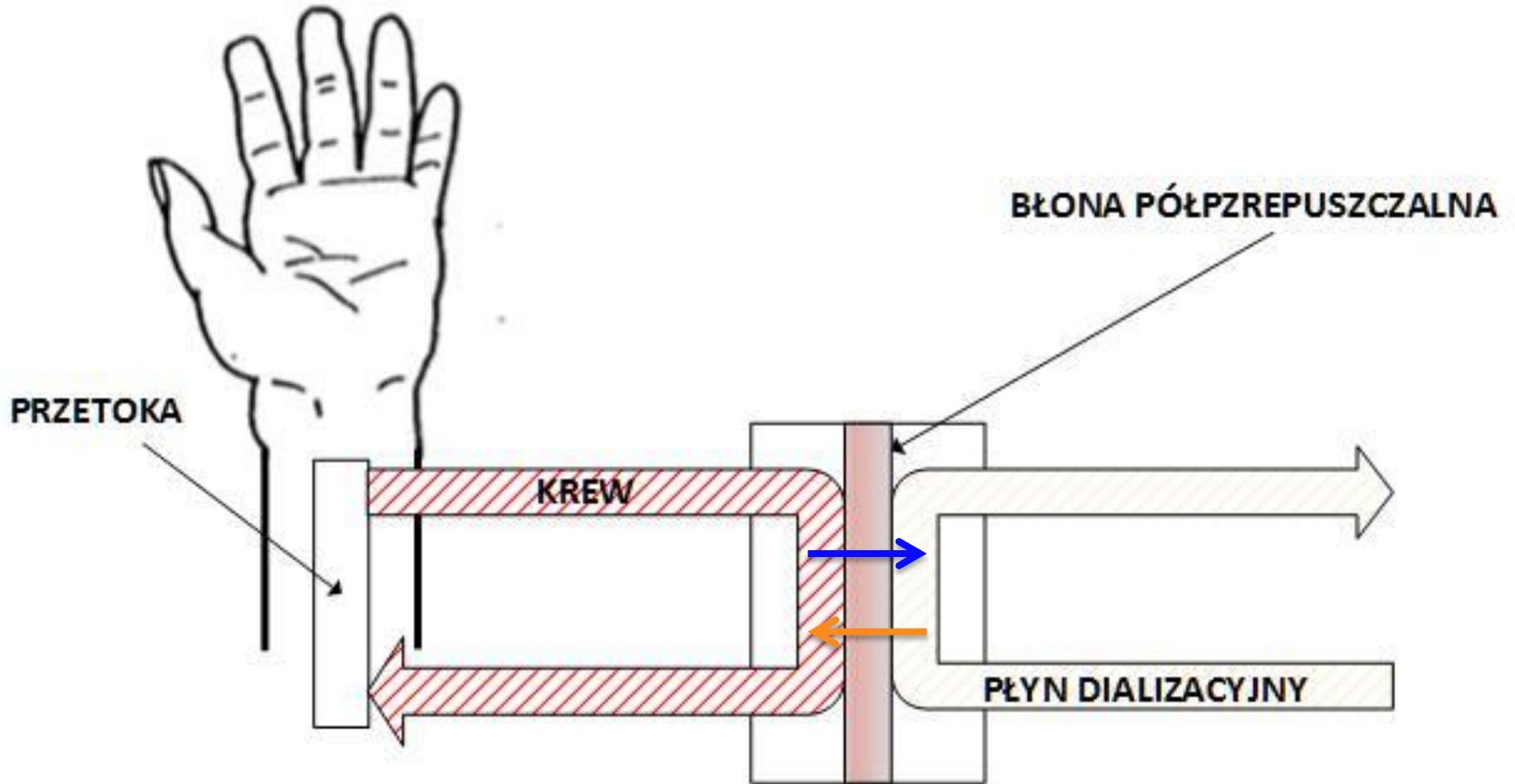
Od czasu pierwszego testu Kirk przeprowadził też swoje eksperymentalne leczenie na grupie kolejnych 18 osób. Obecnie znajdują się one na etapie odstawiania sirolimusa. W przyszłym miesiącu uczonego chce rozpocząć testy na kolejnej, tym razem większej, grupie osób.

Kirk ma nadzieję, że w przyszłości uda się zmodyfikować jego technikę tak, że osoby po przeszczepach nie będą musiały przyjmować nawet belataceptu. Z udziałem 2 pacjentów przeprowadził już próbę odstawienia tego leku, jednak musiano do niego wrócić, gdyż pojawiły się objawy odrzucenia.

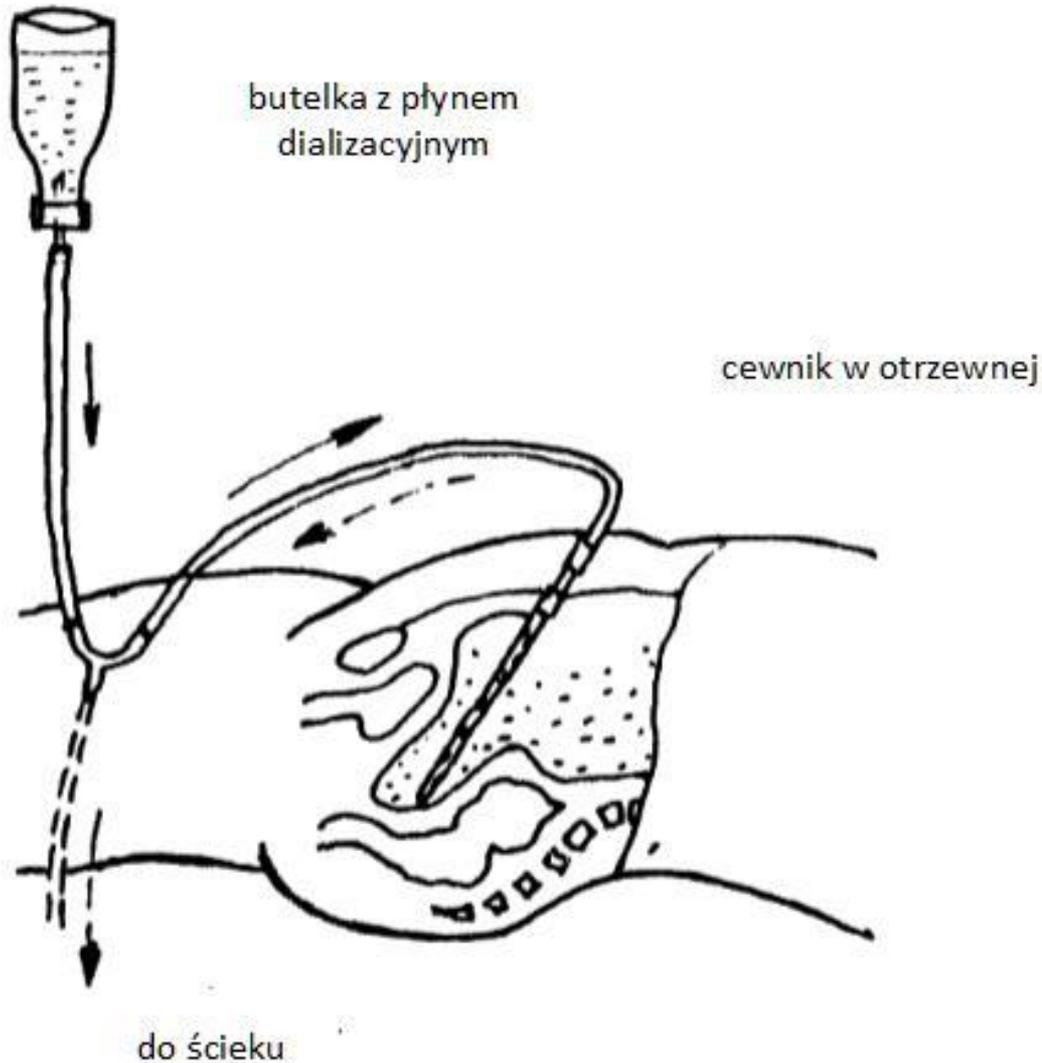
Autor: Mariusz Błoński

Źródło: New Scientist

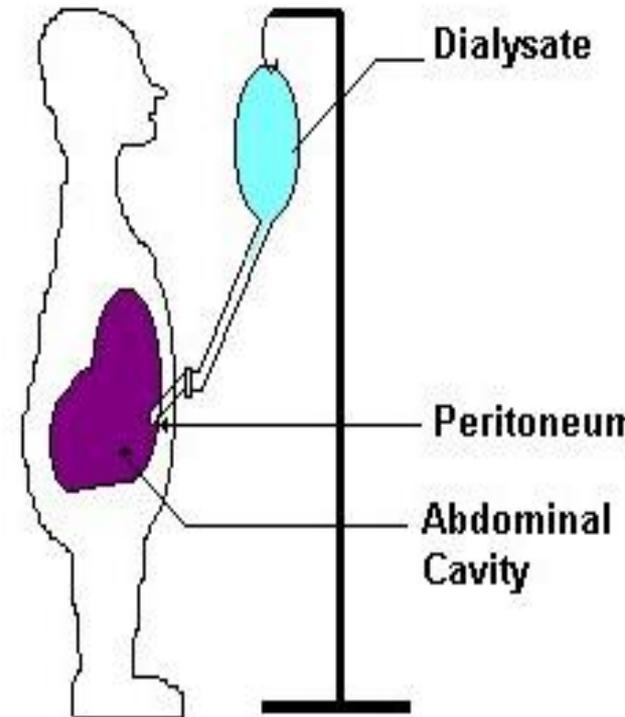
HEMODIALIZA



DIALIZA OTRZEWNOWA



Peritoneal Dialysis



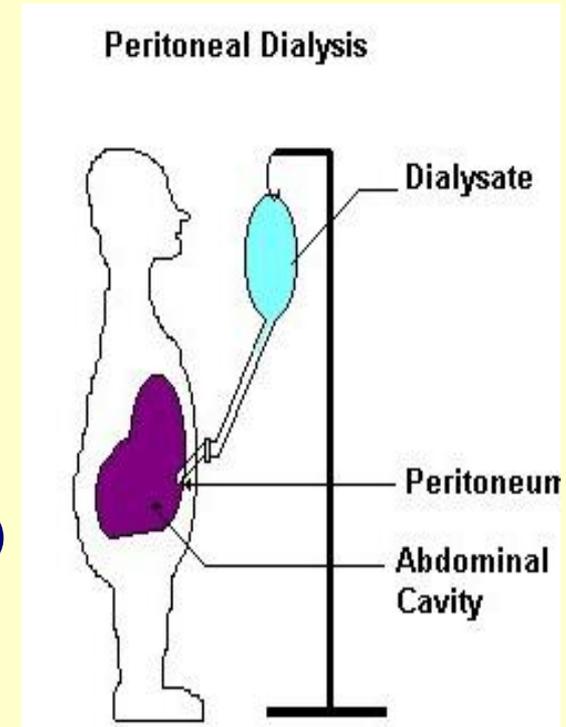
DIALIZA OTRZEWNOWA

Dializa otrzewnowa w swoim zamyśle podobna jest do zabiegu hemodializy, ma doprowadzić do usunięcia z organizmu substancji toksycznych i w miarę możliwości pomóc w utrzymaniu adekwatnego bilansu płynowego. Jednak w tym przypadku, półprzepuszczalną błoną dializacyjną jest otrzewna, która wyściela jamę brzuszną i pokrywa znajdujące się w niej narządy. Do jamy brzusznej wprowadza się specjalnie przygotowany płyn dializacyjny. Wymagane jest założenie stałego dostępu poprzez stosowany najczęściej cewnik Tenckhoffa, który umieszcza się na stałe w jamie brzusznej pacjenta w miarę możliwości na dnie jamy otrzewnej, w jamie Douglasa. Ten cewnik pozwala na swobodne wprowadzanie i wyprowadzanie płynu z otrzewnej.

DIALIZA OTRZEWNOWA

Istnieje kilka schematów prowadzenia dializy otrzewnowej:

- ciągła ambulatoryjna dializa otrzewnowa (CADO)
- nocna/automatyczna dializa otrzewnowa (NADO/ADO)
- przerywana dializa otrzewnowa (PDO)
- ciągła cykliczna dializa otrzewnowa (CCDO)
- dializa typu "tidal" (TDO)
- ciągła ekwilibracyjna dializa otrzewnowa (CEDO)
- ciągła przepływowa dializa otrzewnowa (CPDO).

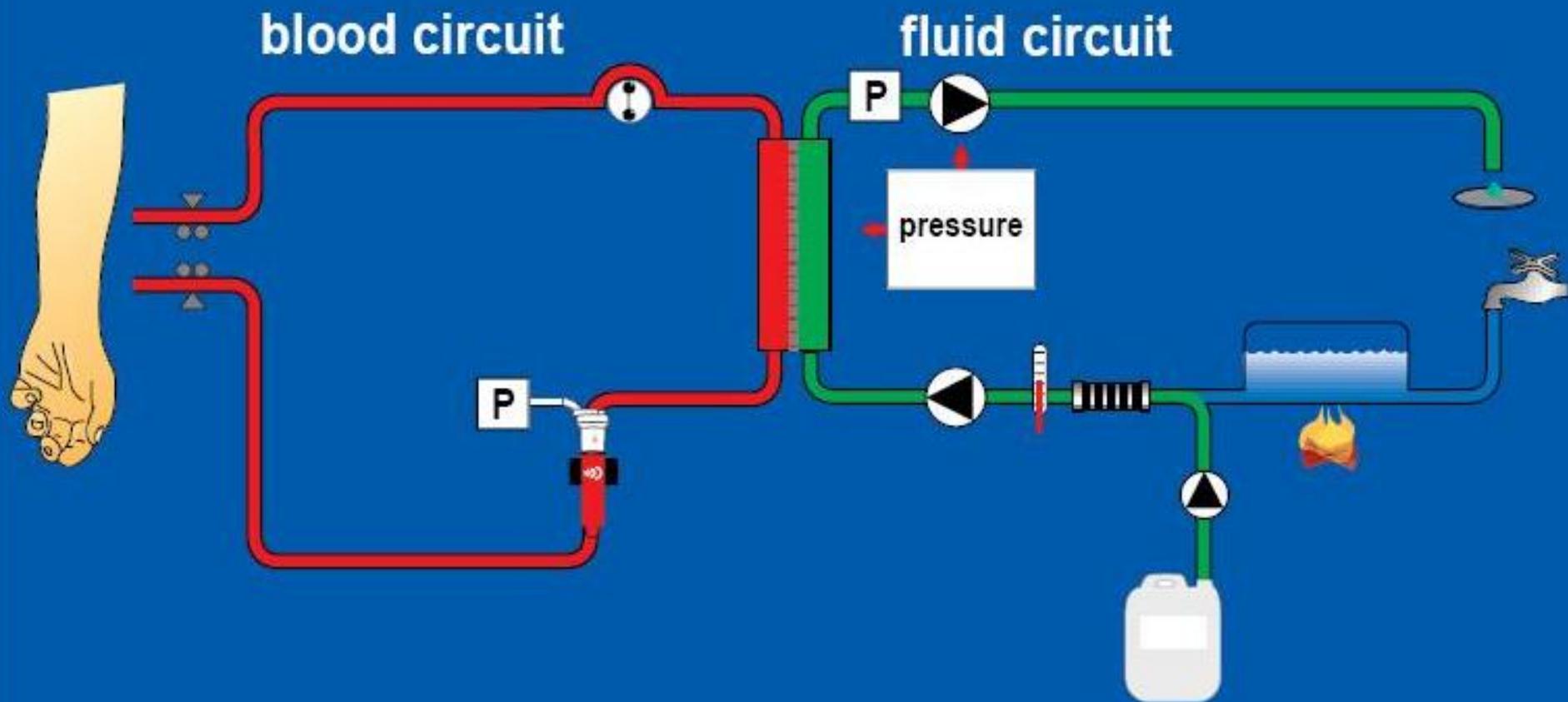


HEMODIALIZA

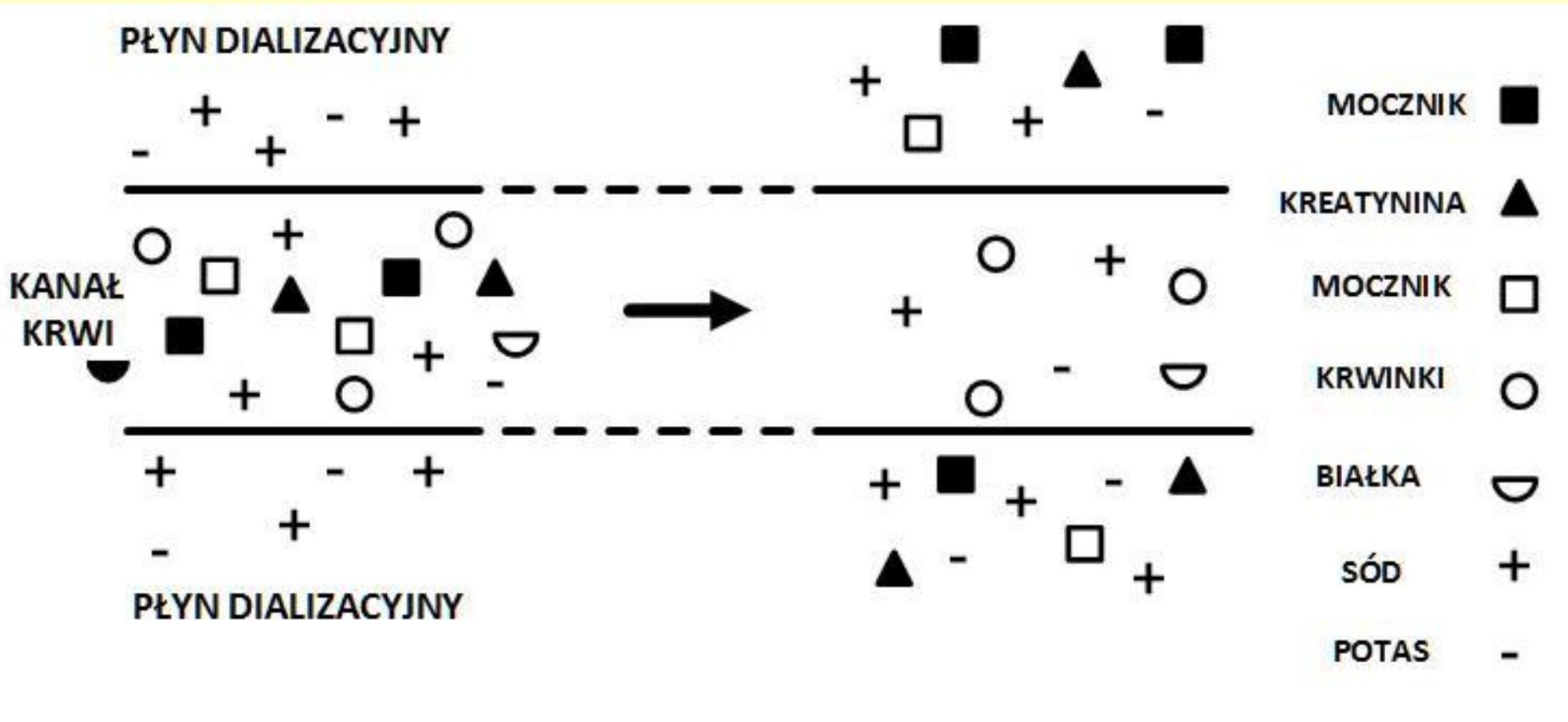
POZAUSTROJOWE OCZYSZCZANIE KRWI

Hemodializa polega na usuwaniu produktów przemiany materii i wody lub leków oraz toksyn z krwi pacjenta poprzez sztuczną błonę półprzepuszczalną, zabieg umożliwia także korektę kwasicy metabolicznej oraz zaburzeń elektrolitowych. Podczas zabiegu krew jest wielokrotnie przepompowywana na zewnątrz ciała do dializatora, który działa jak sztuczna nerka. W trakcie zabiegu krew krąży pomiędzy aparatem – „sztuczną nerką” a pacjentem. Krew jest oczyszczana przepływając przez dializator. W przypadku dostępu czasowego – cewnika – dreny sztucznej nerki są bezpośrednio do niego podłączane; w przypadku wykształconej przetoki tętniczo-żylniej należy najpierw nakłuć żyłę w 2 miejscach, a następnie podłączyć dreny.

HEMODIALIZA



HEMODIALIZA

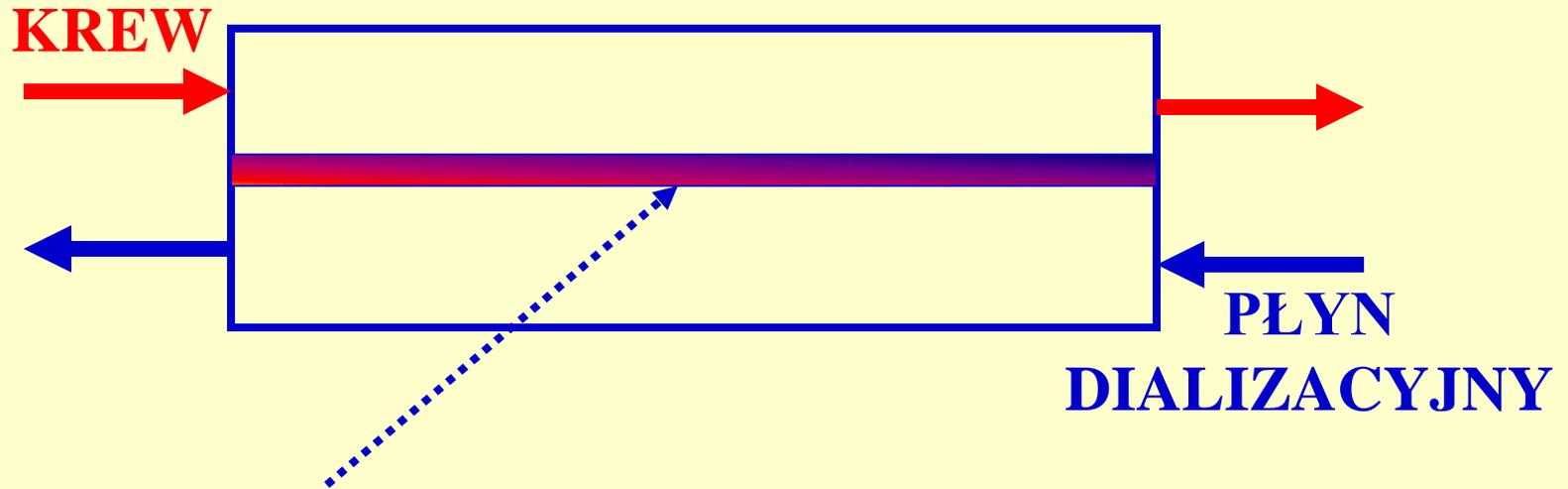


HEMODIALIZA

SUBSTANCJA	WYDALANIE DOBOWE
WODA	1500 ml
CHLOREK SODU	8 – 15 g
POTAS	2,5 g
MOCZNIK	15 – 20 g
KWAS MOCZOWY	0,5 - 0,8 g
KREATYNINA	1-2 g
AMONIAK	0,7 g

HEMODIALIZA

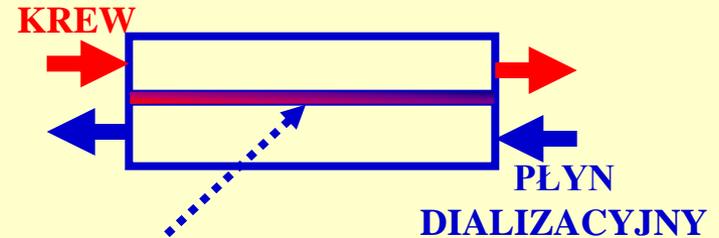
UPROSZCZONY MODEL DIALIZATORA



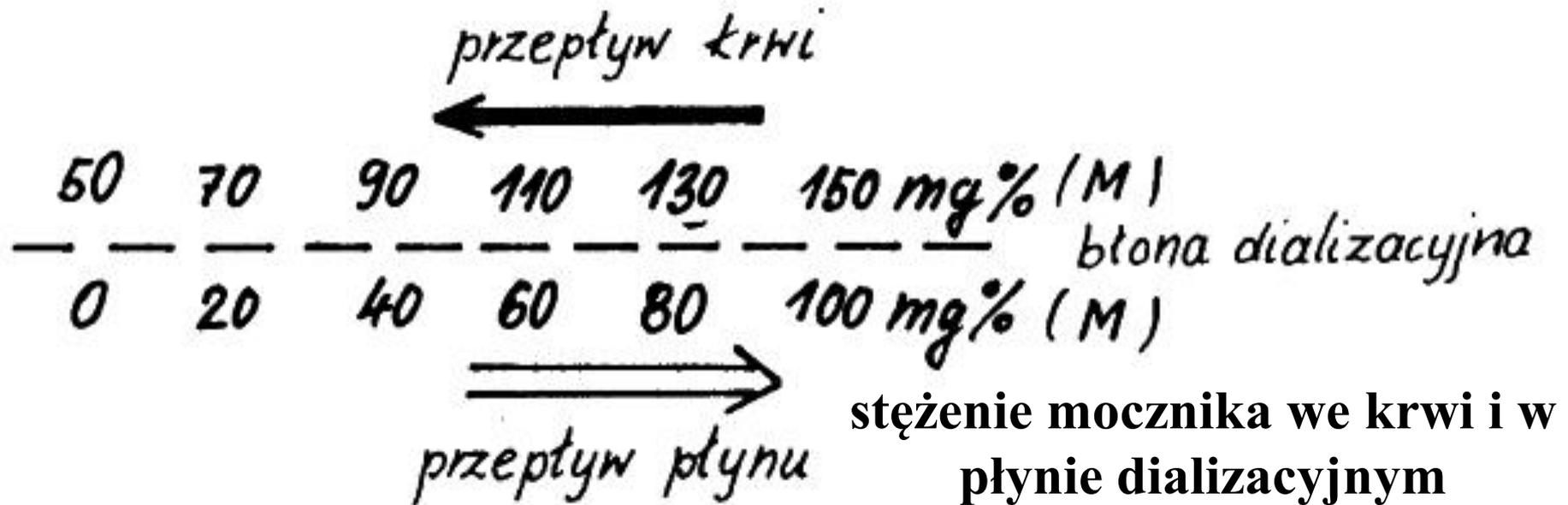
BŁONA DIALIZACYJNA
PÓLPRZEPUSZCZALNA

HEMODIALIZA

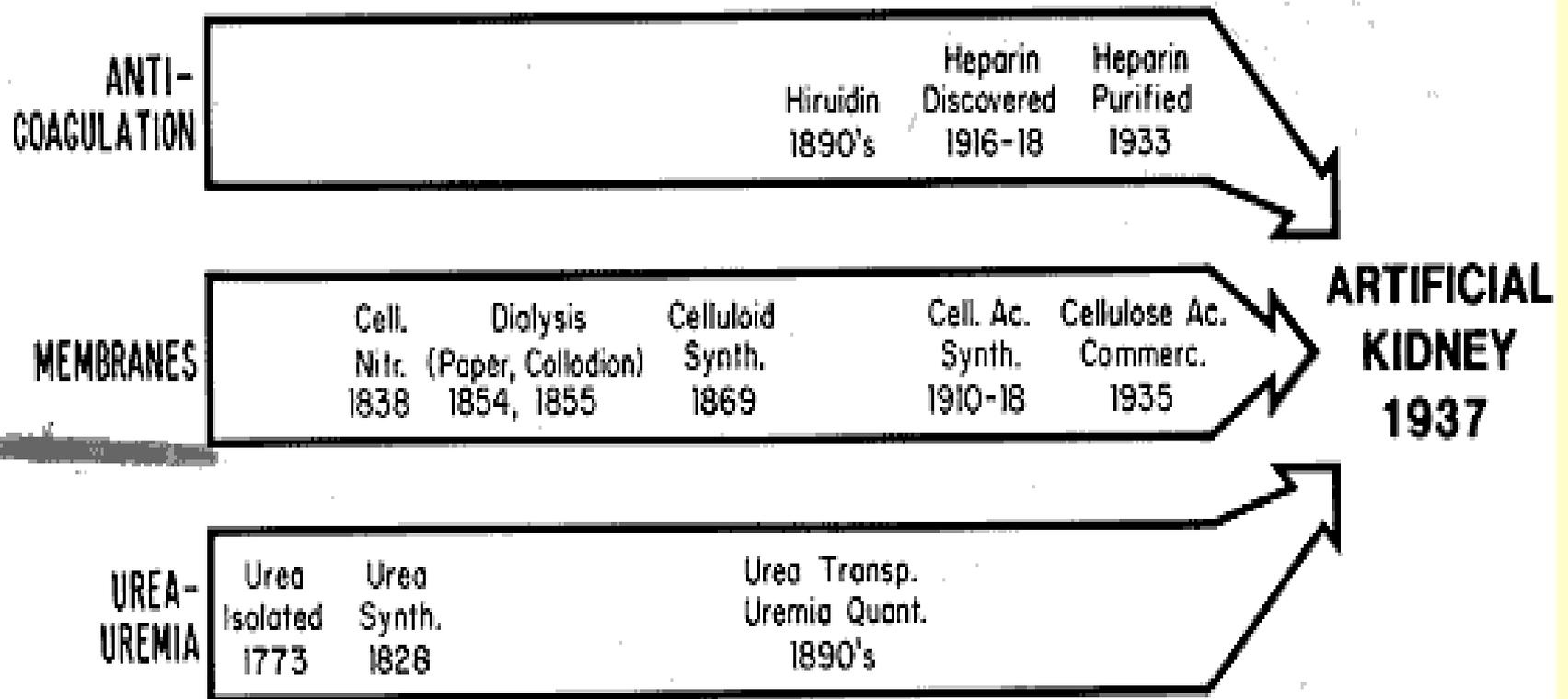
UKŁAD PRZECIWBIEŻNY



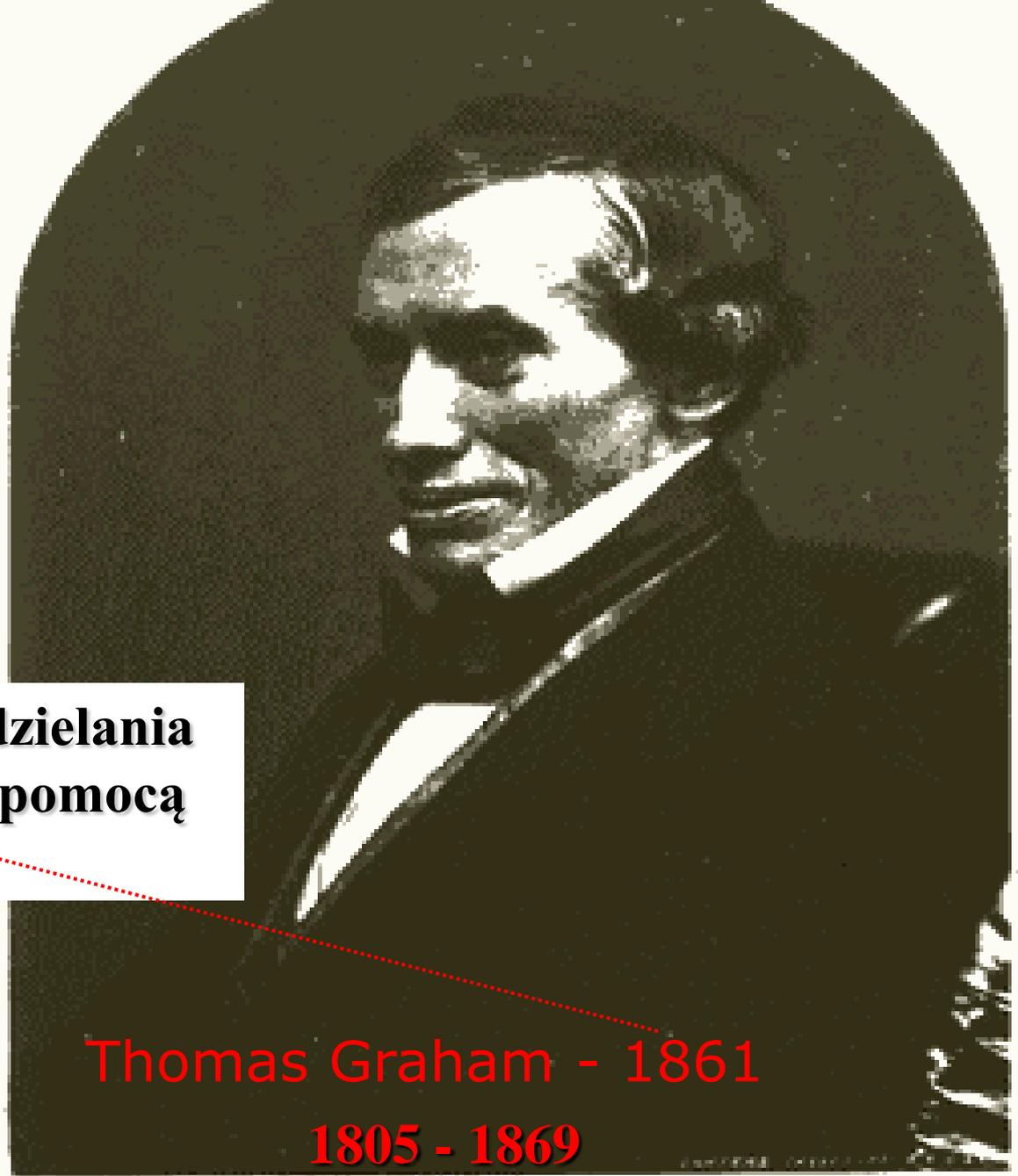
BŁONA DIALIZACYJNA
PÓLPRZEPUSZCZALNA



HISTORIA



**opisał swoją metodę oddzielania
płynów ustrojowych za pomocą
dializy**



**Thomas Graham - 1861
1805 - 1869**

ON THE REMOVAL OF DIFFUSIBLE SUBSTANCES FROM THE CIRCULATING BLOOD OF LIVING ANIMALS BY DIALYSIS

JOHN J. ABEL, LEONARD G. ROWNTREE AND B. B. TURNER

From the Pharmacological Laboratory of the Johns Hopkins University

Received for publication, December 18, 1913

CONTENTS

I. Introductory.....	275
II. The method.....	277
III. The apparatus: Types and methods of construction.....	278
IV. Technique of the experiments.....	295
V. Preparation of the leech extract.....	302
VI. Employment of the apparatus not detrimental to life.....	305
VII. Quantitative data on the elimination of salicylic acid by the apparatus.....	309
VIII. Qualitative data on constituents of the blood separated by the apparatus.....	314
IX. Summary.....	316

fizjolog John J. Abel -
1913

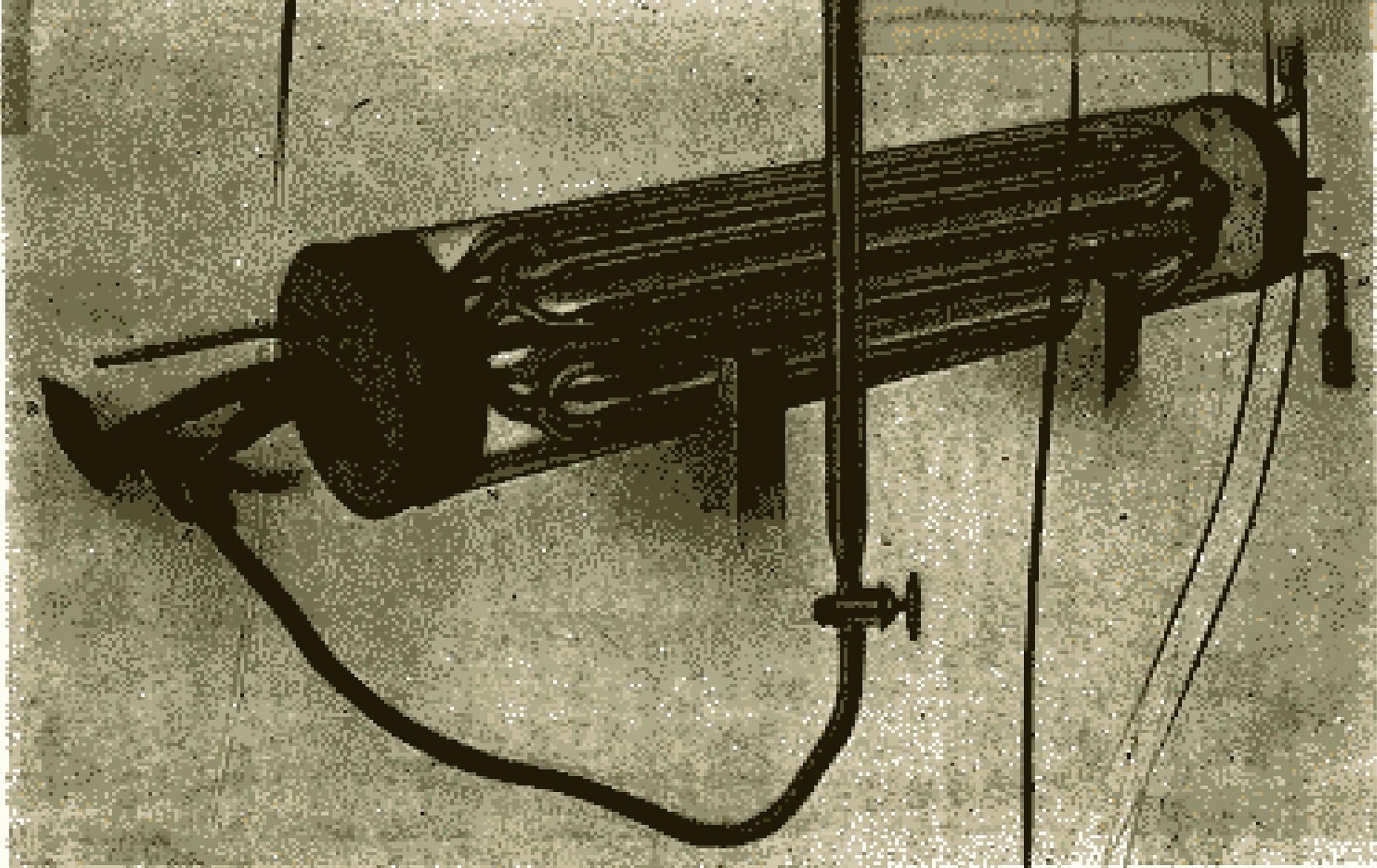


FIG. 1 PERSPECTIVE VIEW OF VIVIDIFFUSION APPARATUS; EARLIER FORM WITH SIXTEEN TUBES

A, arterial cannula; *B*, venous cannula; *C*, side tube for introduction of hirudin; *D*, inflow tube; *E*, outlet tube; *F*, *G*, supporting rod attached at *H* and *K* to branched U-tubes; *L*, burette for hirudin; *M*, *N*, tubes for filling and emptying liquid in outer jacket; *O*, air outlet; *P*, dichotomous branching point of inflow tube; *Q* and *R*, quadruple branching points of tube; *S*, *S'*, wooden supports; *T*, thermometer. At each of the points *H* and *K* the blood is collected from four tubes into one, bending around to the back, and there redividing into four return flow tubes. Arrows show the direction of flow.



George Haas – lato 1924

pierwszy zastosował „sztuczną nerkę” u chorego

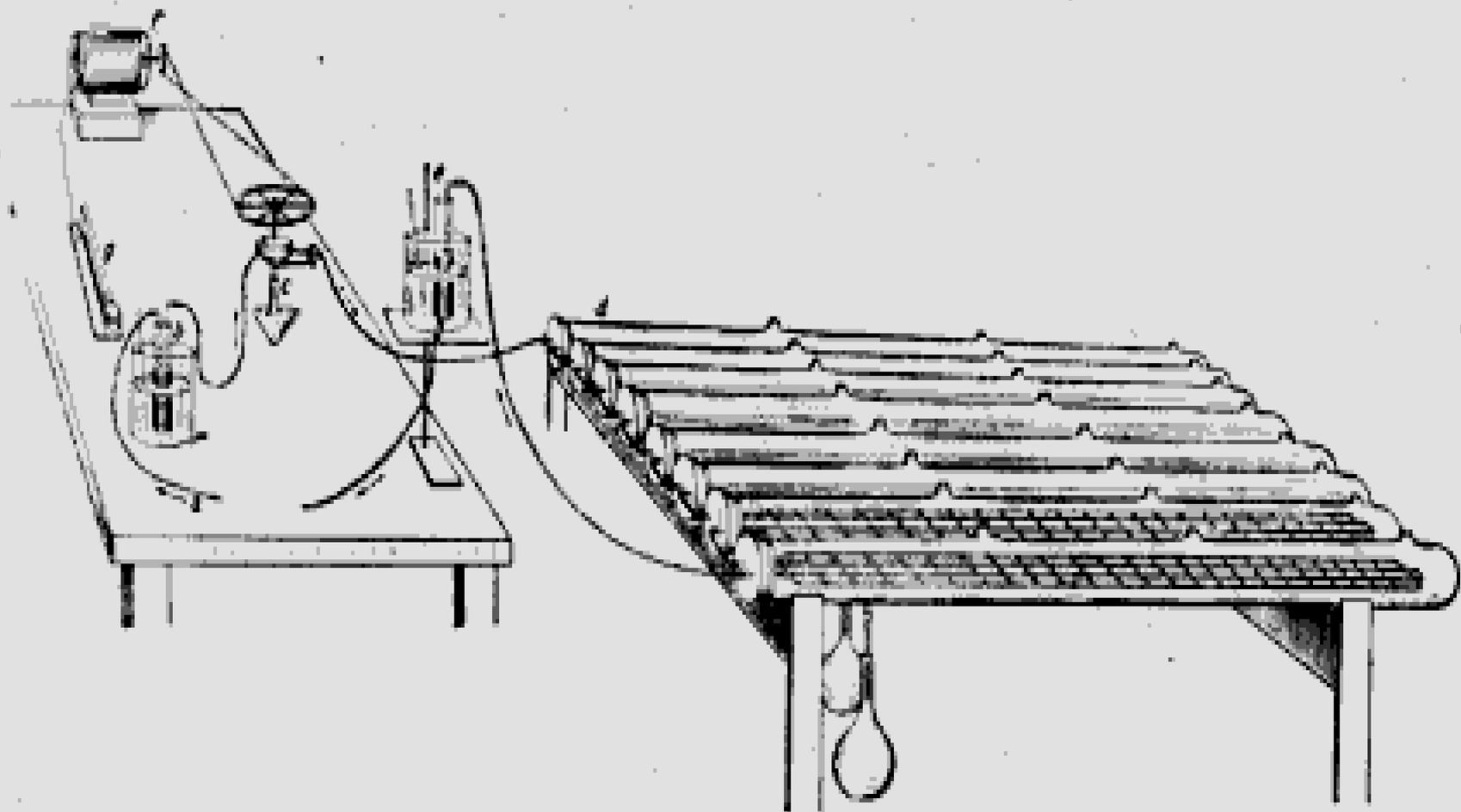


Fig. 412. Methodische Neuordnung der Blutdialyse nach *Haas* (Kabinensystem).
a = arterieller Zustrom nach dem ersten Glasgefäß; *b* = erstes Glasgefäß, von
hier wird das Blut mit Hilfe des *Beckscher* Apparates zu den Dialysierschläuchen
gepumpt; *c* = *Beckscher* Apparat; *d* = Dialysiersystem (Kabinensystem);
e = zweites Glasgefäß, welches das Blut nach Durchströmen der Dialysierschläuche
aufnimmt; von hier fließt das Blut infolge der Schwerkraft zurück in die Vene;
f = Elektromotor; *g* = Widerstand.

PROC. SOC EXP BIOL MED 37:641 *Cellophane*
9673 P 1937 0.7

Experimental Exchange Transfusions for Reducing Azotemia.
Use of Artificial Kidney for This Purpose.

WILLIAM THALHIMER.

From the Manhattan Convalescent Serum Laboratory, New York City.



**Practical haemodialysis began
with cellophane and heparin:
the crucial role of
William Thalhimer
(1884–1961)**

4 kwietnia 1943 roku holenderski
lekarz

Willem Johan Kolff

w okupowanym przez Niemców
kraju przy pomocy
skonstruowanego przez siebie
aparatu utrzymał przy życiu 29-
letnią pacjentkę - Jann Schrivner.

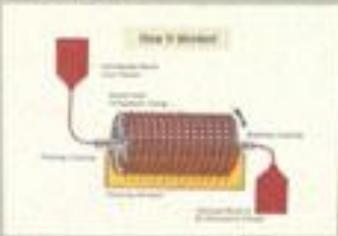
PLEASE
DO NOT TOUCH

KOLFF ROTATING DRUM KIDNEY, 1945.

The first practical artificial kidney was invented during World War II by the Swiss engineer Willem Kolff. The Kolff kidney used a dialyzer using coils of cellophane wrapped tightly in a rotating drum. The coils were powered by an electric motor. The drum rotated in a tank filled with dialysing solution. The patient's blood was drawn through the cellophane tubing to gravity as the drum rotated. Toxic materials in the blood diffused through the tubing into the dialysing solution. Kolff's dialyzer took about 10 hours. The Kolff kidney effectively removed toxins from the blood and restored it to patients at the bedside. It was made in industrial factories that had the capacity to make thousands of dialyzers and designed by their own inventors that were changing the field of medicine.



Kolff Artificial Kidney
© Dec. 1946



Dialysis Solution
The dialysis solution for drainage therapy, also called dialysate, is the primary electrolyte used in dialysis therapy of the artificial kidney.

Blood was drained from the patient into a waste container. As the drum rotated, waste was added, and the filter container was hung off a post above the dialyzer tubing and connected to the collection chamber taking dialysate which was added around the cellophane drum. A motor turned the drum, pulling the blood through the tubing to gravity.

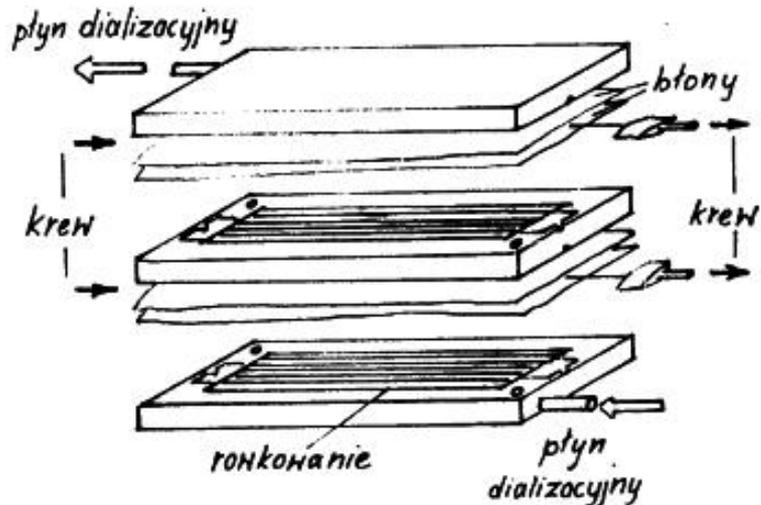
The tank underneath the drum was filled with dialysing fluid. As the drum rotated tubing passed through this fluid, waste products from the blood diffused through the tubing into the dialysing fluid. The cleaned blood collected in a special waste container at the other end of the machine. Within 10 hours, the blood had passed through the machine. The second container was used to drain the blood back into the patient.



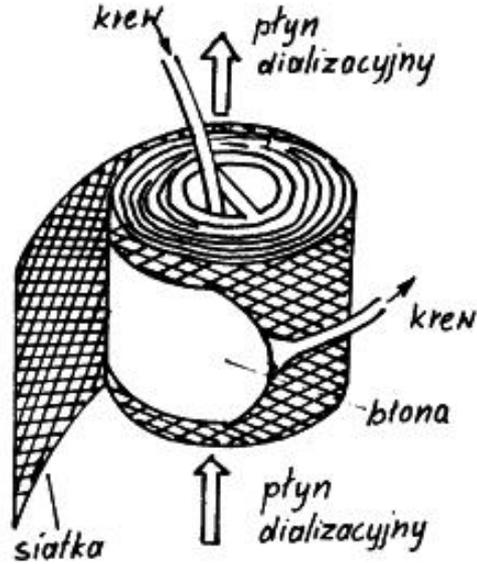
HISTORIA

wirtualne muzeum:

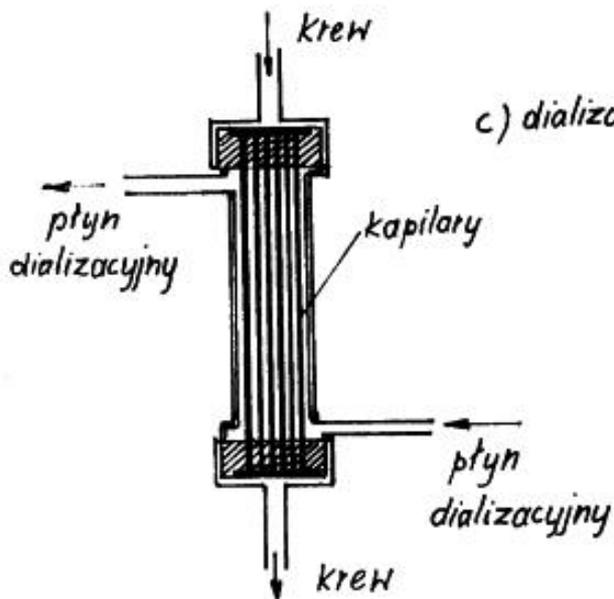
<http://homedialysis.org/home-dialysis-basics/machines-and-supplies/dialysis-museum>



a) dializator arkuszowy Kiila



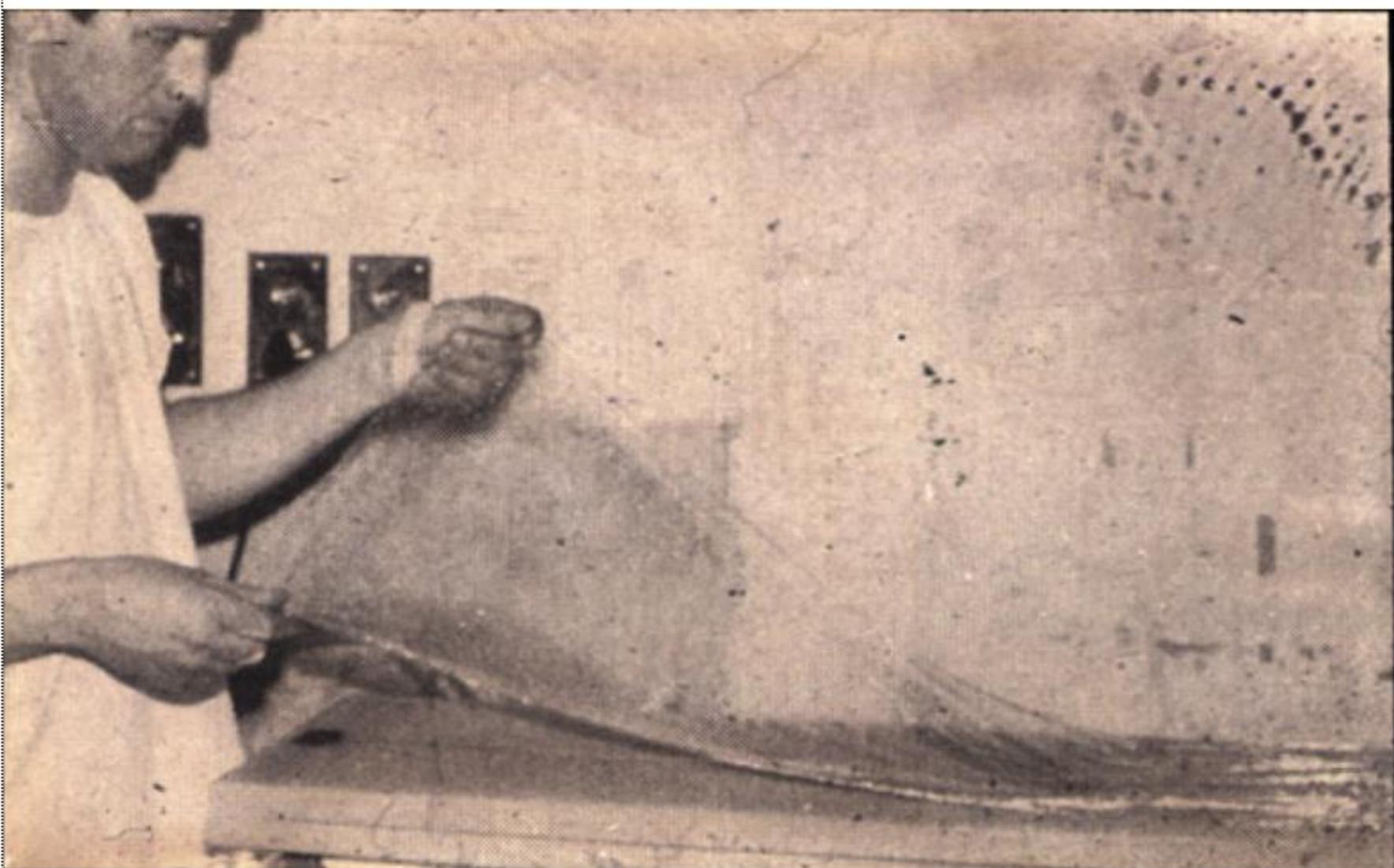
b) dializator zwojony (szpulowy)



c) dializator kapilarny

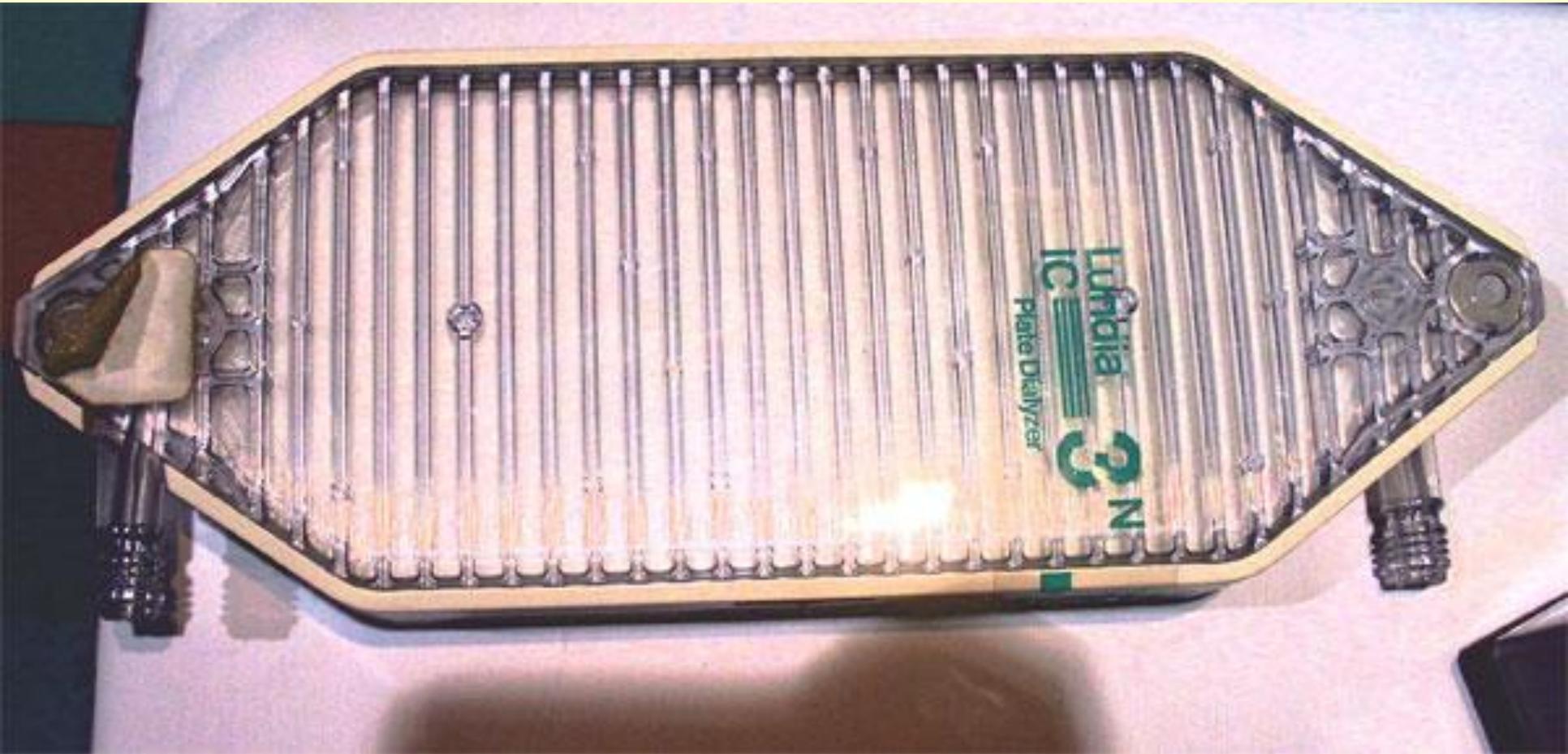
RODZAJE DIALIZATORÓW

1964 summer



A Kiil board dialyser being lined

DIALIZATOR ARKUSZOWY



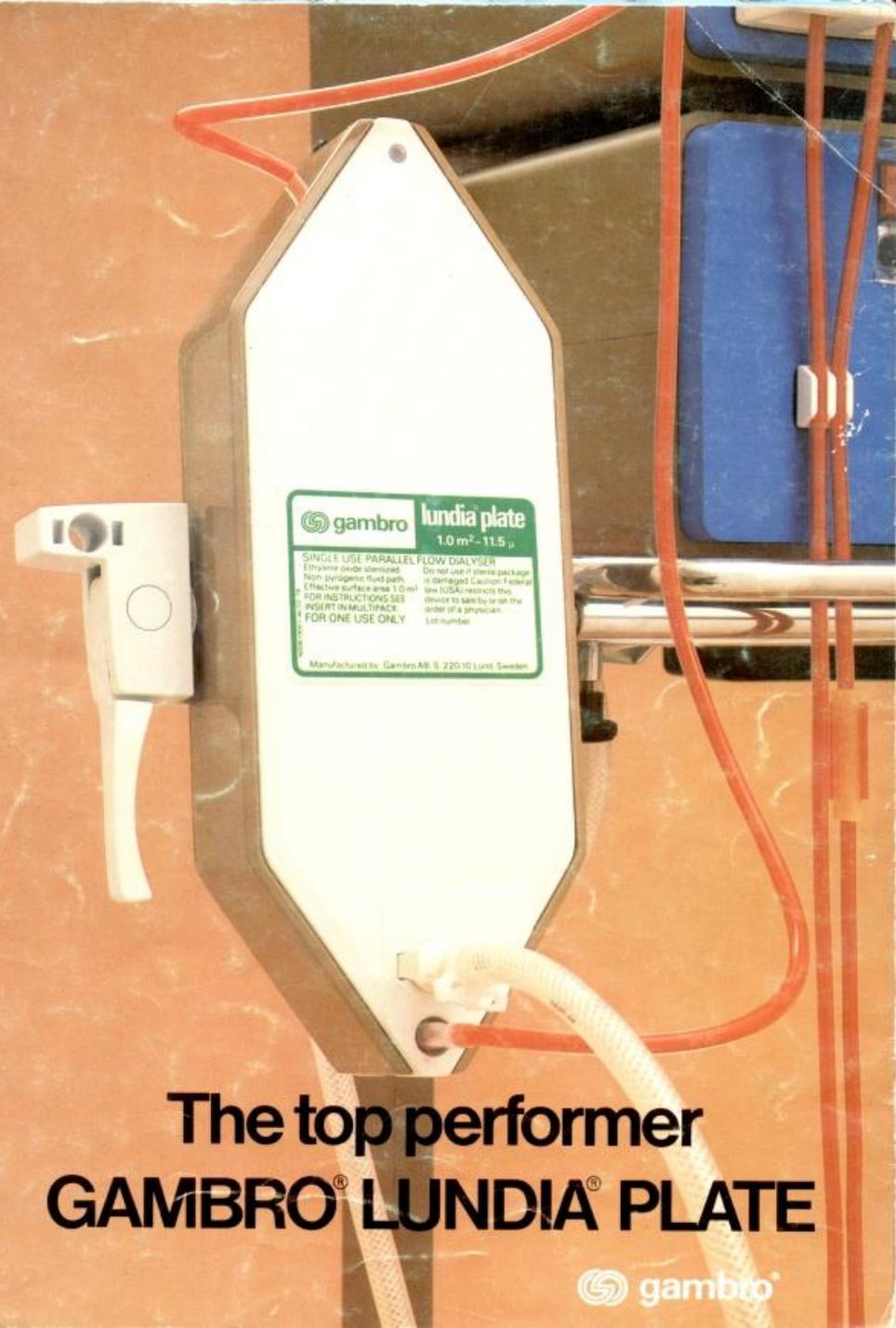
DIALIZATOR ARKUSZOWY FIRMY GAMBRO

Joanna Grabska-Chrzastowska

RODZAJE DIALIZATORÓW

DIALIZATOR
ARKUSZOWY

Joanna G



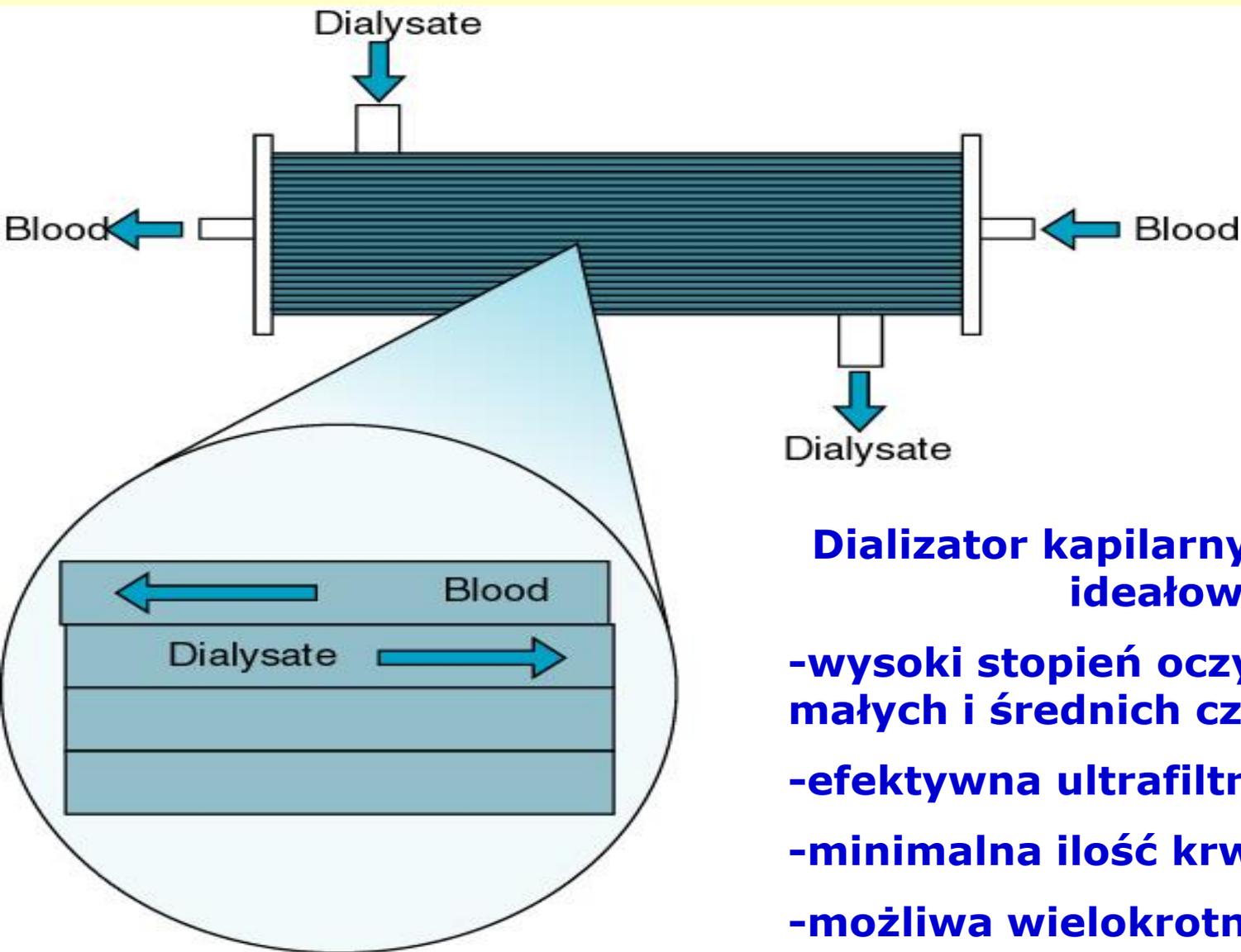
RODZAJE DIALIZATORÓW



**DIALIZATOR
ARKUSZOWY
FIRMY GAMBRO**

Joanna Grabska-Chrzastowska

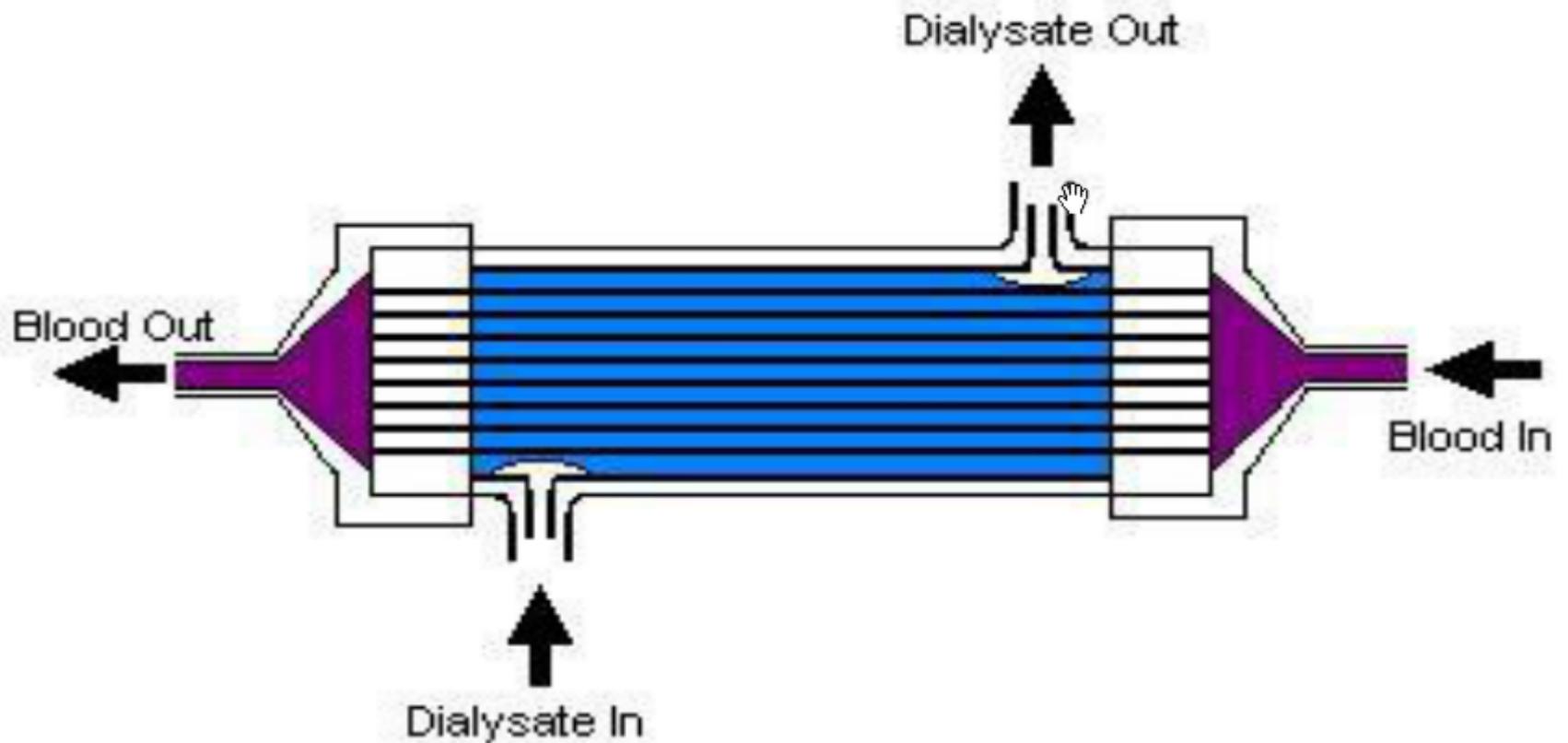
DIALIZATOR KAPILARNY



Dializator kapilarny – najbliższy ideałowi:

- wysoki stopień oczyszczenia dla małych i średnich cząsteczek**
- efektywna ultrafiltracja**
- minimalna ilość krwi traconej**
- możliwa wielokrotna reutilizacja**

DIALIZATOR KAPILARNY



POLIMERY I ZWIĄZKI NIEORGANICZNE STOSOWANE DO WYTWARZANIA MEMBRAN:

Najwcześniej zastosowane i do dziś stosowane:
celuloza, octan i azotan celulozy,

Hydrofobowe: teflon, polifluorek winylidenu,
polipropylen

Hydrofilowe: poliamidy, polisulfon,
poliwęglany, polialkohol winylowy

Nieorganiczne: tlenki metali głównie
przejściowych ZrO_2 , grafit, szkło, metale

RODZAJE DIALIZATORÓW

DIALIZATORY KAPILARNE



firma Bellco

DIALIZATORY FIRMY GAMBRO



Polyflux® LR



Koncentraty



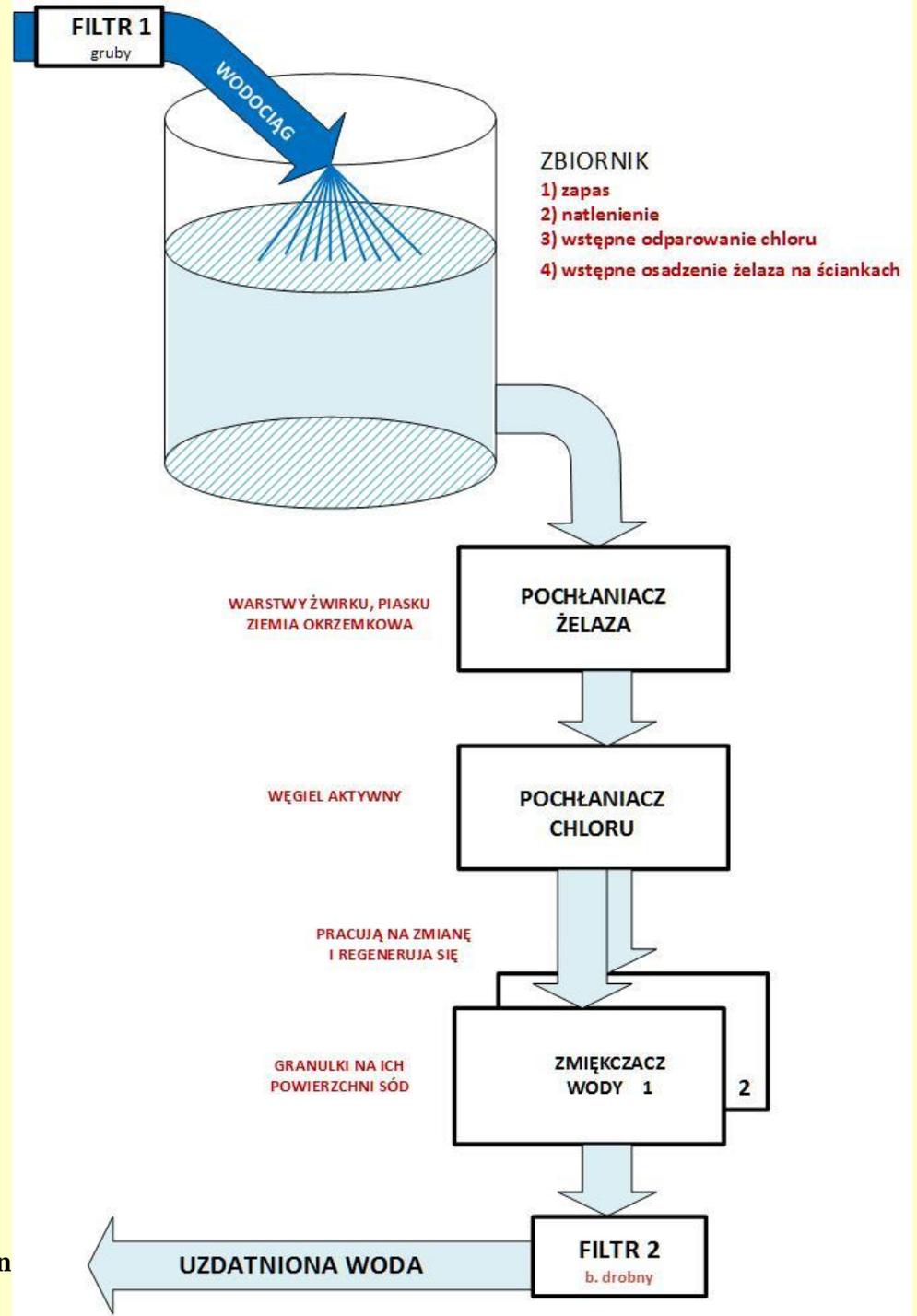
Polyflux®
L Dialyzer



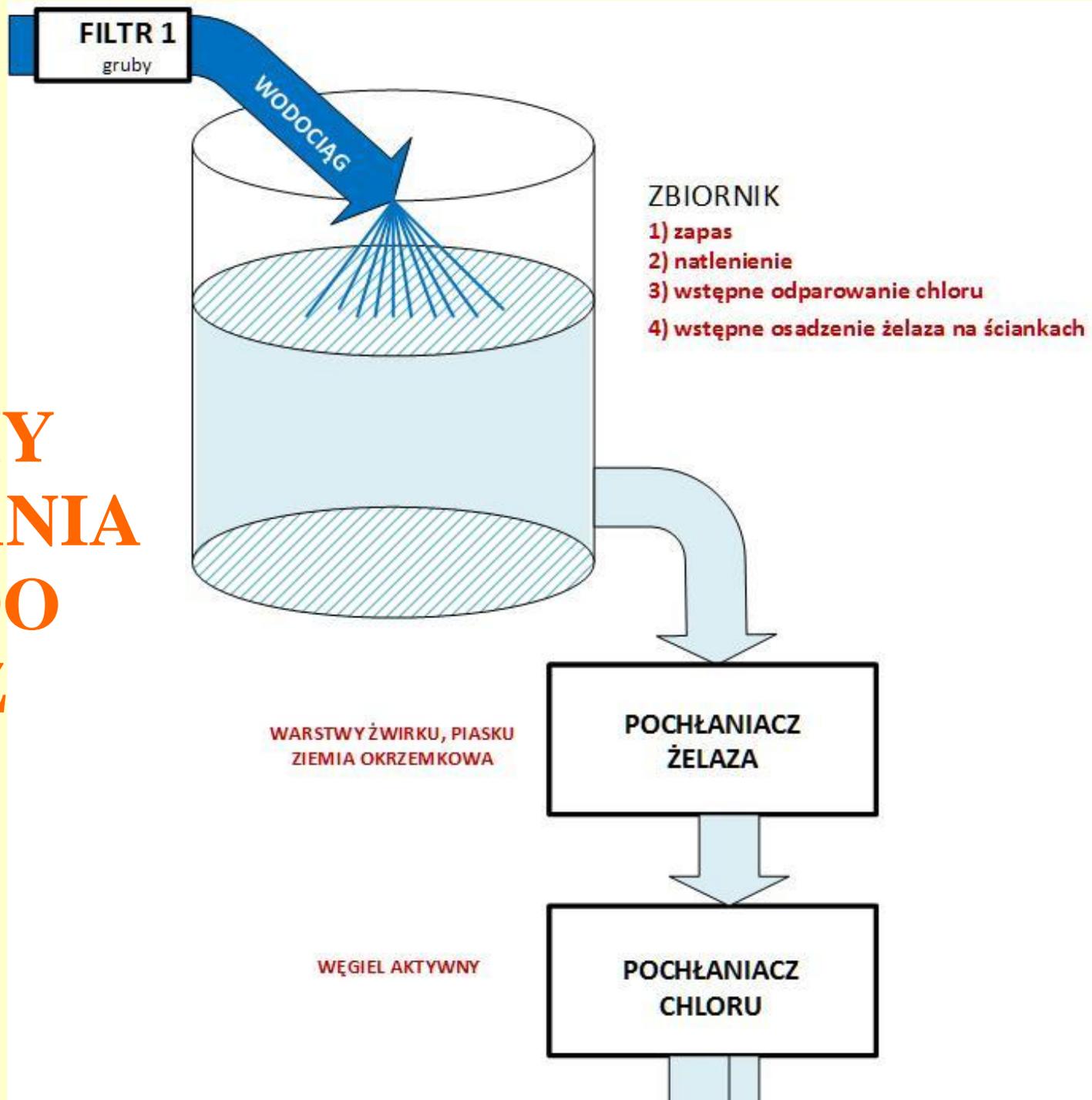
Polyflux® H Dialyzer



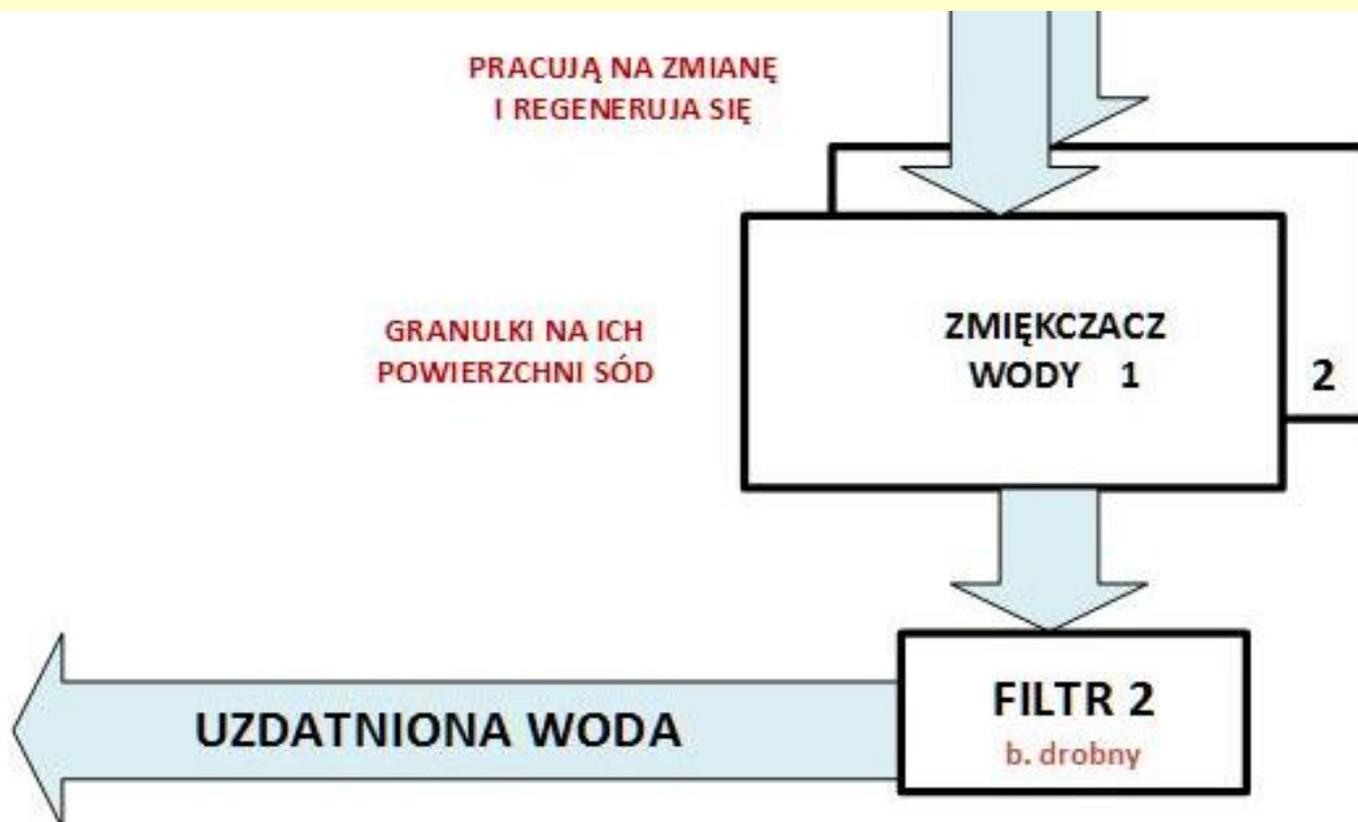
SYSTEMY UZDATNIANIA WODY DO DIALIZ



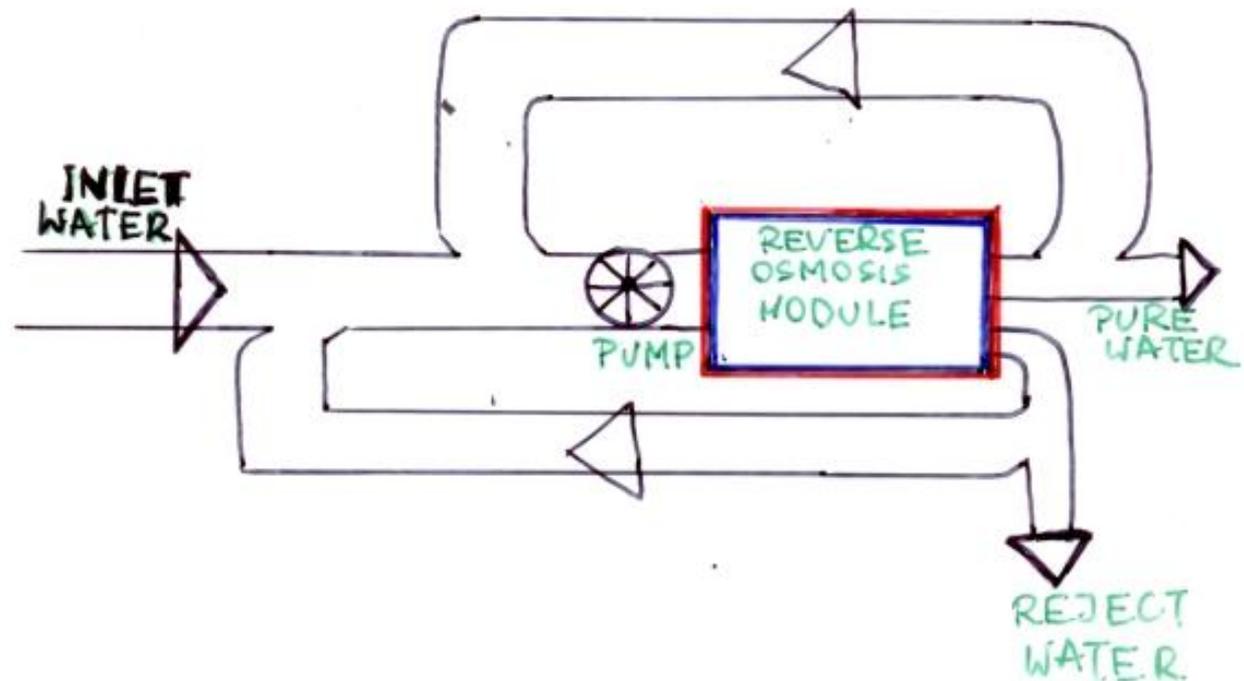
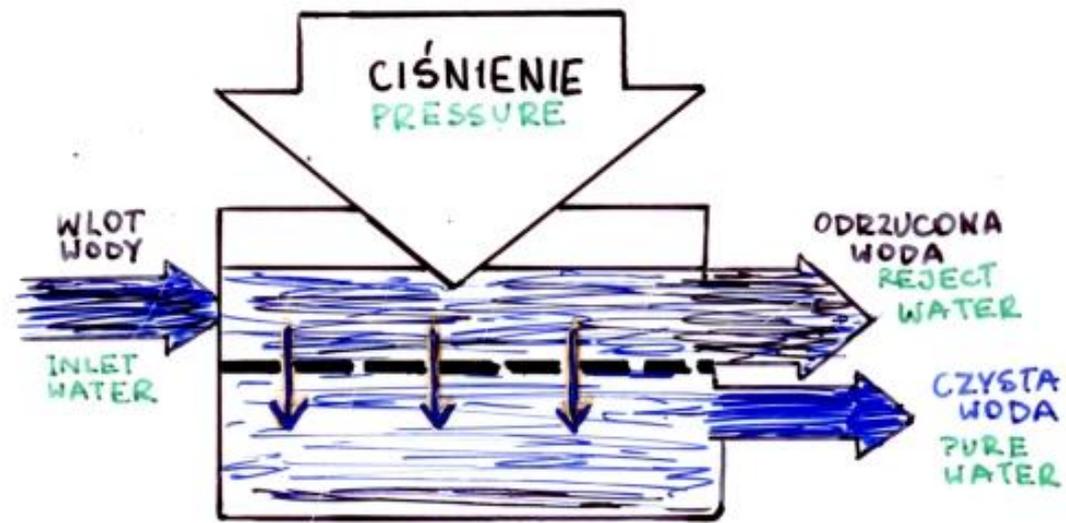
SYSTEMY UZDATNIANIA WODY DO DIALIZ



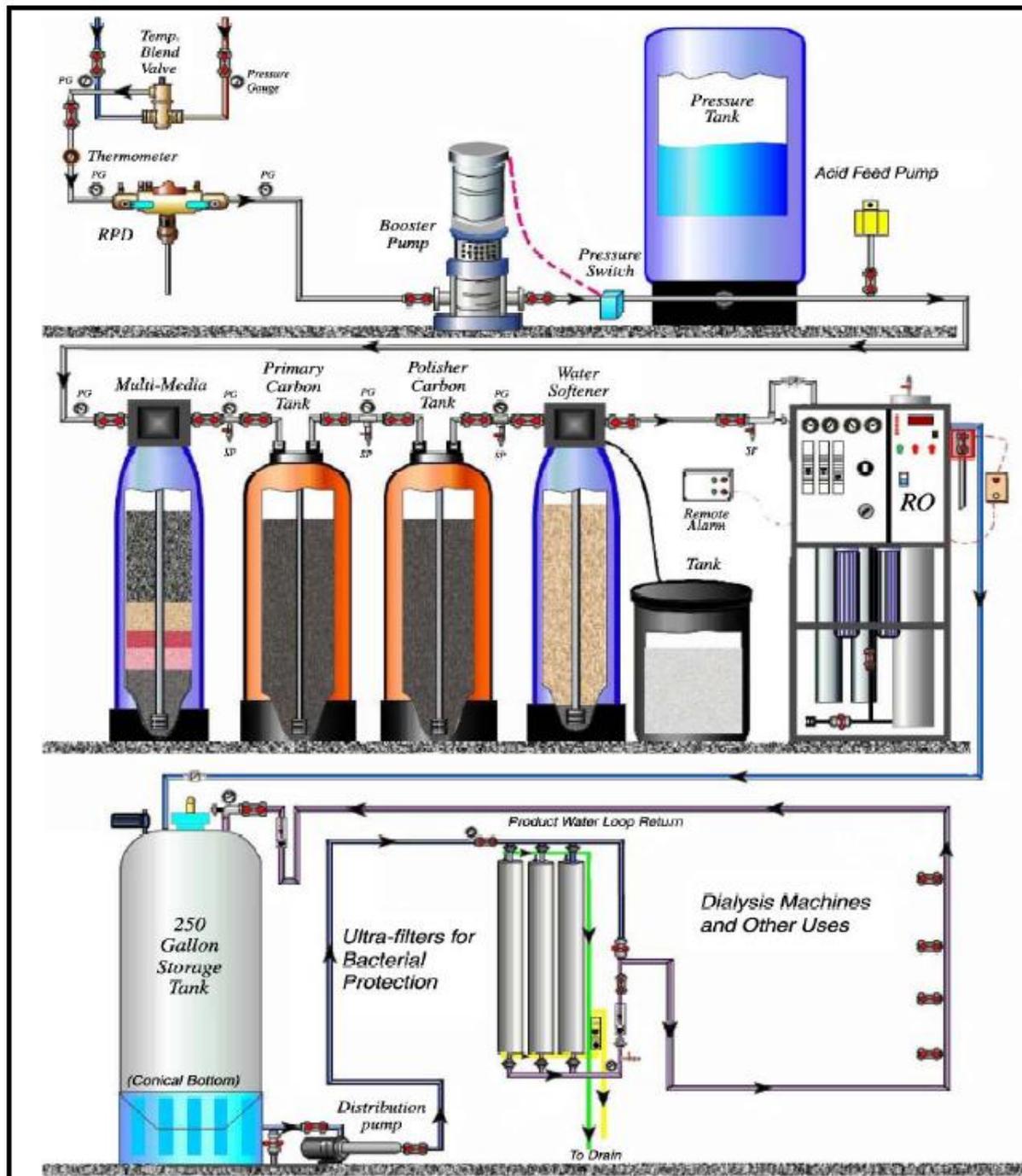
SYSTEMY UZDATNIANIA WODY DO DIALIZ



MODUŁ ODWRÓ- CONEJ OSMOZY



**SYSTEMY
UZDATNIANIA
WODY DO
HEMO-
DIALIZY**
wstępne
oczyszczanie
wody



Art Work Courtesy of Byron Roshto and Renal Care Group Northwest

Phoenix® Dialysis System

Systemy uzdatniania wody do hemodializy:

Gambro WRO 95 jest już wycofywany ze sprzedaży. Wózek i dostępne akcesoria są bardzo pomocne w dostarczaniu wody do hemodializy.



The Gambro Central Water Purification (CWP) System

W kilka sekund wprowadza zdezynfekowaną wodę do systemu hemodializy.

 GAMBRO.

SKŁAD PŁYNU DIALIZACYJNEGO

PŁYN DIALIZACYJNY – jest to tak dobrany roztwór elektrolitów aby korygował zaburzenia we krwi pacjenta

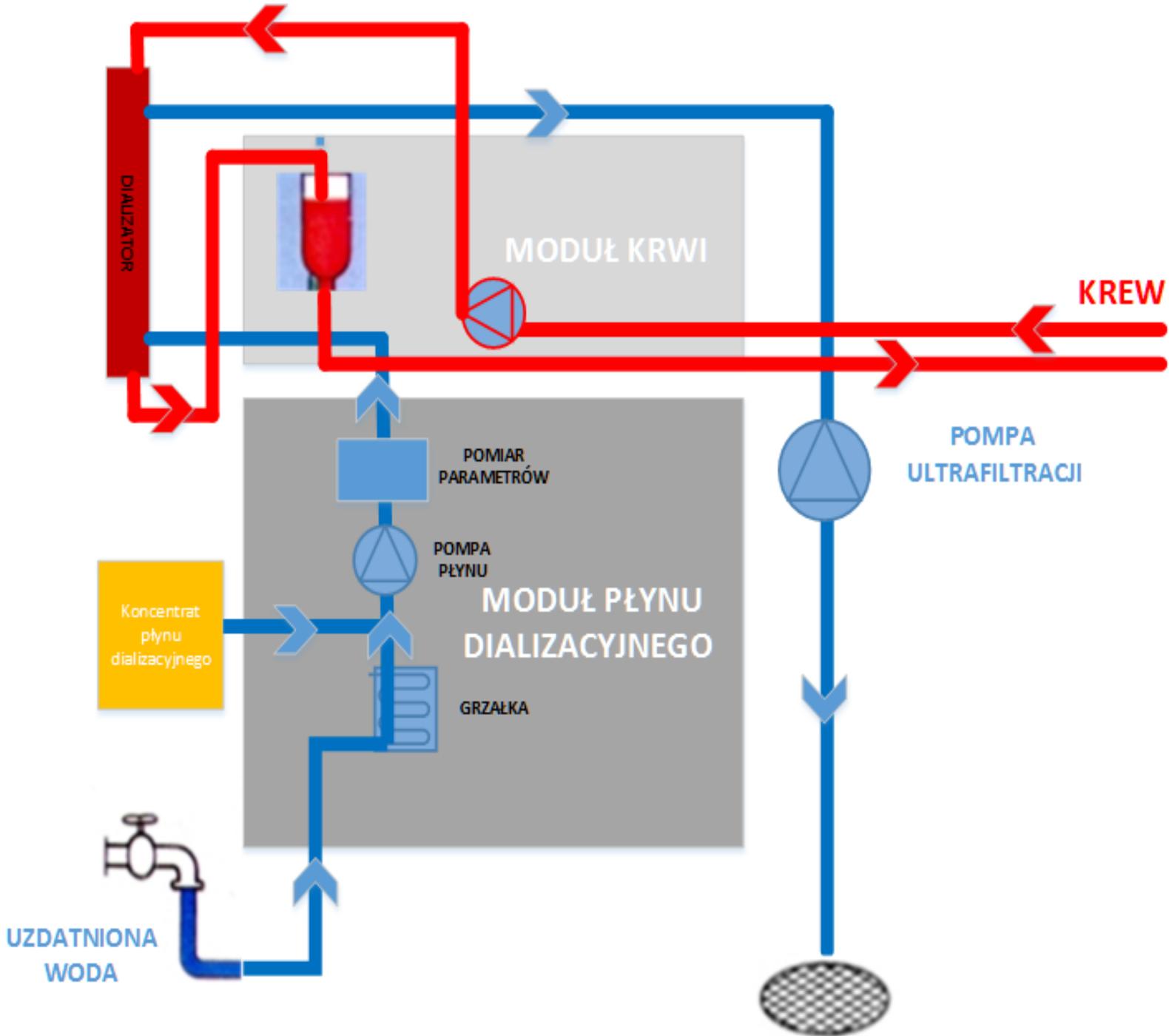
Substancja	Płyn dializacyjny [mmol/l]	Surowica krwi [mmol/l]
SÓD	135	135-145
POTAS	2	3,5 – 5,0
WAPŃ	1,75	2,1 –2,6
MAGNEZ	0,75	0,75 – 1,25
CHLOR	105	95-106
OCTAN	38	0

PŁYN DIALIZACYJNEGO

Ze względu na sposób wytwarzania lub obiegu płynu dializacyjnego aparaty można podzielić na:

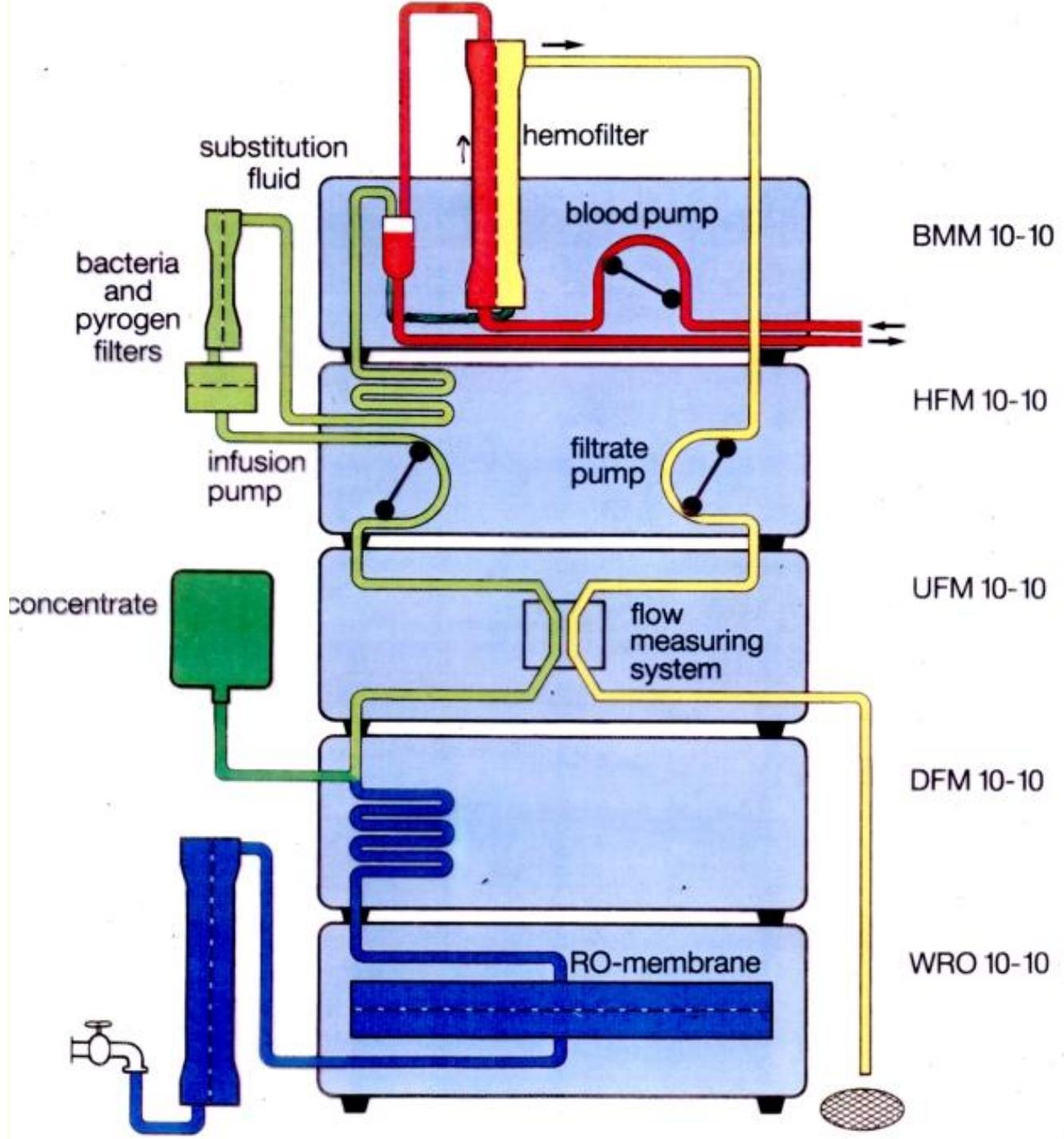
- Układy ze zbiornikiem o pojemności 75 l-160
 - Single Pass System (jednokrotny przepływ)
 - układ z recyrkulacją
- Układy z regeneracją płynu dializacyjnego
- **Układ z proporcjonowaniem – wytwarzanie ciągłe w czasie dializy**

BUDOWA APARATU SZTUCZNEJ NERKI



BUDOWA APARATU

GAMBRO
AK 10

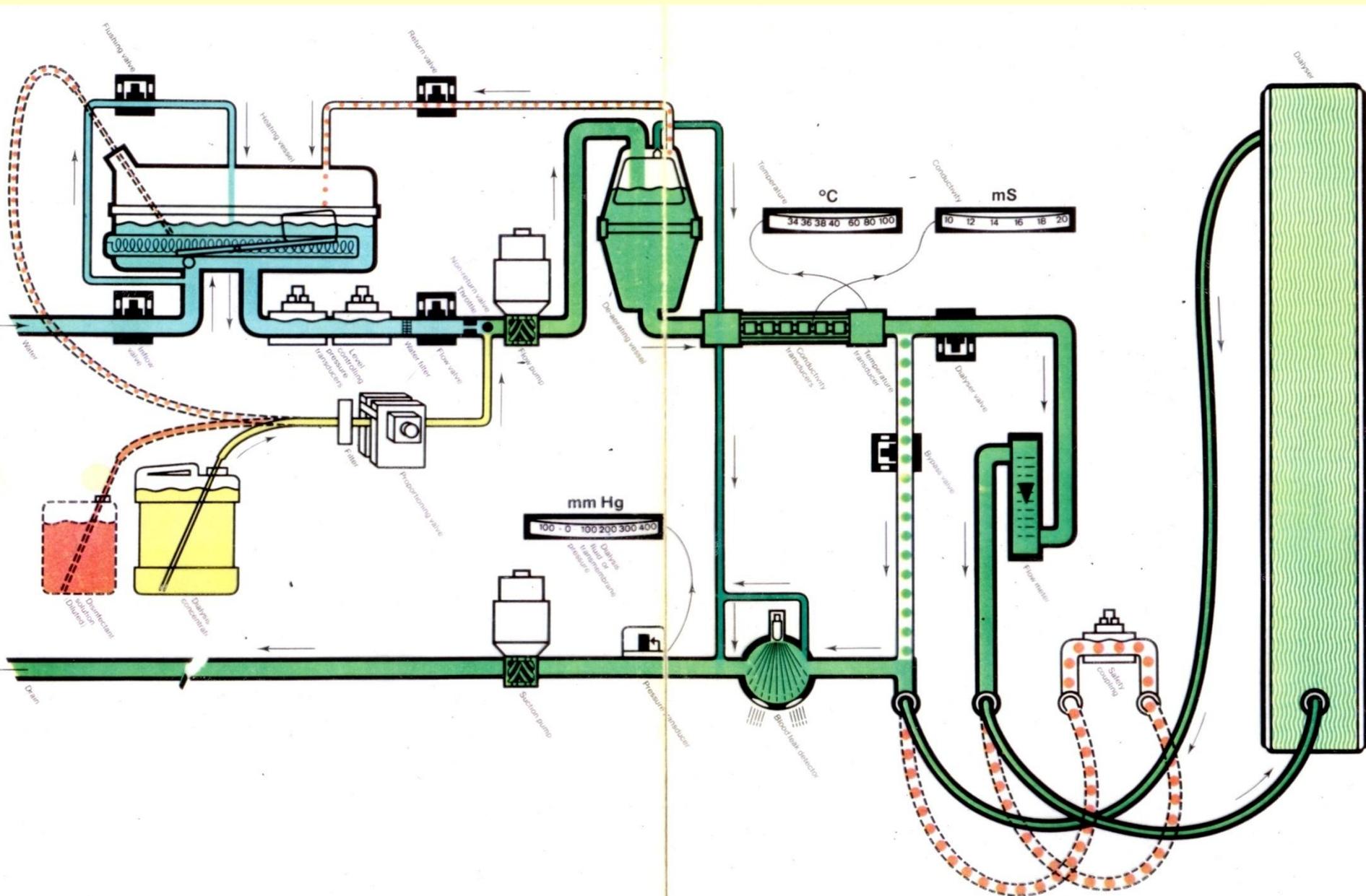


BUDOWA APARATU

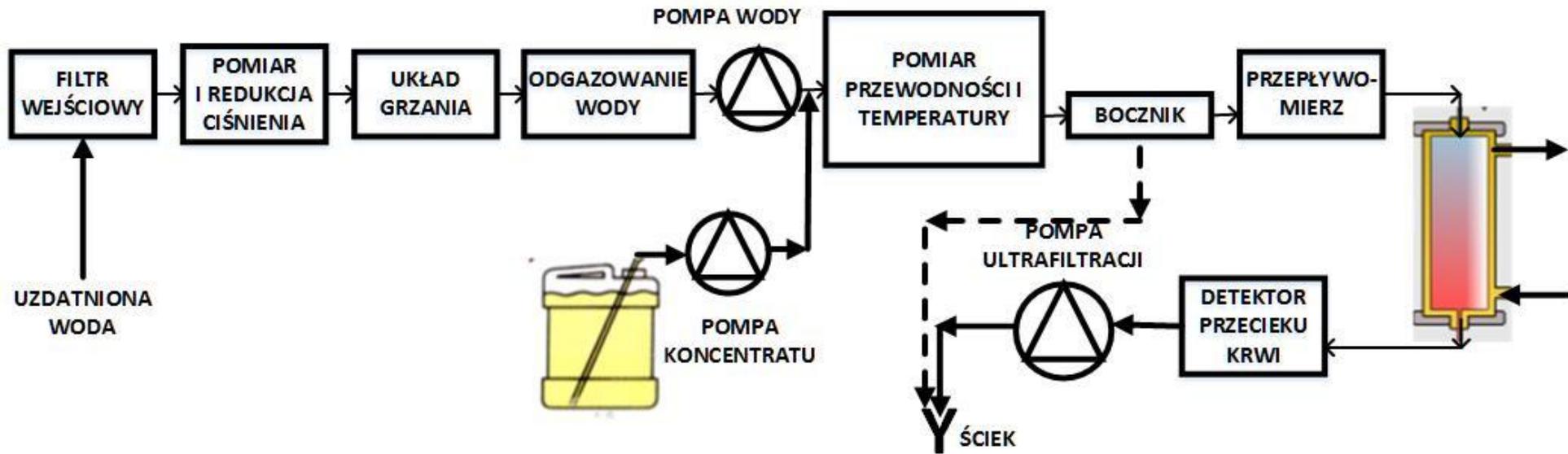
**GAMBRO
AK 10**



OBIEG PŁYNYU DIALIZACYJNEGO



OBIEG PŁYNU DIALIZACYJNEGO SCHEMAT

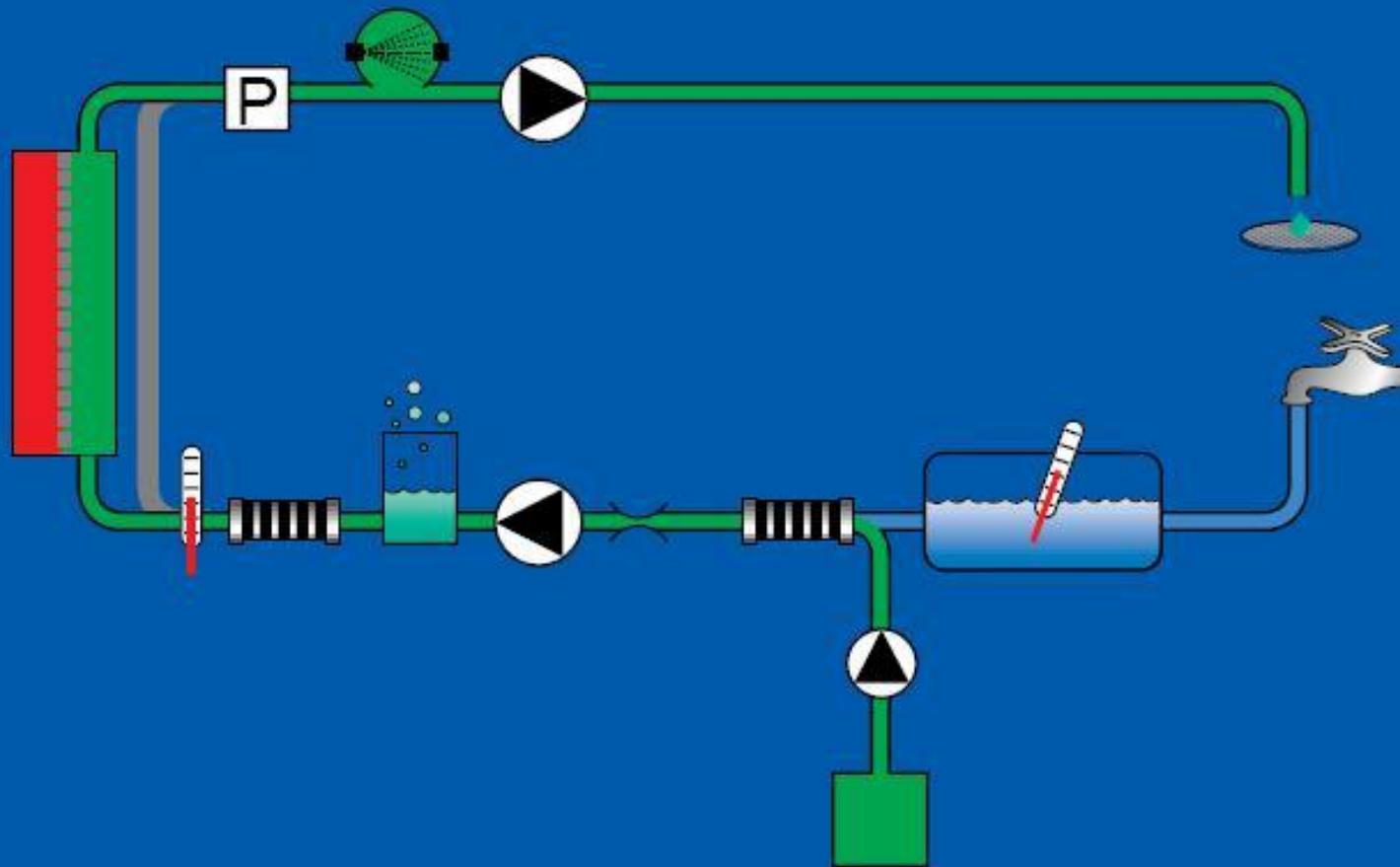


OBIEG PŁYNU

Obieg płynu z reguły składa się na początku toru ze zbiornika, w którym następuje mieszanie koncentratu i wody; następnie z podgrzewacza, dopasowującego temperaturę płynu do fizjologicznej. Składniki płynu do mieszacza doprowadzane są za pośrednictwem systemu proporcjonalizującego, złożonego np. z pompy zębatej dla koncentratu i reduktora ciśnienia dla wody (która jest dostarczana do nerki pod dużym ciśnieniem). Po podgrzaniu, płyn przepływa przez komorę odpowietrzającą. Po przejściu przez czujniki, płyn przechodzi do dializatora. Z niego wypływa do fotometrycznego detektora wycieku krwi, a dalej do wskaźnika przepływu (rotometru), by w końcu dostać się do pompy (zębatej), przy której znajduje się miernik ciśnienia, służący za wskaźnik ultrafiltracji.

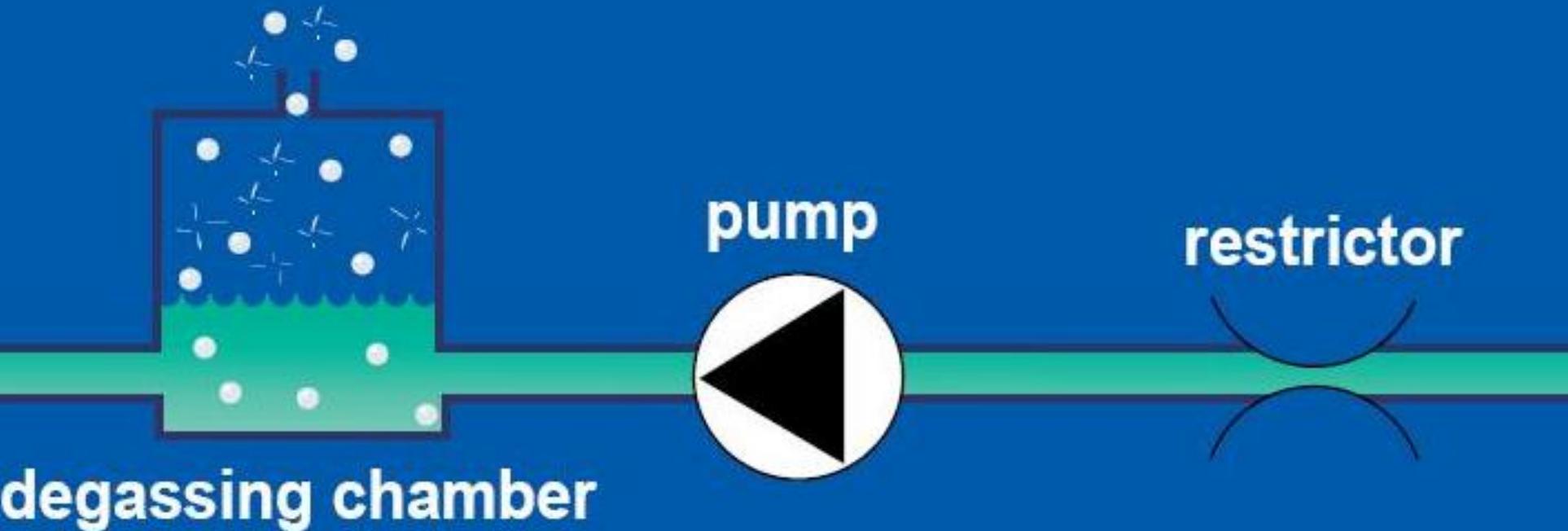
OBIEG PŁYNU DIALIZACYJNEGO

The Fluid Circuit



WPROWADZANIE WODY

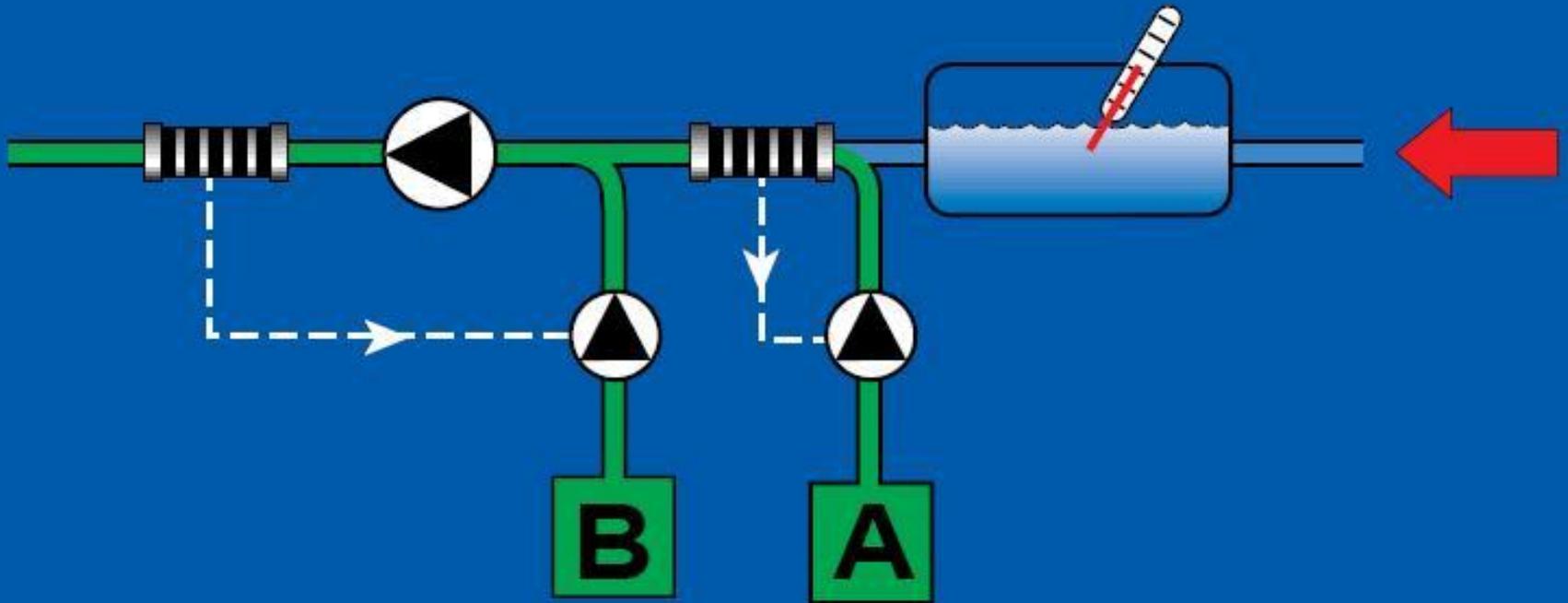
Degassing the Dialysis Fluid



Odpowietrzanie wody

WYTWORZENIE PŁYNU

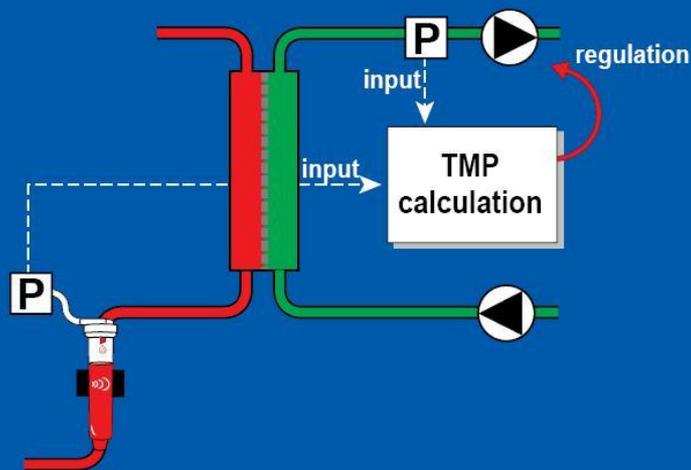
Mixing the Dialysis Fluid



MIESZANIE PŁYNU (koncentratów płynu z wodą)

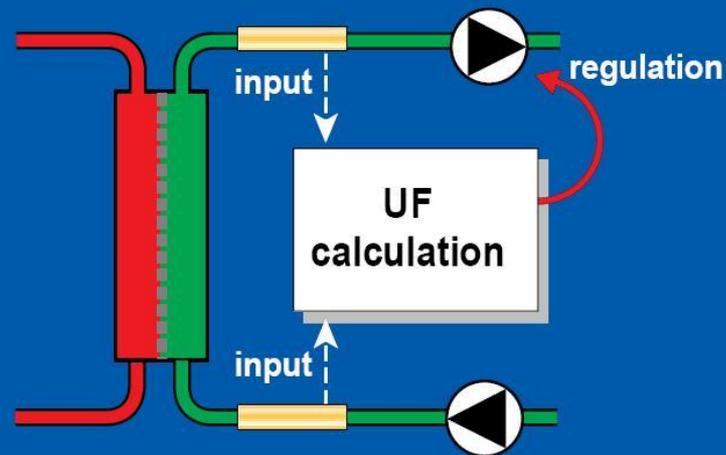
STEROWANIE ULTRAFILTRACJĄ

TMP Controlled Ultrafiltration



Gambro Bactra S. © Copyright Gambro Lunds AB, 1998. HC E-10226-12
gambro

Volume Controlled Ultrafiltration

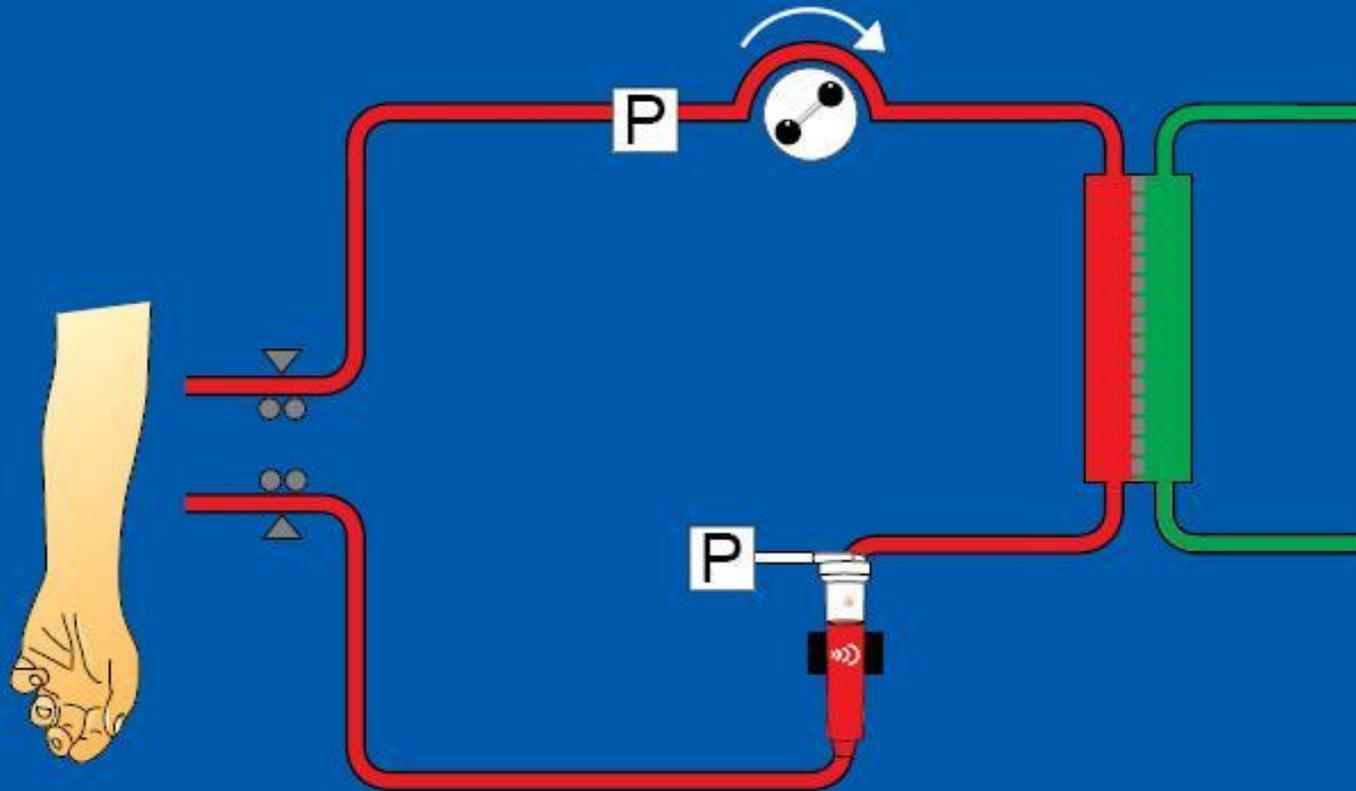


Gambro Bactra S. © Copyright Gambro Lunds AB, 1998. HC E-10226-13
gambro

Kontrola odwodnienia pacjenta

OBIEG KRWI

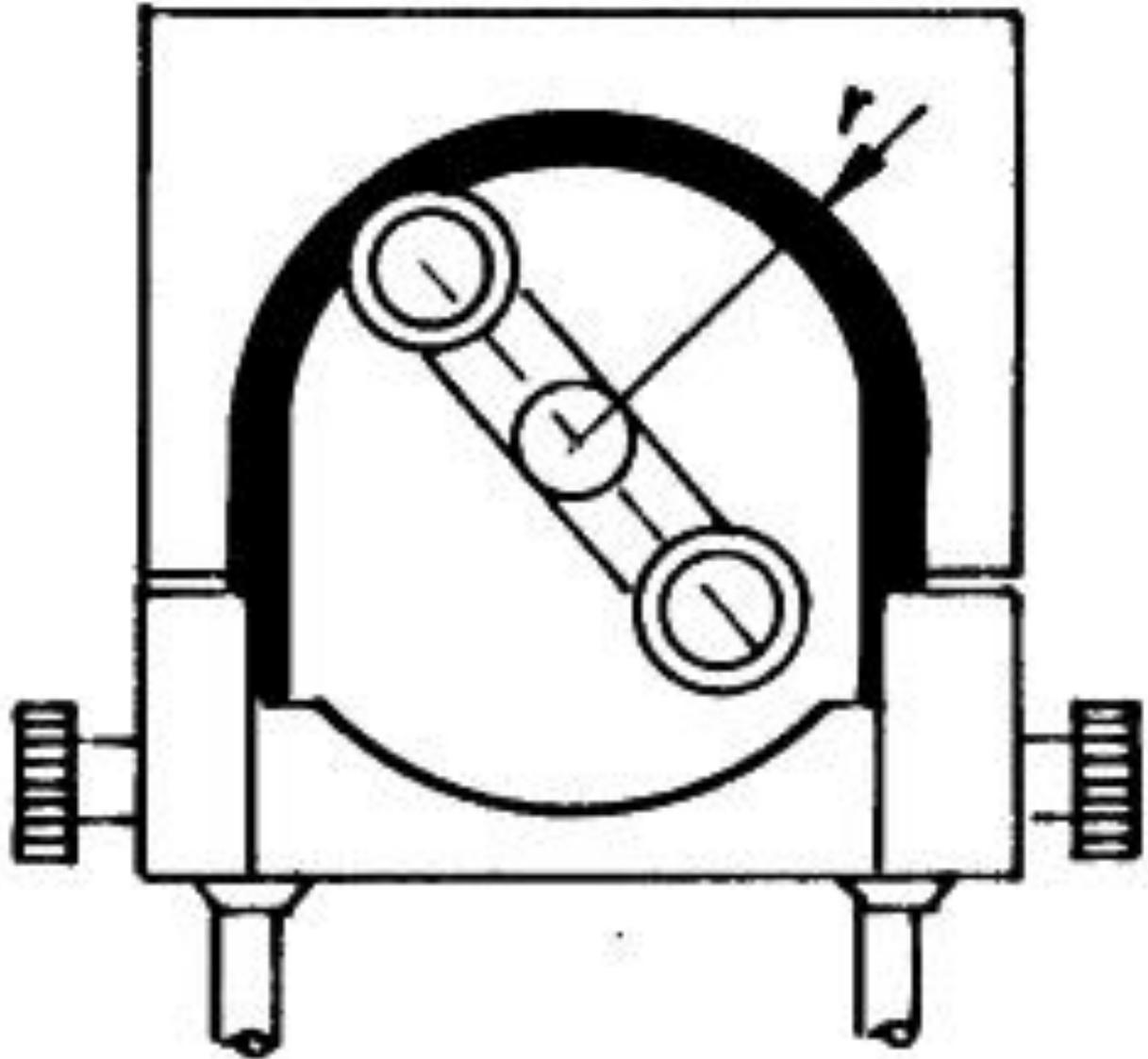
The Blood Circuit



OBIEG KRWI

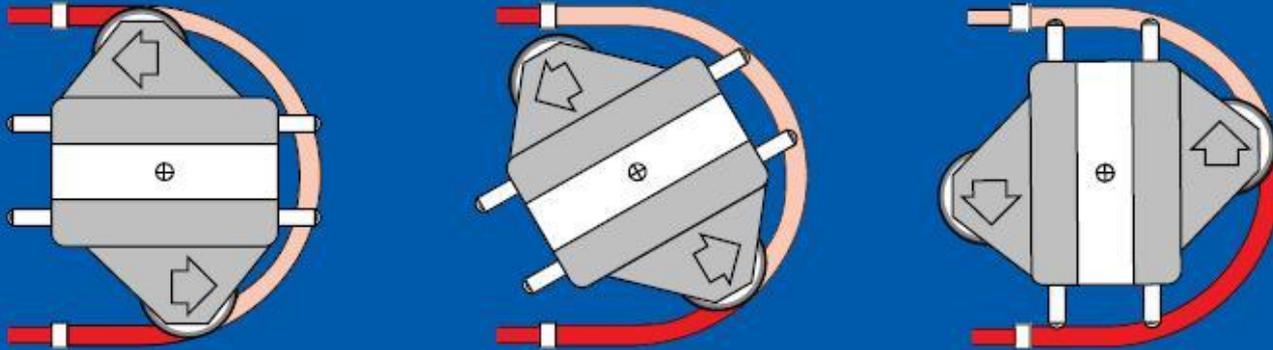
Obieg krwi składa się natomiast z igieł, które są wpięte do żyły i tętnicy pacjenta i łączą się z gumową rurką. Z tętnicy, poprzez detektor ciśnienia (właściwie detektor poziomu krwi-poduszka, która po napompowaniu krwią odchyła zawór obiegu) krew wpływa do pompy perystaltycznej. Pompa ta, z ustaloną wydajnością, przetacza krew do dializatora i przepycha ją przez cieniutkie kapilary. Przed wejściem do dializatora, w obiegu krwi znajduje się wskaźnik ciśnienia i ujście pompki heparyny (jest ona zwykle realizowana na bazie strzykawki, lub małej pompki perystaltycznej). Na wyjściu znajduje się ultradźwiękowy detektor powietrza, a za nim już odpływ do pacjenta.

POMPA KRWI



POMPA KRWI

The Blood Pump

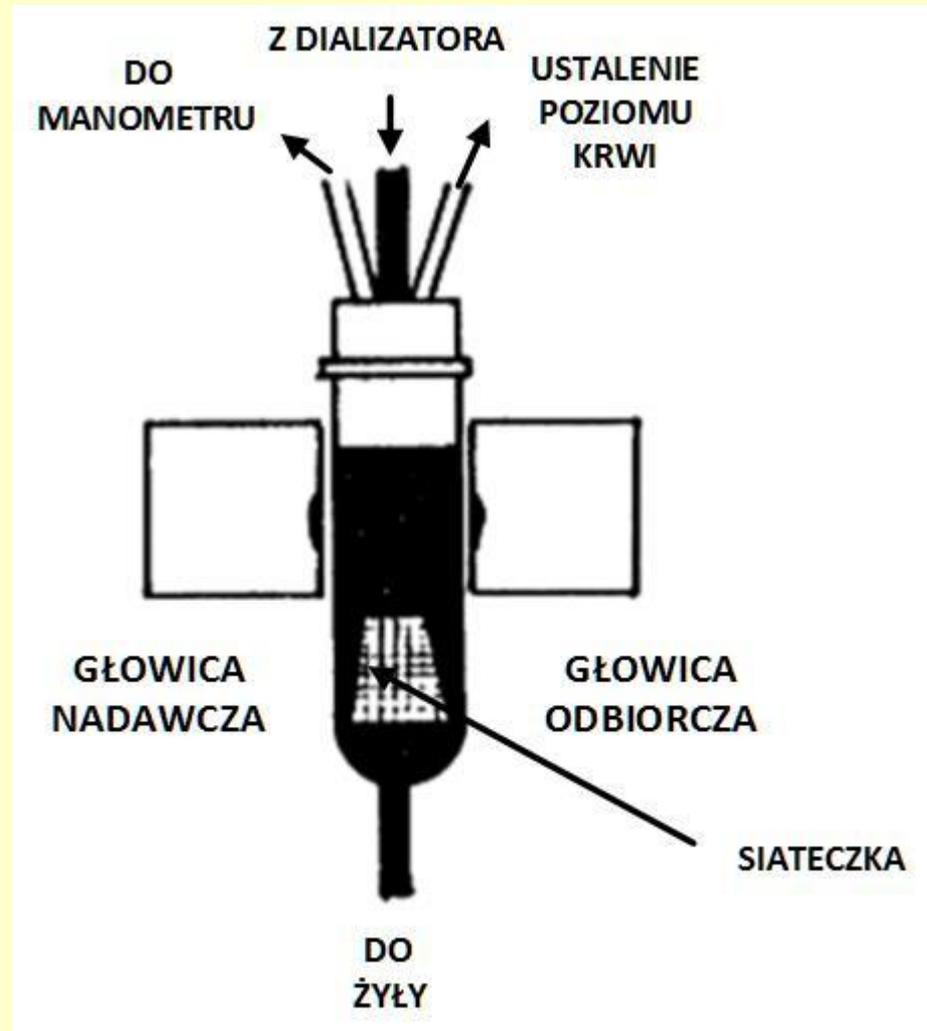


Gambro Bealix 5. © Copyright Gambro Lunda AB, 1998. HC E-10228-4

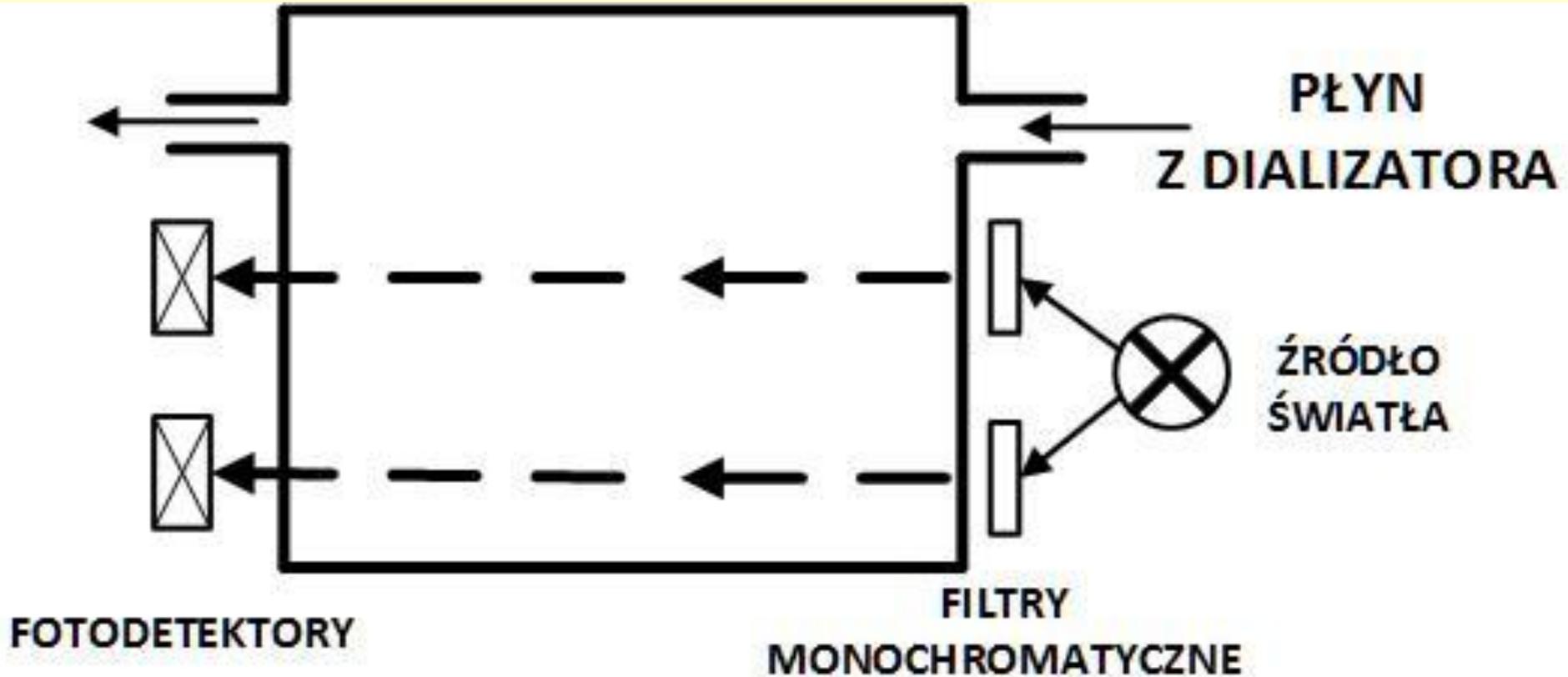


CZUJNIKI

**Ultradźwiękowy
czujnik poziomu
krwi
i kontroli
pęcherzyków
powietrza w
przedziale krwi**



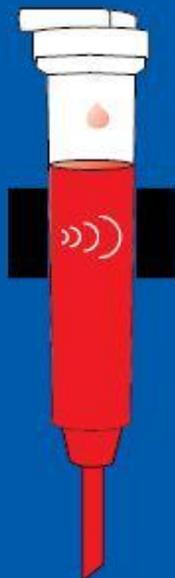
CZUJNIKI



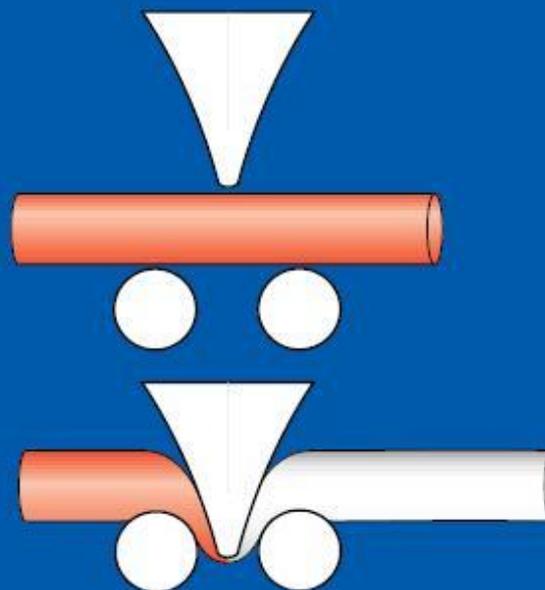
Czujnik przecieku krwi w płynie dializacyjnym

ODPOWIETRZANIE KRWI

Safety Functions



drip chamber

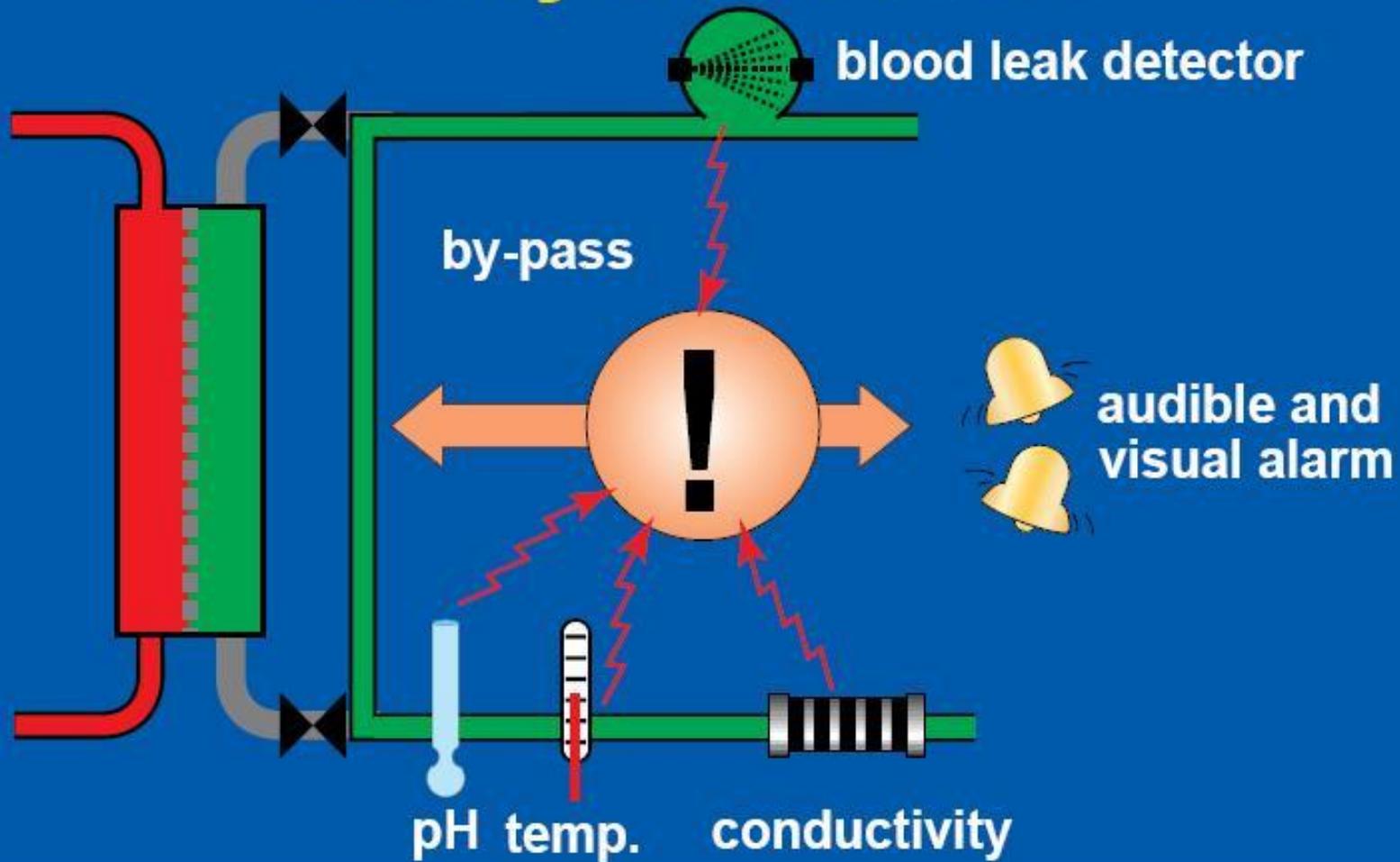


clamp

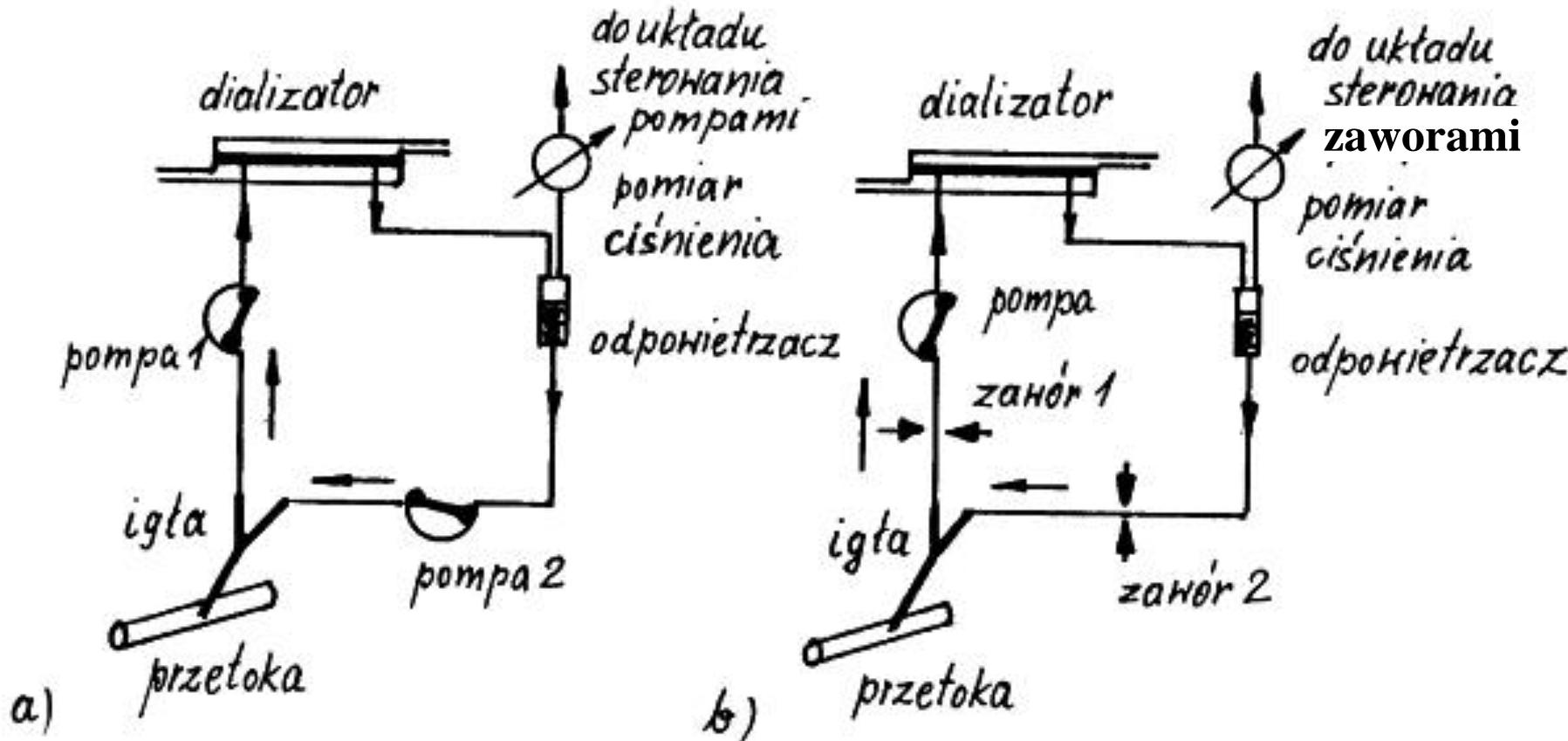
Czujnik ultradźwiękowy

RODZAJE ALARMÓW

Safety Functions



SCHEMAT DIALIZY NA JEDNĄ IGLĘ



a)

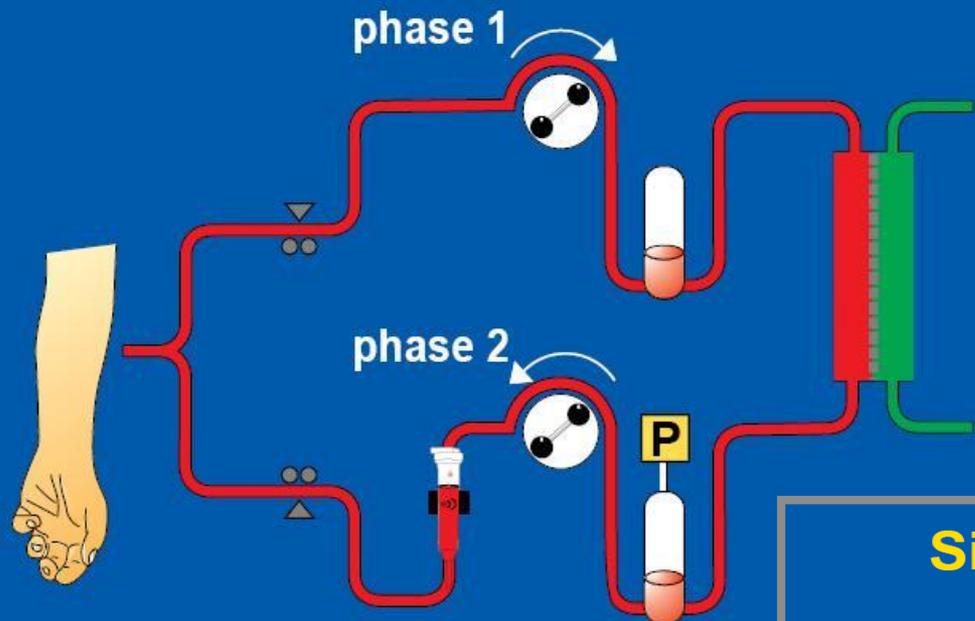
b)

DWIE POMPY

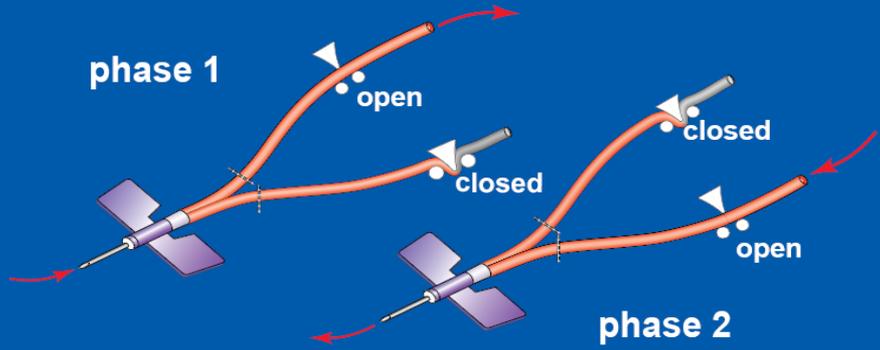
JEDNA POMPA - DWA ZAWORY

SCHEMAT DIALIZY NA JEDNĄ IGLĘ

Single Needle/Double Pump



Single-Needle Dialysis

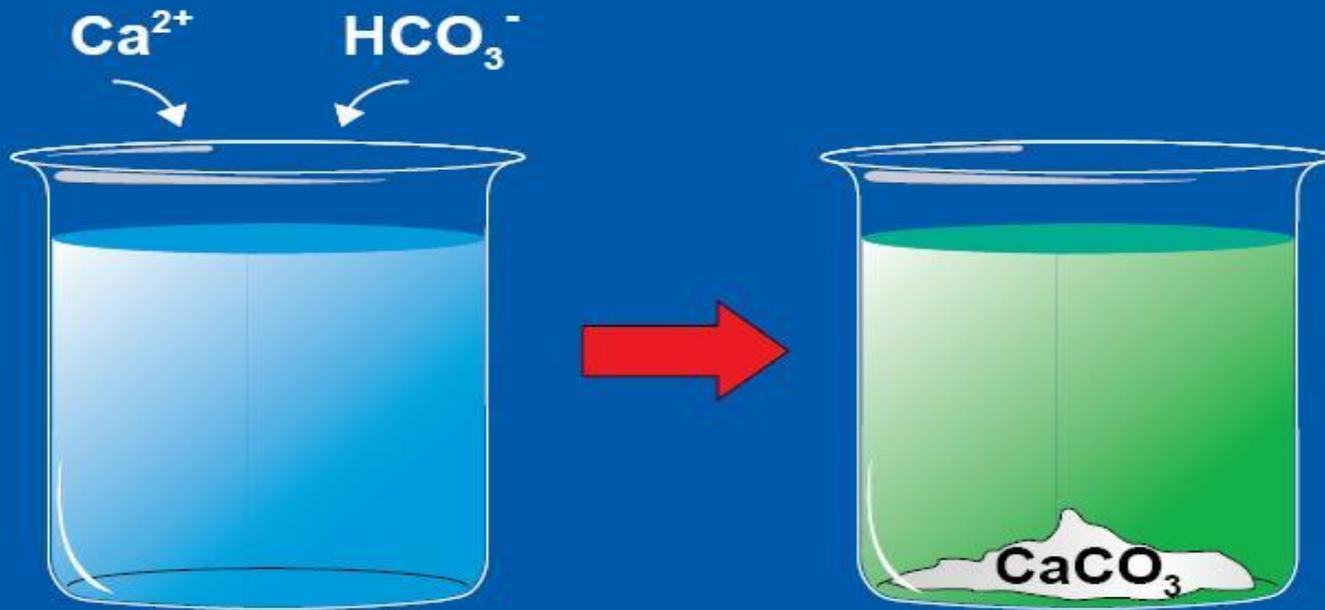


Joanna Grabska

WARUNKI DIALIZY

- Typ koncentratu – zawartość potasu, wapnia, (ewentualnie glukozy) – ustala lekarz

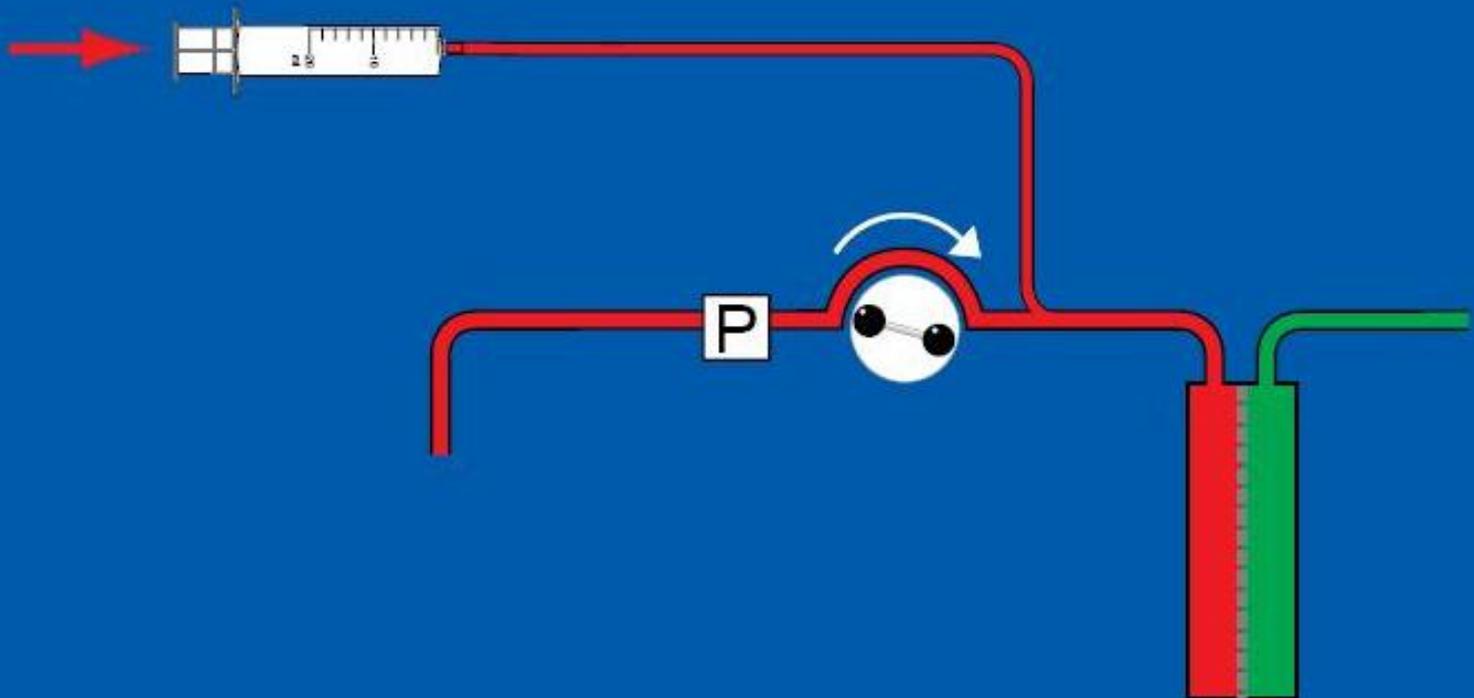
Calcium Carbonate Precipitation



WARUNKI DIALIZY

Rodzaj heparyny i dawkę (w trakcie zabiegu konieczne jest hamowanie krzepnięcia krwi) – ustala lekarz

Heparin Infusion



WARUNKI DIALIZY

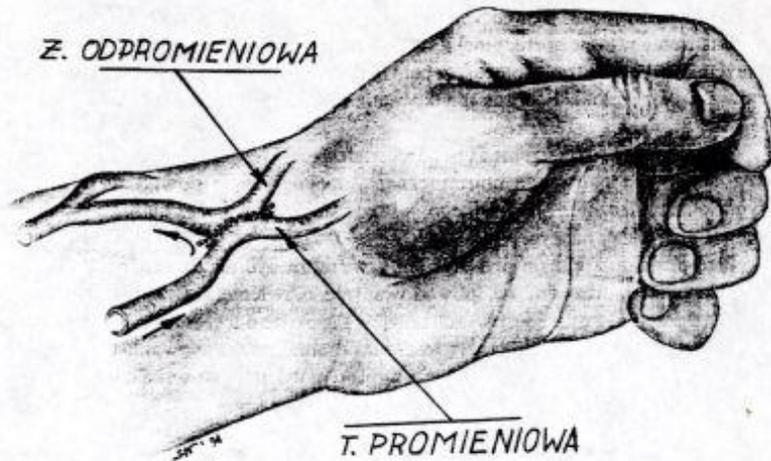
- **Typ koncentratu – zawartość potasu, wapnia, (ewentualnie glukozy) – ustala lekarz**
- **Rodzaj heparyny i dawkę (w trakcie zabiegu konieczne jest hamowanie krzepnięcia krwi) – ustala lekarz**
- **Szybkość przepływu krwi (tzw. obroty) – ustala lekarz uwzględniając stan przetoki lub cewnika, masę ciała chorego, czas zabiegu hemodializy**
- **Ultrafiltracja (UF) – ilość płynu, która zostanie odprowadzona z organizmu w trakcie zabiegu (nie powinna przekraczać 3 l)**

WARUNKI DIALIZY

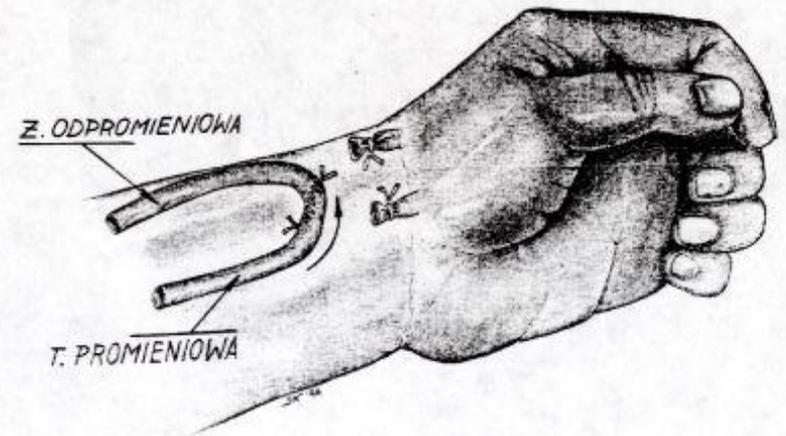
**Czas zabiegu – ustala lekarz
uwzględniając stan chorego
(przeważnie od 4 do 6 godzin)**

**Częstość zabiegów (u chorych z
przewlekłą niewydolnością nerek) –
2 do 3 razy w tygodniu**

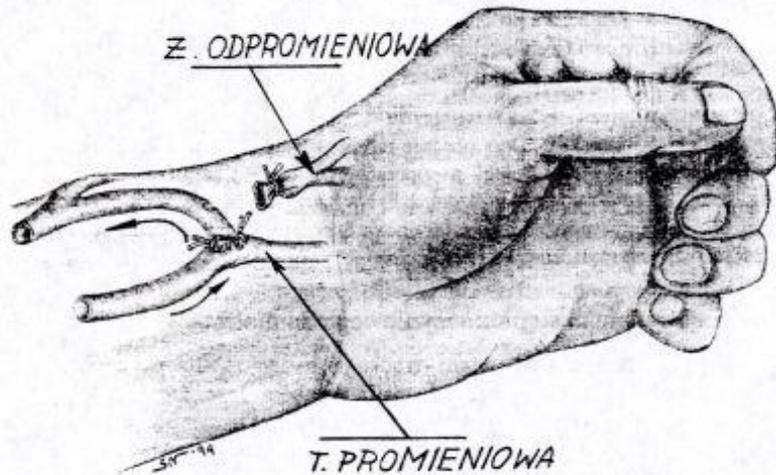
PRZETOKI



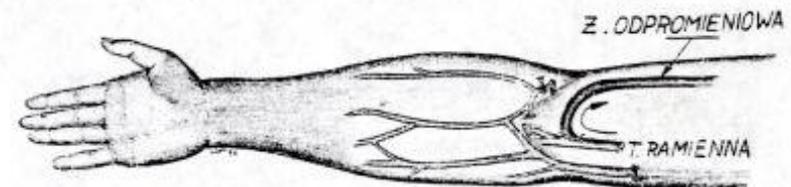
Ryc. 1. Przetoka typu Cimino-Brescia. Zespolenie - żył odpromieniowej i tętnicy promieniowej



Ryc. 3. Przetoka typu Brescia. Zespolenie - żyły odpromieniowej i tętnicy promieniowej koniec do końca

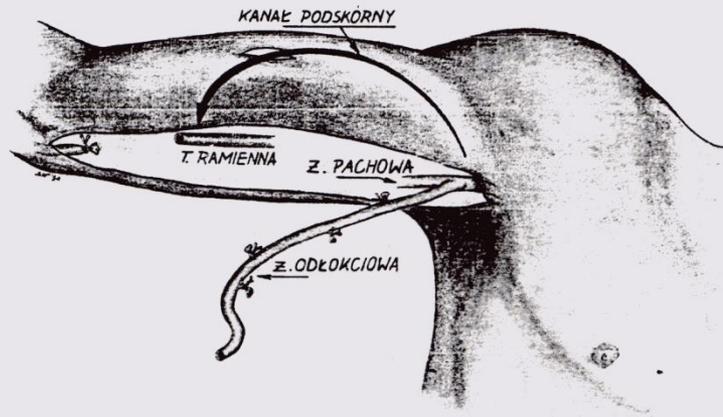


Ryc. 2. Przetoka typu Brescia. Zespolenie - koniec żyły odpromieniowej do boku tętnicy promieniowej

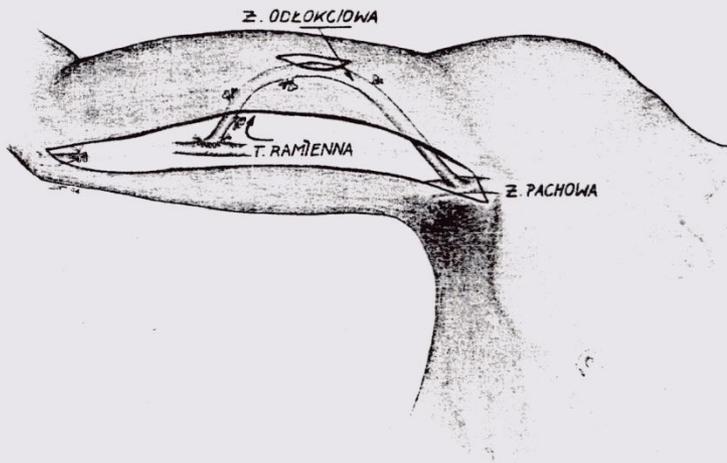


Ryc. 4. Zespolenie żyły odpromieniowej do boku tętnicy ramiennej

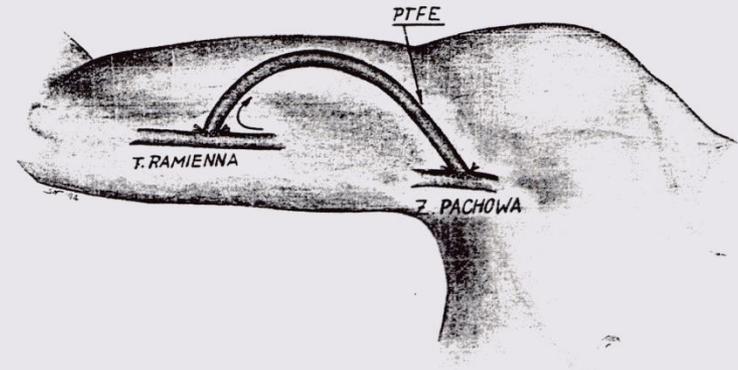
PRZETOKI



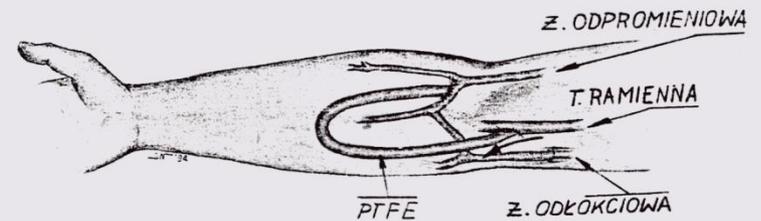
Ryc. 5. Przygotowanie żyły odłokciowej na ramieniu do przemieszczania podskórnego,



Ryc. 6. Zespolenie przemieszczonej podskórnie żyły odłokciowej do boku tętnicy ramiennej



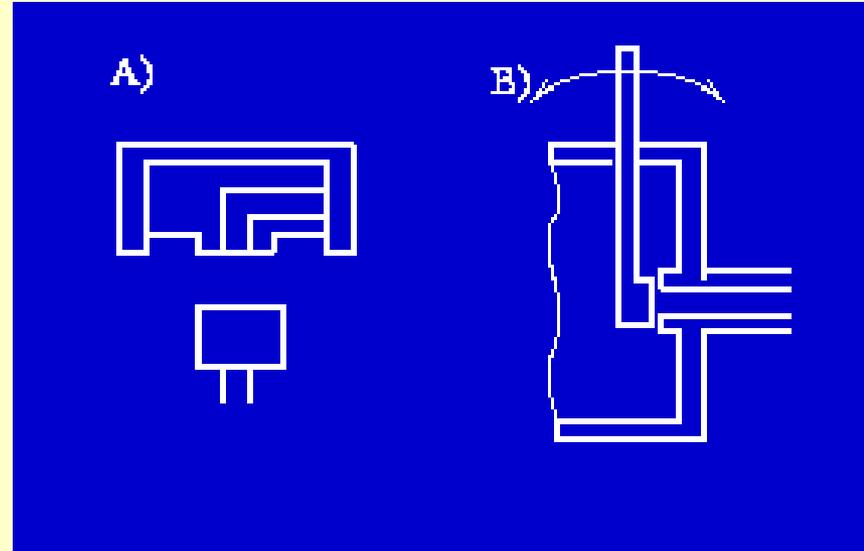
Ryc. 7. Przetoka na ramieniu z użyciem przeszczepu sztucznego



Ryc. 8. Przetoka na przedramieniu z użyciem przeszczepu sztucznego

ELEMENTY APARATU

Zawory (np. dźwigniowe, gdy na kanał wylotowy opada ramię dźwigni lub grzybkowe, gdy zawór opada swoją powierzchnią na gumową zatyczkę, a po jego uniesieniu, przepływ się otwiera; zawór wraz z zatyczką mają postać grzyba, którego nóżką jest zatyczka, a kapeluszem zawór)



Reduktory ciśnienia (np. przy doprowadzaniu wody do mieszania z koncentratem podczas produkcji płynu dializacyjnego)

Zbiorniki do nagrzewania, mieszania płynu dializacyjnego

ELEMENTY APARATU

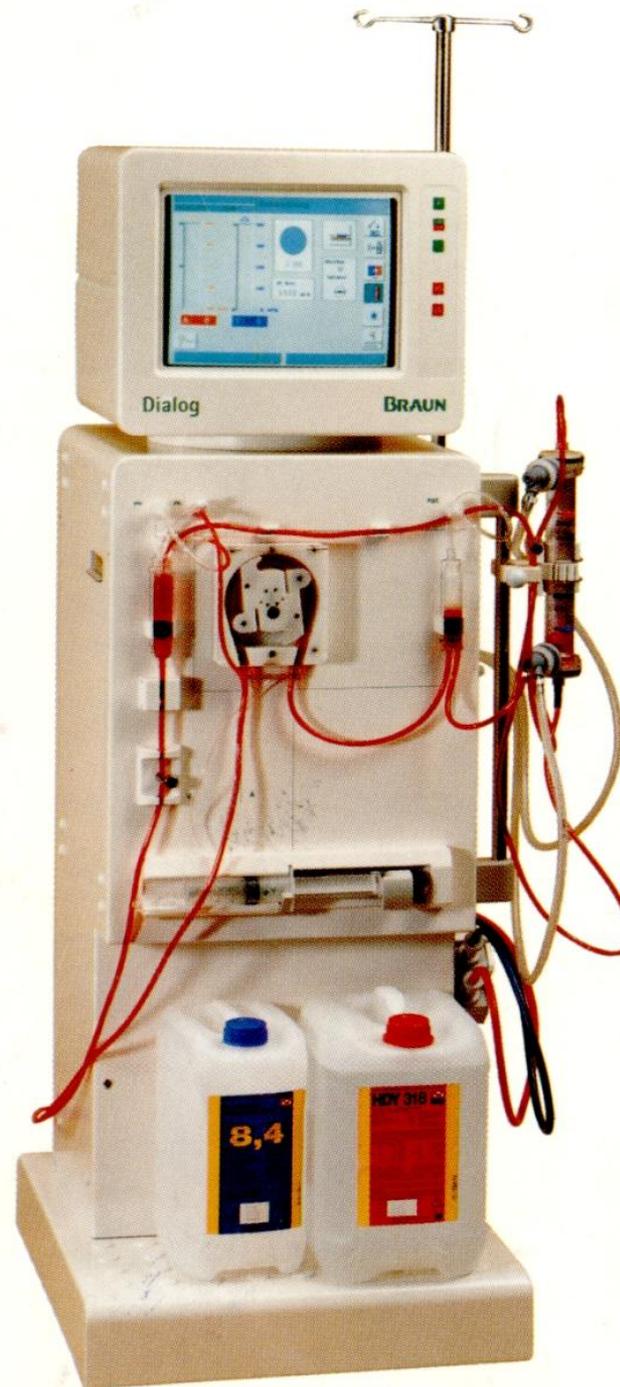
- Pompy (zębate-np. do zadawania koncentratu płynu dializacyjnego; membranowe (w nerce Freseniusa w obiegu płynu dializacyjnego), wirnikowe; perystaltyczne-do przetaczania krwi-pompa ta zapewnia łatwość sterylizacji; strzykawkowe-do zadawania heparyny)
- Rotometry-do badania przepływu płynu
- Detektory wycieku krwi do płynu dializacyjnego
- Konduktometry-do kontroli prawidłowego składu płynu dializacyjnego.
- Ultradźwiękowe czujniki pęcherzyków powietrza we krwi
- Czujniki ciśnienia tętniczego, odcinające nerkę podczas zatoru w torze krwi.

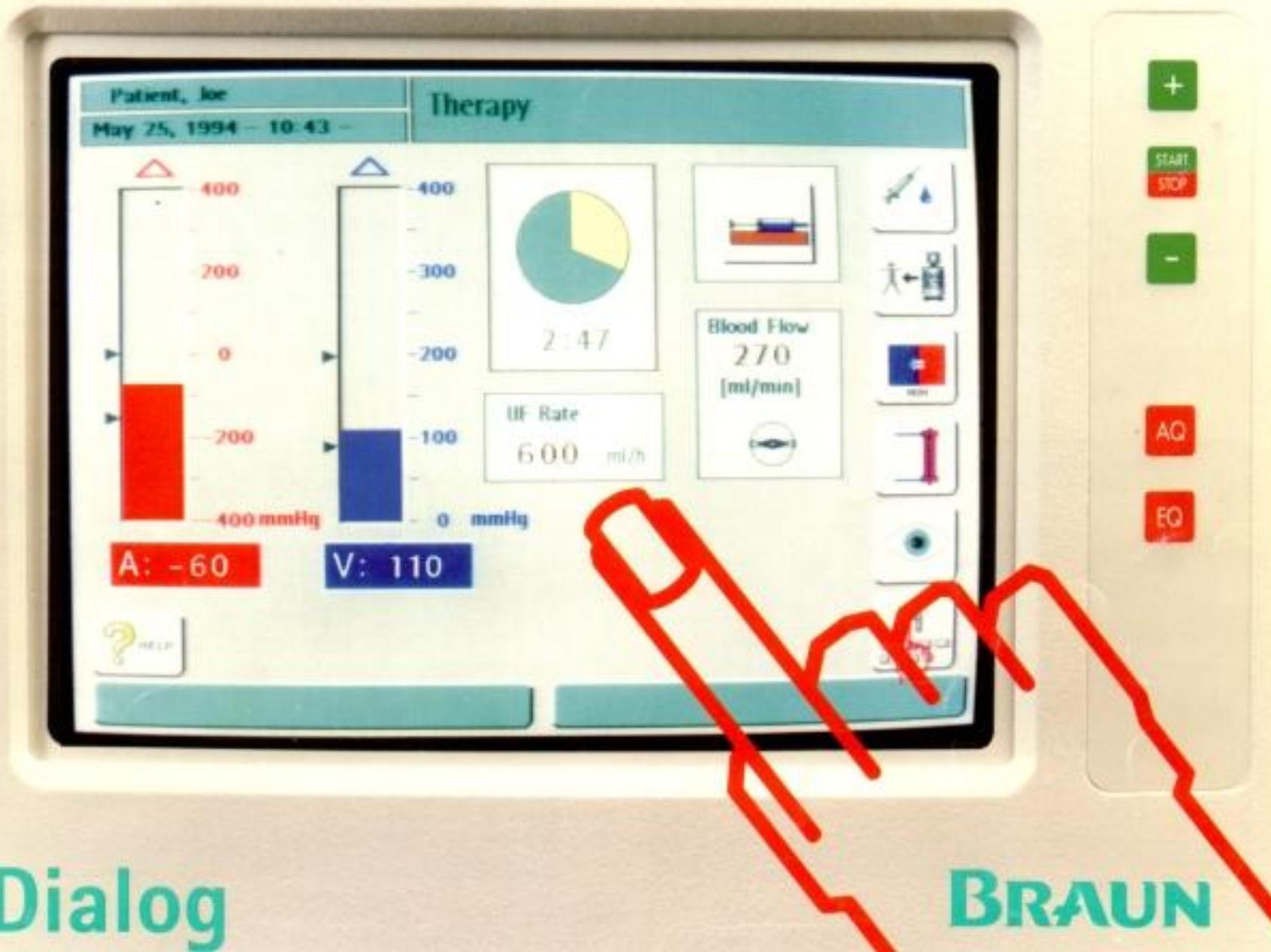
Phoenix® Dialysis System

- Ocena efektywności hemodializy w czasie rzeczywistym, leczenie optymalne poprzez nieinwazyjną ocenę i bez dodatkowych badań i laboratoryjnych kosztów,
- Unikalny wyświetlacz Plasma Conductivity i Ionic mass Balance pomagał ustawić odpowiednią ilość płynu dializującego i szybkość usuwania płynu
- Wizualny efekt leczenia pozwala klinicznie stwierdzić kiedy osiągnięty jest założony efekt dializy.



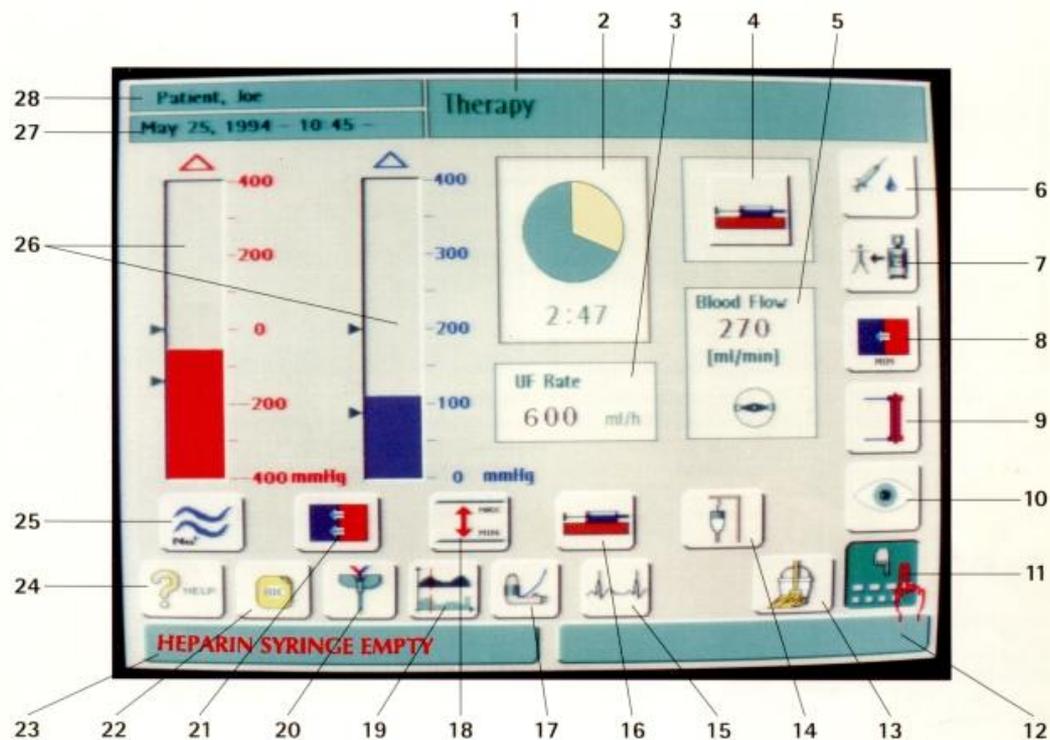
**DIALOG
FIRMY
BRAUN**





Dialog

BRAUN



The Dialog Screen with Function Icons During Treatment

1. Status bar indicates current mode.
2. Pie graph of remaining treatment time can be seen from across the room.
3. Display of current ultrafiltration rate.
4. Icon to activate/deactivate heparin pump.
5. Display of current blood flow.
6. Icon for heparin bolus.
7. Icon to end treatment.
8. Icon for immediate switch to minimum ultrafiltration.
9. Icon to select dialysis or bypass mode (current mode is indicated by fluid path through or next to dialyzer symbol).
10. Icon to select overview of treatment values.
11. Icon to activate/deactivate display of parameter icons.
12. Message bar helps guide personnel through set-up procedure.
13. Icon to deactivate touch function for 10 seconds to allow screen cleaning.
14. Icon for substitution fluid parameter menu (hemodiafiltration).
15. Icon for ECG monitor menu.
16. Icon for heparin pump parameter menu.
17. Icon for non-invasive blood pressure (NIBP) monitor menu.
18. Icon for alarm limits menu.
19. Icon for on-screen graphs to track key treatment parameters.
20. Icon to select single-needle dialysis.
21. Icon for ultrafiltration parameter menu.
22. Icon to select acetate or bicarbonate dialysis.
23. Alarm bar flashes with description of alarm cause. Touching bar calls up alarm list with pre-programmed and user-definable information on how to respond to alarm.
24. HELP icon provides detailed information on the chosen function.
25. Icon for concentrate/dialysing fluid parameter menu.
26. Graphic display of current arterial and venous pressures and alarm settings can be seen from across the room.
27. Treatment data is keyed to an internal real-time clock and calendar.
28. Patient name can be entered on the screen or read from the patient disk.

Cechy ekranu

- * kolorowy ekran wysokiej rozdzielczości z czujnikiem dotykowym, zastępującym klawiaturę
- * wybór funkcji i parametrów poprzez ikony
- * szybki graficzny podgląd ważnych parametrów dializy
- * czarno - biały monitor dostępny jako opcja

Nowa technologia

- * unikalny "balance chamber system" dla maksymalnej kontroli UF
- * pełen zakres kompletnych i krótkich programów dezynfekcji
- * dostępny na ekranie program obsługi serwisowej
- * wybór na ekranie typu strzykawki do pompy heparyny
- * możliwość przełączenia źródła dostarczania koncentratu (kanister lub system centralny)

Rozwiązania nowatorskie

- * szeroki wybór definiowanych przez użytkownika możliwości profilowania
- * automatyczne programy płukania z różnymi objętościami płukania
- * funkcja bolusa heparyny z możliwością definiowania dawki
- * automatyczna kalkulacja Kt/V
- * wbudowana funkcja pojedynczej igły (pump/clamp)
- * automatyczne włączanie i wyłączenie funkcji zegara (timer)

Opcje

- * program pojedynczej igły z technologią Cross-Over
- * moduł do pomiaru ciśnienia NIBP
- * moduł do monitorowania EKG
- * stacja dysków do przechowywania danych pacjentów oraz do wprowadzania z dyskietki parametrów dializy
- * LAN do przesyłania danych pomiędzy aparatem Dialog a laboratorium / biurem / rejestracją.

1. Programowane i definiowane przez użytkownika profile parametrów dializ. Istnieje możliwość modelowania: ultrafiltracji, sodu, bicarbonatu, temperatury i przepływu dializatu oraz dawki podawanej heparyny.

3. Komunikaty alarmowe ukazują się na pulsującym polu, którego dotknięcie powoduje przywołanie spisu alarmów. Istnieje możliwość zaprogramowania przez technika dodatkowych uwag, właściwych dla danego Ośrodka Dializ.

5. Funkcja "HELP" (pomocy) dostępna na bieżąco na ekranie, dostarcza dodatkowe informacje o ikonach i funkcjach aparatu. Znacząco skraca czas szkolenia personelu.

7. Tryb przeglądowy technicznego programu serwisowego daje informacje w czasie rzeczywistym o stanie wszystkich działających podzespołów w Dialogu. Pozwala technikowi szybko zlokalizować uszkodzenie i maksymalnie skrócić czas wyłączenia z użytku maszyny.

2. Podczas zabiegu możliwy jest przegląd kluczowych parametrów dializy, przedstawionych w formie graficznej. Dowolne kombinacje przebiegów są dostępne do analizy w określonym przez użytkownika przedziale czasowym.

4. Komunikaty informujące o wprowadzeniu niewłaściwego lub niekompletnego parametru, wspomagające obsługę podczas przygotowania maszyny do zabiegu. Dodatkowe uwagi dotyczące przygotowania znajdują się w polu obok głównego komunikatu.

6. Dostępny szeroki zakres programów dezynfekcji chemicznej, termicznej, typu citrik. Pomiędzy dializami możliwość wykonywania szybkich dezynfekcji. Istnieje możliwość ustawienia czasu automatycznego włączenia i wyłączenia zasilania urządzenia.

8. Techniczny program serwisowy zawiera kompletny zakres testów diagnostycznych i procedur kalibracyjnych. Schematy ideowe dostępne na ekranie czynią serwisowanie Dialogu bardzo proste oraz maksymalnie skracają czas szkolenia techników.

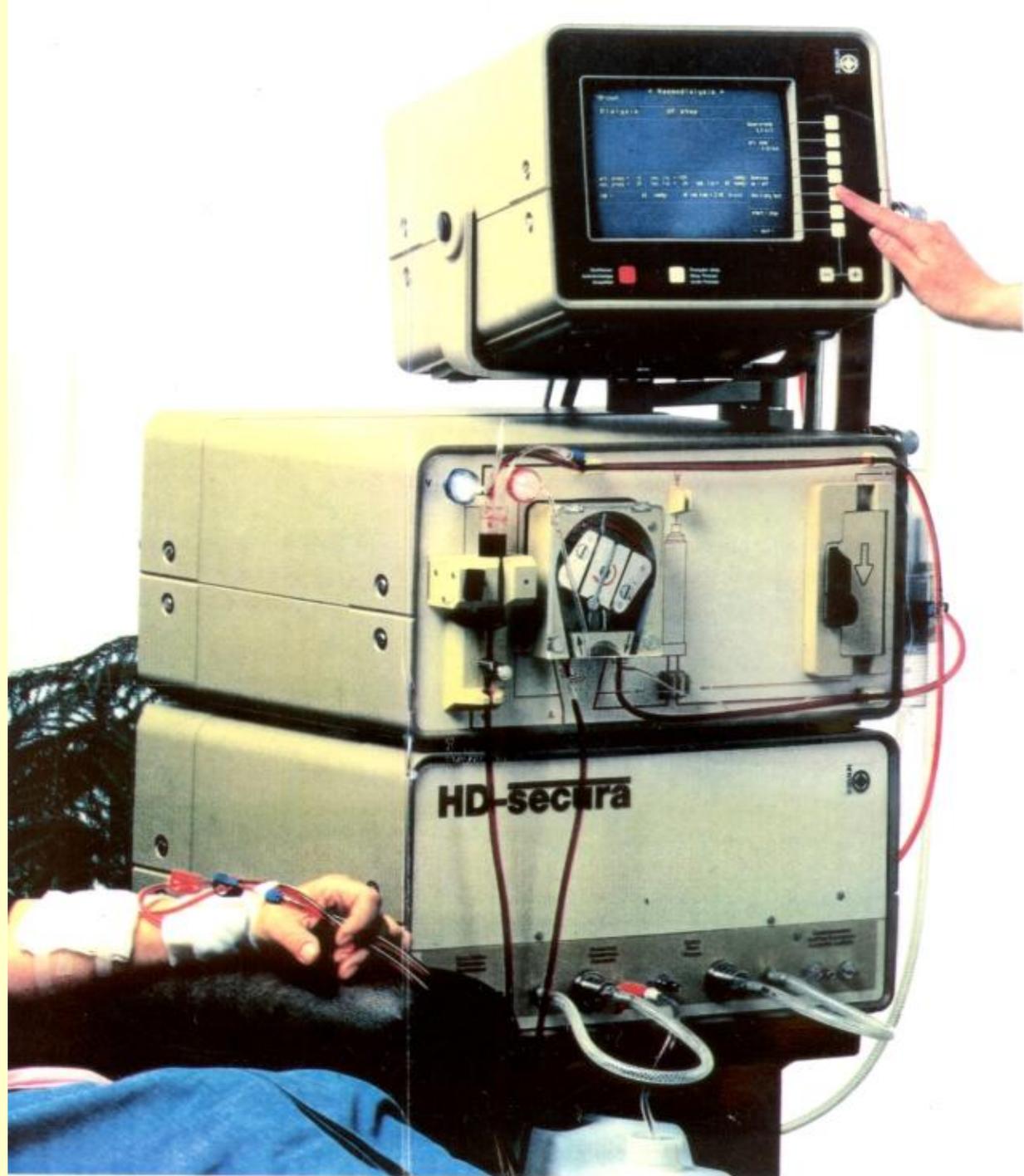
AK 96

Kompaktowe urządzenie AK 96 umożliwia ośrodkom dializacyjnym zapewnianie najwyższego poziomu jakości i bezpieczeństwa w każdym zabiegu hemodializy (HD) przy obniżonych kosztach.

Innowacyjne funkcje, takie jak system Diascan i całkowicie nowy interfejs użytkownika, oferują uproszczony sposób na wykonanie dostosowanej do potrzeb wysoko jakościowej dializy w każdym zabiegu.



**APARAT
FIRMY
BRAUN
STARSZA
WERSJA**



APARATY FIRMY BAXTER



MERIDIAN

Joanna Grabska-Chrzastowska



ARENA

FRANCUSKI APARAT INTEGRA



Joann:



4008S Classix

Joanna Grabska-Chrzastowska

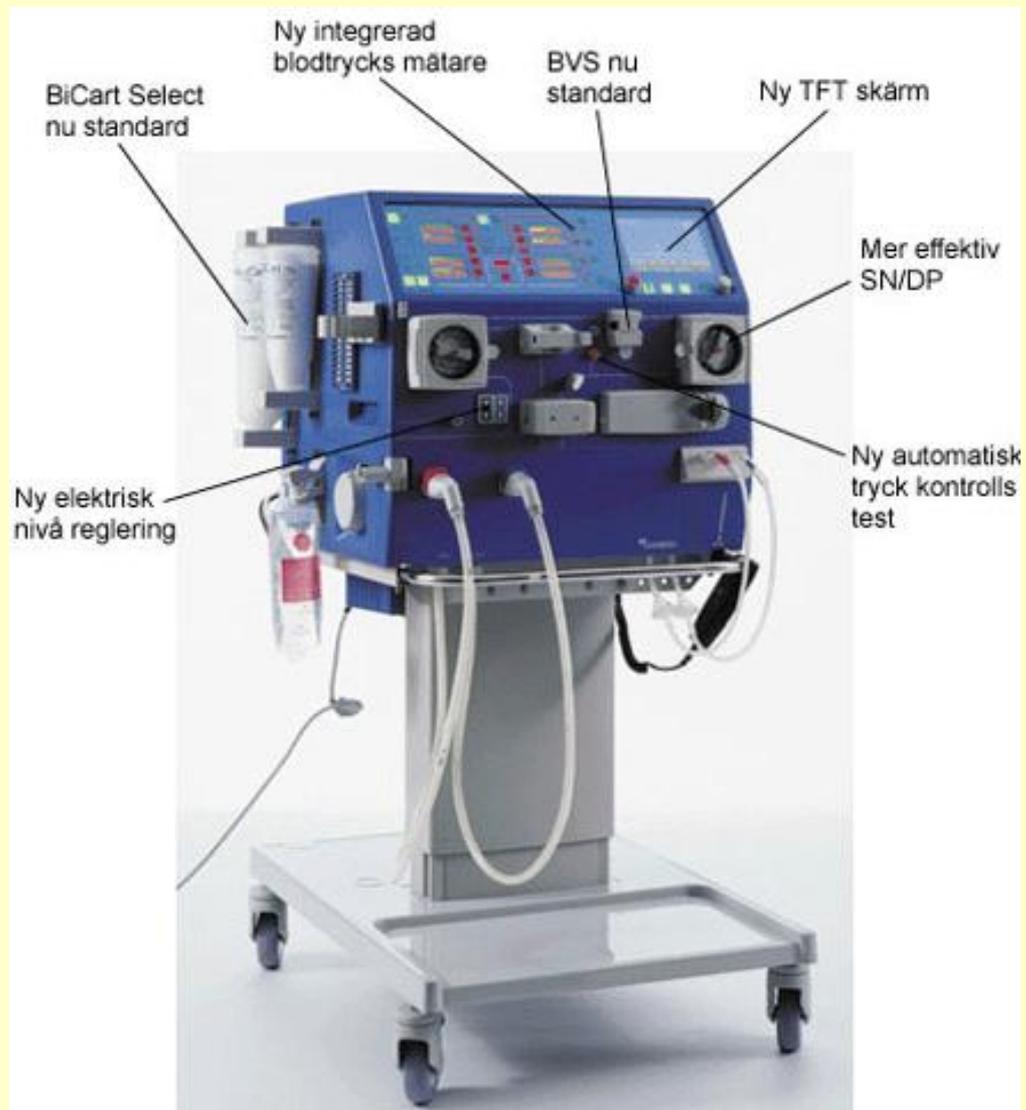
JAPOŃSKI APARAT INTEGRA



Jo

GAMBRO AK 200

Starszy aparat



Joanna Grabska-Chrzastowska

GAMBRO



Gambro AK 90



Gambro AK 10

BAXTER TINA

Aparat do hemodializy Tina używany jest głównie do leczenia chorych w ośrodkach szpitalnych oraz satelitarnych. Ma on także zastosowanie w hemodializie domowej.

- **Ekran dotykowy ułatwiający programowanie i obsługę.**
- **Alarmy wizualne wyświetlane są w sposób prosty pomagają uniknąć nieporozumień i pomyłek mogących wystąpić w odczycie kodowanych informacji**
- **Kompletne raporty danych na ekranie.**
- **Ciągły pomiar ciśnienia tętniczego krwi i tętna.**
- **Termiczna sterylizacja kwasem cytrynowym wraz z zautomatyzowanym pobudzeniem i aktywacją.**



BAXTER HomeChoicePRO™

HomeChoice PRO z oprogramowaniem PD Link jest zaawansowanym cyklerem do Automatycznej Dializy Otrzewnowej. PD Link to prosty, oparty na systemie Windows pakiet monitorujący leczenie, który komunikuje się z HomeChoice PRO. Automatyczna Dializa Otrzewnowa jest formą dializy otrzewnowej prowadzonej przy pomocy aparatu. Wymiany są wykonywane w nocy podczas snu pacjenta.



BAXTER HomeChoice PRO™

BELCO FORMULA

**Aparat dializacyjny znanej firmy Bellco
umożliwia przeprowadzanie:**
dializ z jedną igłą,
dializ z dwoma igłami,
dializ sekwencyjnych,

Przepływ krwi:

Podwójna igła 0 ÷ 500 ml/min - step 20 ml/min

Pojedyncza igła 0 ÷ 700 ml/min - step 20 ml/min

Ciśnienie krwi:

400 ÷ 880 mmHg



BELCO FORMULA

BELLCO FORMULA 2000

**Aparat Bellco Formula 2000 jest
udoskonaloną wersją aparatu
Formula.**

Przepływ krwi:

Podwójna igła 0 ÷ 500 ml/min – krok 20 ml/min

Pojedyncza igła 0 ÷ 700 ml/min – krok 20
ml/min

Pojedyncza igła wraz z automatycznym
dostosowaniem się do ciśnienia krwi 20 ÷ 700
ml/min - krok 20 ml/min

Ciężnienie krwi:

400 ÷ 880 mmHg

Przepływ: od 0,5 do 8 l/h



BELLCO FORMULA 2000

Koszalińska stacja dializ



STACJE DIALIZ



Stacja Dializ DPCD NZOZ w Łęczycu
Stacja Dializ w Lublinie



Lubelskie Centrum Małych Zwierząt

STACJA DIALIZ WE FRANCJI



Joanna Grabska-Chrząstowska

STACJA DIALIZ W USA



Joanna Grabska-Chrzastowska

OSTRE POWIKŁANIA

Powikłanie	Objawy	Zapobieganie	Leczenie
Hipotonia	osłabienie, nudności, wymioty, utrata przytomności	unikanie nadmiernej i/lub nieadekwatnej ultrafiltracji	dializa sekwencyjna, dializa wodorowęglanowa, profilowanie sodu w dializacie
Kurcze mięśni	kurcze w 2. połowie dializy towarzyszą spadkom ciśnienia tętniczego	zamiana płynu octanowego na wodorowęglanowy + jw.	szybkie wstrzyknięcie 10–20 ml 10% NaCl lub 20% glukozy
Odczyny gorączkowe	gorączka, dreszcze, wymioty, hipotonia	sterylizacja urządzeń, jałowy płyn dializacyjny (wodorowęglanowy), dezynfekcja miejsc wkłuć igieł, pielęgnacja cewnika	leki przeciwgorączkowe, pobranie krwi na posiew, antybiotykoterapia pod nadzorem lekarzem, ultrasonograficzna diagnostyka przetoki

<p>Zespół pierwszego użycia</p>	<p>duszność, niepokój, uczucie zagrożenia, bóle brzucha, ucisk w klatce piersiowej</p>	<p>zmiana rodzaju błony dializacyjnej i sposobu sterylizacji</p>	<p>należy przerwać zabieg, nie przetaczać krwi z drenów, dalsze leczenie pod nadzorem lekarskim</p>
<p>Zator powietrzny</p>	<p>duszność, uczucie ciężaru w klatce piersiowej, sinica</p>	<p>nie wyłączać czujnika</p>	<p>ułożenie Trendelenburga (nogi do góry), przerwanie zabiegu, dalsze leczenie pod kontrolą lekarza</p>
<p>Zespół niewyrównania</p>	<p>może zdarzyć się w 1. fazie dializoterapii: niepokój, bóle głowy, wymioty, dezorientacja, drżenie mięśniowe</p>	<p>pierwsze dializy powinny być krótkie, bez większego odwadniania</p>	<p>przerwać dializę, 5-10 mg diazepamu dożylnie</p>

Rekordzista na Oddziale Dializ Kliniki Nefrologii na
ul. Kopernika 15C w Krakowie

18 MAJA 2013 roku

OBCHODZIŁ

35- lecie dializowania

Rozpoczął dializy w wieku 15 lat w 1978 roku.



**Guma do żucia eliminuje
fosforany**
17-02-2009

Vincenzo Savica, Lorenzo A. Cal
z Uniwersytetów w Mesynie i Padwie

**These findings were published in March issue of the Journal of the American Society
Nephrology**



Guma do żucia eliminuje fosforany

17-02-2009

Żucie gumy z wysoką zawartością składnika wiążącego fosforany może pomóc obniżyć stężenie tych związków u dializowanych pacjentów z przewlekłą chorobą nerek, zmniejszając jednocześnie ryzyko wystąpienia u nich chorób serca.

Hiperfosfatemia to zjawisko częste u dializowanych chorych z przewlekłą chorobą nerek. Wielu z nich cierpi na nią nawet wtedy, gdy poziom fosforanów przyjmowanych z pokarmem jest regulowany farmakologicznie.

Ponieważ w ślinie również stwierdza się podwyższone stężenie fosforanów, Vincenzo Savica i Lorenzo A. Cal z Uniwersytetów w Mesynie i Padwie postanowili sprawdzić, co się stanie, gdy podczas posiłków chorzy będą zażywać przepisane leki, a pomiędzy nimi żuć 2 razy dziennie specjalną 20-mg gumę. W pionierskim eksperymencie wzięło udział 13 osób.

Pierwsze spadki zaobserwowano już w pierwszym tygodniu terapii, a po 14 dniach stężenie fosforanów w ślinie było mniejsze od wyjściowego o 55%, a we krwi o 31%. Po przerwaniu leczenia poziom fosforanów w ślinie powrócił do wartości odnotowywanych przed rozpoczęciem studium już po 15 dniach, lecz stężenie we krwi zrównało się z odczytami wyjściowymi dopiero po miesiącu.

Wyniki uzyskane przez włoski zespół są wstępne i muszą zostać potwierdzone w badaniach na szerszą skalę z wykorzystaniem placebo.

PAP, JG /24.11.2008

Diamentowa sztuczna nerka

Nanotechnology for a Total Artificial Kidney

William H. Fissell, MD

Associate Staff

Department of Nephrology and Hypertension
Cleveland Clinic Foundation, Cleveland, Ohio



Medscape
from WebMD

Diamentowa sztuczna nerka

Zbudowany z diamentowych warstw filtr dializacyjny może być skuteczniejszy i bardziej niezawodny niż konwencjonalny, a także na tyle mały, że da się go wszczepić do wnętrza ciała.

Niewydolność nerek jest problemem milionów ludzi na całym świecie. By żyć, potrzebują przeszczepu lub cyklicznego podłączenia do sztucznej nerki.

Dializa zmusza pacjentów do podporządkowania jej całego trybu życia, sztuczna nerka nie jest też tak skuteczna, jak prawdziwa - usuwa mniej szkodliwych substancji, a traci więcej potrzebnych organizmowi biocząsteczek. Stosowane obecnie filtry do dializ mają szczególne problemy z usuwaniem cząsteczek o średnich rozmiarach, jak wytwarzana przez układ odpornościowy mikroglobulina beta-2, której nadmiar jest szkodliwy. Problem w tym, że większe od niej cząsteczki białek zatykają filtry o odpowiedniej dla beta-2 mikroglobuliny wielkości otworów. **William Fissel z Z Cleveland Clinic w Ohio wraz z kolegami z University of Michigan** opracował filtr zbudowany z warstw diamentu - każda z nich ma otworki o coraz mniejszej średnicy, przepuszczające tylko cząsteczki o określonych rozmiarach. Większe cząsteczki, które mogłyby zatkać otworki, odpycha ładunek elektryczny.

Taki filtr jest skuteczniejszy w działaniu, może pracować przy normalnym ciśnieniu krwi i na tyle mały, że dałoby się go wszczepić do wnętrza organizmu.

Prototyp sztucznej nerki, którą można wszczepić choremu



Image credit: © majedphoto.com

Shuvo Roy, PhD

Director and Principal
Investigator

shuvo.roy@ucsf.edu

**University of California,
San Francisco**

Prototyp sztucznej nerki, którą można wszczepić choremu

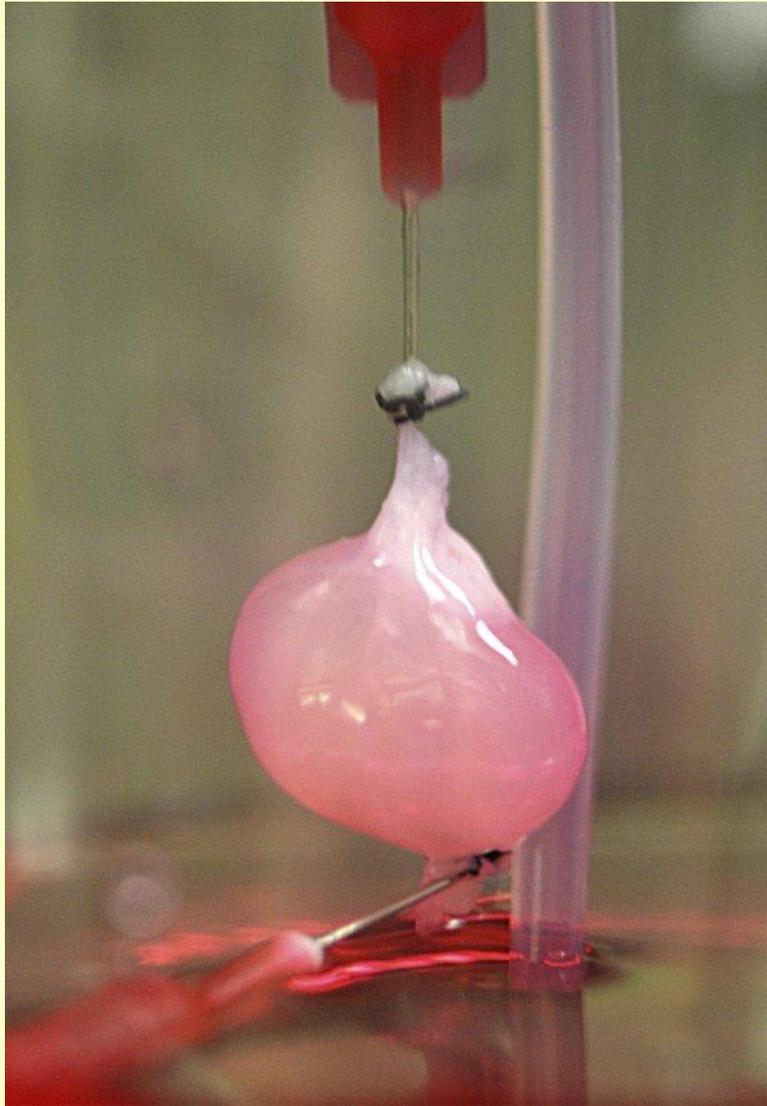


Urządzenie opracowane przez zespół, którym kieruje doktor Shuvo Roy składa się z tysięcy mikroskopijnych filtrów oraz zawierającego żywe komórki kanalików nerki bioreaktora. Dzięki takiemu rozwiązaniu urządzenie może spełniać w możliwie dużej mierze funkcje prawdziwej nerki - przede wszystkim utrzymywać równowagę elektrolitową i wydalać szkodliwe substancje. Nie będzie wymagało dodatkowej pompy - wystarczy samo ciśnienie krwi.

Wcześniej powstał i został wypróbowany w przypadku ciężko chorych pacjentów prototyp o rozmiarach pokoju, jednak dzięki wykorzystaniu technologii stosowanych w obróbce krzemu udało się zmniejszyć zawierające żywe komórki nerki urządzenie do wielkości filiżanki.

Sztuczna nerka po wszczepieniu nie będzie wymagała podawania środków osłabiających odporność - co jest bardzo ważne wobec coraz częstszego pojawiania się odpornych na leki szczepów bakterii.

Nerka z hodowli (na razie dla szczura)



(Fot. HANDOUT REUTERS)

15.04.2013

**Harald Ott, MD i jego zespół
z Massachusetts General
Hospital
Stany Zjednoczone**



Harald Ott, M.D.

Massachusetts General
Hospital, Harvard Medical
School

55 Fruit Street
Boston, MA 02114
United States

1 612 819-8228

hott@partners.org



Nerka z hodowli (na razie dla szczura)

W skrócie polega ona na tym, że od pacjenta (w tym przypadku był nim młody szczur) pobiera się nerkę. Następnie, za pomocą odpowiednich substancji niszczy się w niej wszystkie żywe komórki, pozostawiając jedynie zbudowane z kolagenu rusztowanie. Teraz od zwierzęcia, które ma otrzymać nową nerkę, pobiera się odpowiednie typy komórek, namnaża je i zasiedla nimi nerkowe rusztowanie. Wszystko to odbywa się oczywiście w specjalnym bioreaktorze, w którym panują optymalne do rozwoju nowego narządu warunki (m.in. jest on stale omywany substancjami odżywiającymi rozmnażające się komórki).

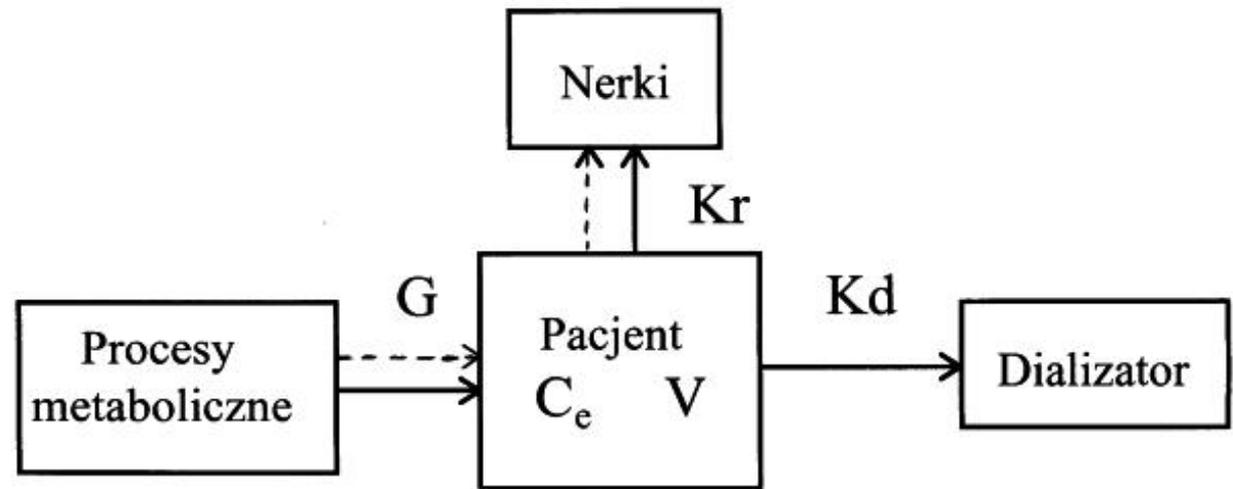
Po 12 dniach nowy narząd był już gotowy. Teraz przyszedł kluczowy etap doświadczenia - wszczepienie nerki zwierzęciu. Ku satysfakcji naukowców zabieg powiódł się i nerka zaczęła produkować mocz.

Nerka z hodowli (na razie dla szczura)



Jak to często bywa przy pionierskich eksperymentach, wiele pozostało jeszcze do zrobienia. Przede wszystkim musi zostać poprawiona skuteczność czy raczej wydajność nowego narządu. W laboratorium wyhodowane nerki były w stanie osiągnąć 23 proc. wydajności normalnej zdrowej nerki szczura. Po wszczepieniu do organizmu zwierzęcia wydajność jednak wyraźnie spadła - do poziomu około 5 proc. Jednak jak podkreśla dr. Otta, na początek dobre i to, tym bardziej że nie odbiega to wiele od wydajności obserwowanej u chorych poddawanych dializom.

MODELO- WANIE



Przepływ toksyn w modelu jednoprzędziowym.

Ten prosty model opiera się na równaniu różniczkowym zwyczajnym:

$$\frac{dC_e}{dt} = -\frac{K_d}{V} C_e$$

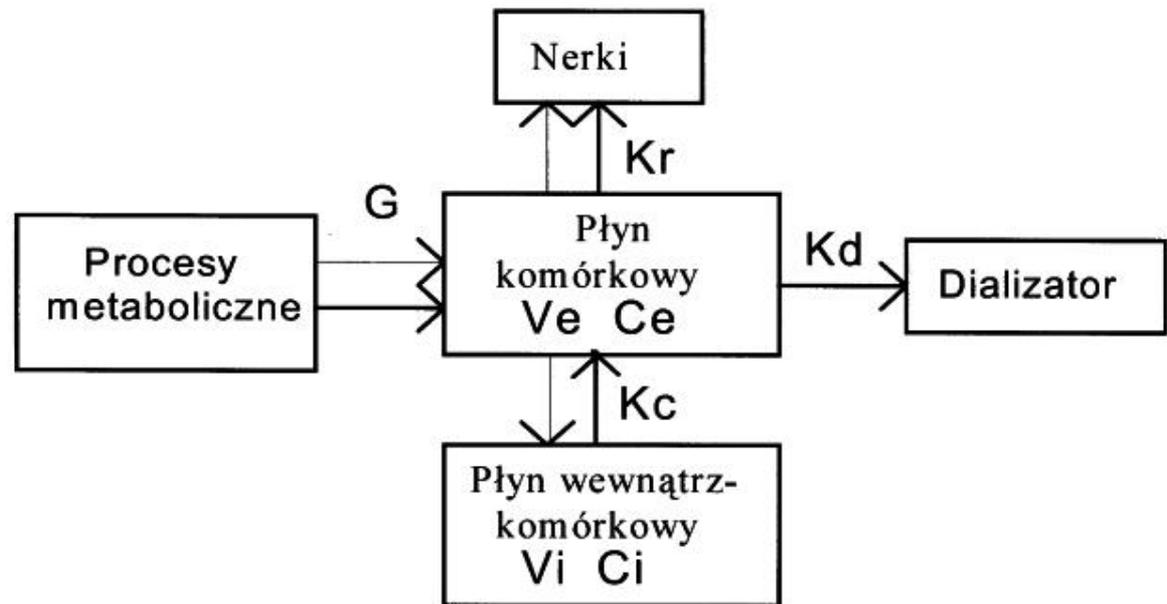
którego rozwiązanie ma prostą postać:

$$C_e(t) = C_0 e^{-t K_d / V}$$

gdzie:

C_e - stężenie toksyny we krwi,
 C_0 - stężenie początkowe,
 K_d - klirens dializatora,
 V - objętość przedziału.

MODELO- WANIE



Przepływ dla modelu dwuprzeciałowego

Takie podejście pociąga za sobą matematyczny opis zawierający układ dwóch równań różniczkowych:

$$\begin{cases} \frac{d C_e}{d t} = -\frac{K_c + K_d}{V_e} C_e + \frac{K_c}{V_e} C_i \\ \frac{d C_i}{d t} = \frac{K_c}{V_i} C_e - \frac{K_c}{V_i} C_i \end{cases}$$

gdzie:

K_d - klirens dializatora,

K_c - międzyprzeciałowy współczynnik przepływu,

C_i , C_e - wewnątrz- i zewnątrzkomórkowe stężenie toksyny we krwi,

V_i , V_e - objętość przeciału wewnątrz- i zewnątrzkomórkowego.

MODELO- WANIE

Podczas zabiegu hemodializy współczynnik generacji toksyny G i tempo jej usuwania przez nerki K_r są tak małe w porównaniu z klirenssem K_d oraz tempem przepływu między przedziałami, że mogą być pominięte w modelu.
Rozwiązanie układu równań różniczkowych ma następującą postać:

$$C_e(t) = 0.5 C_0 e^{-ta_1} [(1 + a_3)e^{-ta_2} + (1 - a_3)e^{ta_2}]$$

gdzie:

$$a_1 = \frac{K_c + K_d}{2V_e} + \frac{K_c}{2V_i}$$

$$a_2 = \sqrt{a_1^2 - \frac{K_d K_c}{V_i V_e}}$$

$$a_3 = \frac{V_i K_d - K_c(V_i + V_e)}{2 a_2 V_i V_e}$$

Dodatkowo przyjmuje się założenie, że na początku dializy stężenia toksyn są jednakowe czyli

$$C_e(0) = C_i(0) = C_0 \quad \text{gdzie } C_0 - \text{początkowe stężenie toksyny}$$

MODELO- WANIE

Szybkość usuwania toksyn jest wyznaczona przez klirens dializatora K_d , który zależy między innymi od współczynnika przepuszczalności masowej K_A . Współczynnik ten określa zdolność odprowadzania toksyn z krwi pacjenta do dializatu i zależy od fizycznych parametrów dializatora: powierzchni błony i współczynnika jej przepuszczalności. Wartość K_A można wyznaczyć ze wzoru:

$$K_A = \begin{cases} \frac{Q_b Q_d}{Q_d - Q_b} \ln \frac{Q_b(C_e - C_d)}{C_e Q_b - C_d Q_d} & \text{if } Q_b \neq Q_d \\ \frac{Q_d C_d}{C_e - C_d} & \text{if } Q_b = Q_d \end{cases}$$

gdzie:

Q_b - przepływ krwi przez dializator,

Q_d - przepływ dializatu,

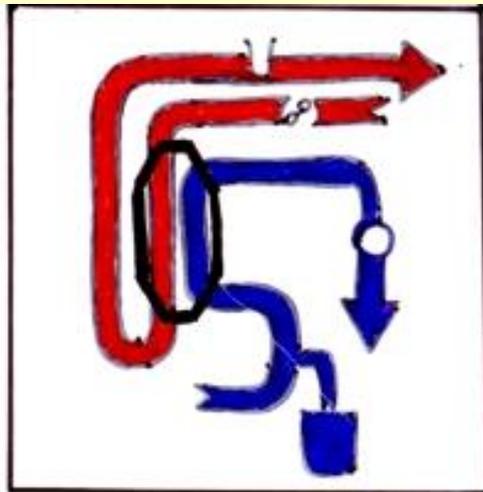
C_e - stężenie toksyny we krwi,

C_d - stężenie toksyny w dializacie.

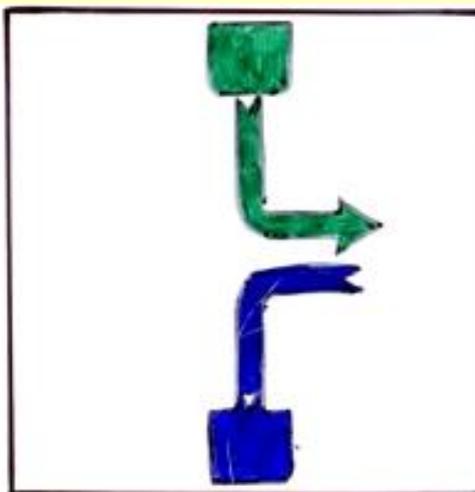
Wartość klirensu dializatora można obliczyć ze wzoru:

$$K_d(t) = \begin{cases} Q_b(t) \frac{e^{\frac{K_A}{Q_b(t)}} - e^{\frac{K_A}{Q_d}}}{e^{\frac{K_A}{Q_b(t)}} - \frac{Q_b(t)}{Q_d} e^{\frac{K_A}{Q_d}}} & \text{if } Q_b(t) \neq Q_d \\ \frac{K_A Q_b(t)}{K_A + Q_b(t)} & \text{if } Q_b(t) = Q_d \end{cases}$$

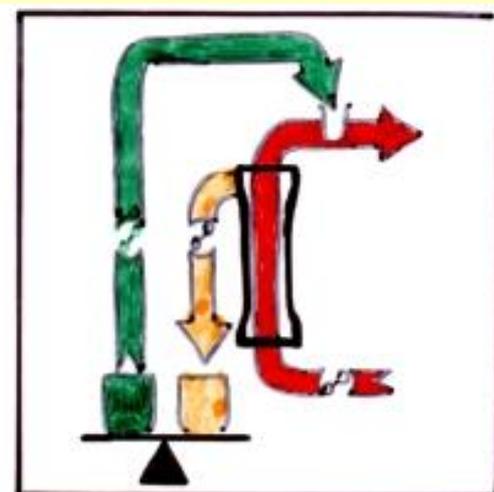
RODZAJE ZABIEGÓW



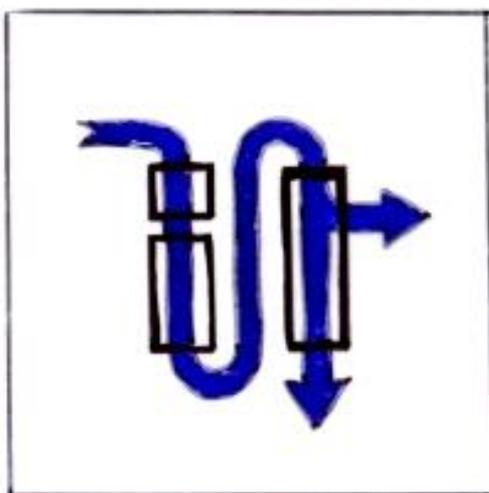
HEMODIALIZA



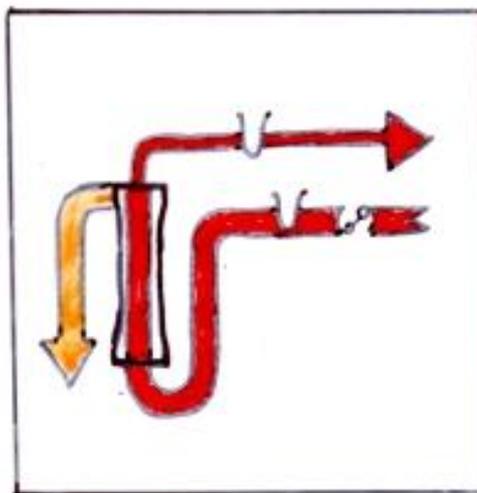
DIALIZA
OTRZEWNOWA



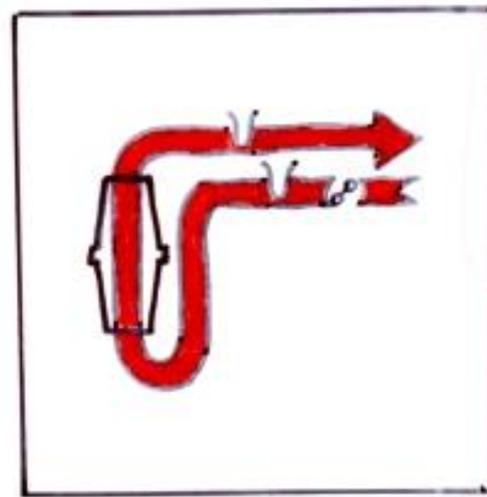
HEMOFILTRACJA



OCZYSZCZANIE
WODY PRZED DIALIZĄ



PLAZMOFOREZA



HEMOPERFUZJA