



(11) CH 711 293 A2

Trattato sui brevetti, del 22 dicembre 1978, fra la Svizzera ed il Liechtenstein

The schematic diagram illustrates a hydraulic system. A pump (32) is connected to a filter (33) via a line with check valve 34. The line from the filter passes through valve 27 and then splits. One branch goes to valve 26, which is connected to valve 24. The other branch goes to valve 28, which is connected to valve 30. Valve 24 is also connected to valve 29. Valve 30 is connected to valve 31. Valve 31 is connected to a cylinder (35) and a motor (36). The cylinder (35) is connected to valve 27, which is connected to the pump (32). The motor (36) is connected to valve 27, which is connected to the pump (32). The pump (32) is also connected to valve 27, which is connected to the pump (32).

Descrizione

[0001] La presente invenzione si riferisce ad un dispositivo per dialisi. La funzione principale dei reni è quella di filtrare il sangue per regolare la composizione ionica, l'osmolarità, il volume e il pH del plasma e di rimuovere i prodotti metabolici di scarto e le sostanze estranee del plasma.

[0002] Tale processo porta alla formazione dell'urina.

[0003] È quindi evidente come i reni svolgano funzioni essenziali per il corretto funzionamento di tutto l'organismo.

[0004] L'insufficienza renale cronica porta ad una perdita progressiva ed irreversibile delle strutture renali che può essere il risultato di molteplici patologie renali o di fattori patologici secondari, come il diabete o l'ipertensione.

[0005] Tale patologia può essere mortale, a meno che non venga trattata con trapianto o dialisi. Il trapianto renale sarebbe un ottimo trattamento per il paziente, ma il numero di reni disponibile per il trapianto è scarso.

[0006] Allo stato attuale è perciò la dialisi la terapia di sostituzione renale più diffusa.

[0007] La dialisi è un procedimento chimico-fisico con cui si separano una o più sostanze disciolte in un liquido, utilizzando una membrana semipermeabile che permette il passaggio di tali sostanze in una sola direzione.

[0008] Il moto delle sostanze è di tipo diffusivo, ovvero è dovuto essenzialmente alla differenza di concentrazione dei soluti tra i solventi nei due comparti e cessa una volta giunti all'equilibrio. Le terapie sostitutive possono essere divise in: dialisi extracorporea (o emodialisi) e dialisi peritoneale.

[0009] Entrambe sfruttano una membrana semipermeabile (che nel caso della peritoneale è proprio il peritoneo) che permette ai piccoli soluti di passare liberamente tra i due liquidi.

[0010] Tali procedure sebbene affidabili e relativamente semplici da attuare, costituiscono pur sempre una notevole limitazione alle attività quotidiane del paziente e piuttosto onerose in termini di tempo.

[0011] Sia nel caso della dialisi extra che in quella intracorporea il paziente risulta collegato ad apparecchiature che costringono il paziente ad una certa immobilità per periodi di 3/4 ore.

[0012] Quando possibile il trattamento avviene durante la notte, grazie agli automatismi delle apparecchiature utilizzate. Tuttavia, l'emodialisi costituisce ancora una terapia fortemente vincolante.

[0013] Compito tecnico dell'invenzione è quello di fornire un dispositivo di dialisi che ovvi gli inconvenienti lamentati dalla tecnica nota.

[0014] Nell'ambito di questo compito tecnico uno scopo dell'invenzione è quello di fornire un dispositivo di dialisi che possa operare limitando al minimo l'impatto nelle attività quotidiane del paziente. Questo ed altri scopi sono conseguiti da un dispositivo di dialisi comprendente un circuito per un liquido di dialisi configurato per l'interazione con un circuito di sangue da depurare, caratterizzato dal fatto di comprendere mezzi di rigenerazione del liquido di dialisi comprendenti almeno una cella elettrolitica.

[0015] La previsione di una rigenerazione del liquido di dialisi, che ad oggi verrebbe altrimenti scartato, partendo da una cella elettrolitica, è particolarmente conveniente per la natura elettrolitica del liquido di dialisi dove sono in genere presenti acqua, cationi tra cui Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , anioni tra cui Cl^- , HCO_3^- (bicarbonato), $\text{CH}_3\text{-COO}$ (acetato), oltre a molecole neutre tra cui CO_2 e Glucosio.

[0016] Vantaggiosamente detto dispositivo di dialisi è utilizzabile sia in emodialisi sia in dialisi peritoneale.

[0017] In un modo di realizzazione preferito dell'invenzione detta cella elettrolitica presenta al suo interno almeno una membrana ione-selettiva che delimita almeno un comparto anodico ed un comparto catodico.

[0018] In un modo di realizzazione preferito dell'invenzione detta cella elettrolitica presenta al suo interno una pluralità di membrane ione-selettive che delimitano un comparto anodico, un comparto catodico ed almeno un comparto intermedio tra il comparto anodico ed il comparto catodico.

[0019] In un modo di realizzazione preferito dell'invenzione ciascun comparto presenta una configurazione tubolare.

[0020] In un modo di realizzazione preferito dell'invenzione detta cella elettrolitica presenta al suo interno almeno due membrane ione-selettive a ioni di carica opposta.

[0021] In un modo di realizzazione preferito dell'invenzione detta cella elettrolitica comprende moduli componibili.

[0022] In un modo di realizzazione preferito dell'invenzione ciascun modulo comprende un corpo tubolare, raccordi di connessione alle due estremità del corpo tubolare, ed una membrana ione-selettiva applicata ad una estremità del corpo tubolare.

[0023] In un modo di realizzazione preferito dell'invenzione il dispositivo di dialisi comprende un accumulatore di energia elettrica configurato per il collegamento ad un sistema di trasferimento senza fili di energia elettrica.

[0024] In un modo di realizzazione preferito dell'invenzione il dispositivo di dialisi presenta forma e dimensioni idonee all'impianto in un sito anatomico di un essere umano con un accesso esterno tramite orifizio sottocutaneo.

[0025] In un modo di realizzazione preferito dell'invenzione detti mezzi di rigenerazione del liquido di dialisi comprendono a monte della cella elettrolitica un filtro a membrana idrofila per la separazione dell'acqua.

[0026] In un modo di realizzazione preferito dell'invenzione detta cella elettrolitica comprende un modulatore di corrente, un regolatore di pH del liquido di dialisi e un agitatore del liquido di dialisi.

[0027] L'invenzione verrà meglio compresa alla lettura della descrizione che segue di modi di realizzazione preferita illustrati a titolo esemplificativo ma non limitativo, con riferimento ai disegni allegati in cui:

- le fig. 1, 2 e 3 mostrano schematicamente i blocchi sequenziali del dispositivo di dialisi particolarmente adatto per emodialisi;
- la fig. 4 mostra una vista in alzato laterale assialmente sezionata di un modo di realizzazione della cella elettrolitica;
- la fig. 5 mostra un vista in alzato laterale della cella elettrolitica sezionata lungo la linea A-A di fig. 4;
- la fig. 6 mostra in prospettiva un modulo della cella elettrolitica di fig. 4.

[0028] Con riferimento alle figure è mostrato un dispositivo di dialisi comprendente un circuito per un liquido di dialisi configurato per l'interazione con un circuito di sangue da depurare.

[0029] Il dispositivo di dialisi vantaggiosamente comprende mezzi di rigenerazione del liquido di dialisi comprendenti una cella elettrolitica 1.

[0030] La cella elettrolitica 1 presenta al suo interno una o più membrane iono-selettive 2 che delimitano comparti 3, 4, 5, 8 della cella, tra cui un comparto 3 anodico delimitato da un anodo 13 e da una membrana 2, un comparto 8 catodico delimitato da un catodo 15 e da una membrana 2, ed eventualmente uno o più comparti intermedi 4, 5 delimitati da due membrane 2.

[0031] Il comparto anodico 3 presenta una sede 14 per elettrodo preferibilmente in platino, così pure il comparto catodico 8 presenta una sede 16 per elettrodo preferibilmente in platino.

[0032] Gli elettrodi sono collegati ad un generatore di corrente continua 17.

[0033] Il generatore di corrente continua 17 a sua volta è collegato ad un modulatore di corrente 18.

[0034] Il generatore di corrente continua 17 preferibilmente è ricaricabile tramite accoppiamento induttivo ad una sorgente elettrica esterna. Nella cella elettrolitica 1 è altresì previsto un regolatore 19 di pH ed un agitatore (non mostrato).

[0035] Nella configurazione illustrata solo a titolo di esempio sono previste tre membrane iono-selettive 2 che delimitano i comparti intermedi 4, 5 oltre al comparto anodico 3 ed al comparto catodico 8. Dal comparto anodico 3 qualora necessario può essere ricavato un ulteriore comparto posizionando in esso una ulteriore membrana 2.

[0036] Vantaggiosamente la cella elettrolitica 1 è formata da moduli 6, 6', 6'' componibili in serie.

[0037] Nella configurazione illustrata solo a titolo di esempio sono previsti tre moduli 6, 6', 6'': il primo modulo 6 delimita da un lato il comparto anodico 3 e dall'altro lato il primo comparto intermedio 5; il secondo modulo 6' delimita da un lato il primo comparto intermedio 5 e dall'altro il secondo comparto intermedio 4; ed il terzo modulo 6'' delimita da un lato il secondo comparto intermedio 4 e dall'altro il comparto catodico 8.

[0038] Ciascun modulo componibile 6, 6', 6'' comprende un corpo tubolare 9, raccordi 10, 11 di forma coniugata connessi alle due estremità del corpo tubolare 9, ed una membrana 2 iono-selettiva applicata ad una estremità del corpo tubolare 9.

[0039] Il raccordo 11 presenta una guarnizione di tenuta 12 per l'accoppiamento meccanico a tenuta con il raccordo 10 di forma coniugata del modulo 6 adiacente.

[0040] A titolo di esempio i raccordi 10, 11 sono in Poliossimetilene (POM) ed il corpo tubolare 9 è in Polimetilmetacrilato (PMMA) e presenta sezione interna circolare.

[0041] Nella configurazione minima la cella elettrolitica 1 può comprendere solamente un modulo 6, 6' a cui è collegato l'anodo 13 e il catodo 15 ed una sola membrana iono-selettiva 2 di separazione tra un comparto catodico ed un comparto anodico. In una ulteriore configurazione la cella elettrolitica 1 può comprendere un solo modulo 6, 6', 6'' a cui è collegato l'anodo 13 e il catodo 15 e due membrane iono-selettive 2 di separazione che delimitano un comparto intermedio oltre ad un comparto anodico e ad un comparto catodico.

[0042] Quando sono previste due o più membrane iono-selettive 2, almeno due di esse sono selettive a ioni di carica opposta.

[0043] Vantaggiosamente con la cella elettrolitica 1 così strutturata l'eliminazione delle specie non volute per la rigenerazione del liquido di dialisi può avvenire tramite un duplice effetto: sia tramite un processo di elettro deionizzazione in cui le

specie ioniche da eliminare sono fatte migrare e confinate in predeterminati scomparti della cella elettrolitica 1, sia tramite un processo di scarica delle specie al catodo ed all'anodo.

[0044] Naturalmente almeno i compartimenti intermedi 4, 5 e nel caso illustrato anche il comparto anodico 3 sono muniti di una via di ingresso 3a, 4a, 5a, ed una via di uscita 3b, 4b, 5b.

[0045] Il dispositivo di dialisi comprende anche un modulo dializzatore 20 comprendente in cascata un filtro 21 a membrana diffusiva ed un filtro 22 a membrana di ultrafiltrazione e convezione che realizzano 10 scambio tra il sangue ed il liquido di dialisi.

[0046] Il modulo dializzatore 20 internamente è costituito in modo tale da presentare la massima superficie di separazione tra il sangue e il liquido di dialisi, fatti scorrere con verso opposto.

[0047] I quattro fenomeni fisici che avvengono nel modulo dializzatore 20 grazie alla presenza dei filtri 21 e 22 e che permettono l'emodialisi sono la diffusione, l'ultrafiltrazione, la convezione e l'osmosi.

[0048] La diffusione è definita come la migrazione di molecole da una regione in cui risultano più concentrate ad una regione in cui la loro concentrazione è inferiore.

[0049] Per ultrafiltrazione si intende il passaggio del solvente (in questo caso acqua plasmatica) da un lato della membrana all'altro. Il processo avviene grazie ad un gradiente di pressione positivo nel circuito ematico. In questo caso l'acqua non trascina con sé i soluti, che vengono contrastati dalla concentrazione presente nel liquido di dialisi.

[0050] A seconda delle caratteristiche della membrana, nel processo di ultrafiltrazione vengono trasportati anche alcuni tipi di soluti; questo trasporto si chiama convezione.

[0051] La convezione rappresenta un trasporto dei soluti attraverso la membrana per trascinamento da parte del solvente che viene forzato ad attraversare la membrana per effetto di una forza idrostatica. In questo caso specifico l'acqua passa dal circuito ematico a quello del liquido di dialisi grazie ad un gradiente di pressione positivo nel comparto ematico che forza il passaggio di liquido attraverso il filtro.

[0052] L'osmosi consente il passaggio di sola acqua da un circuito a bassa concentrazione ad uno a concentrazione maggiore. La forza motrice in questo caso è la differenza di potenziale chimico fra le soluzioni in ciascun lato della membrana.

[0053] Facciamo riferimento inizialmente al primo diagramma illustrato in fig. 1.

[0054] Il dispositivo di dialisi prevede un ingresso per il sangue 50, che rappresenta il punto di accesso vascolare del sistema. Il sangue 50, attraverso una valvola di non ritorno 24, che impedisce un flusso retrogrado, viene portato ad un emofiltro 25. L'emofiltro 25 a membrana, costituito da migliaia di fibre cave, ha il compito di eliminare dal sangue 50 la componente acquosa che viene convogliata in una camera di raccolta 26. Così facendo è possibile lavorare nelle fasi successive con volumi di sangue più piccoli. Il gradiente di pressione di transmembrana è un elemento decisivo per il flusso dell'acqua. Un aumento di tale gradiente può essere ottenuto aumentando il flusso sanguigno attraverso un incremento del gradiente tra l'entrata e l'uscita del l'emofiltro 25. Si ottiene così un aumento della pressione idrostatica. Inoltre, la diminuzione di pressione nella camera di raccolta 26 aumenta il gradiente di pressione idrostatica e facilita la produzione di ultrafiltrato.

[0055] Durante il processo è però inevitabile l'instaurarsi di un flusso convettivo (migrazione di soluti a medio-alto peso molecolare); per tale motivo è necessario utilizzare una membrana a basso cut-off che impedisce il passaggio di tutte le molecole a basso peso molecolare. Per aumentare la repulsione di tali molecole si utilizza una membrana con carica opportuna. Un fenomeno che si verifica durante il passaggio del circolo ematico all'interno di una membrana filtrante è la formazione di una membrana secondaria che causa la cosiddetta «polarizzazione di concentrazione». Tale membrana è costituita da tutti i soluti con un valore di cut-off inferiore, o non molto superiore, alle dimensioni dei pori della membrana ed è denominata «protein gel layer». La «concentrazione di polarizzazione» e il «protein gel layer» influiscono notevolmente sulle prestazioni della membrana. Per tale motivo l'emofiltro 25 è vibrante così che, creando dei piccoli vortici in ogni singola fibra, aumenta la velocità sulla parete interna della membrana riducendo gli spessori indotti dal «protein gel layer». La vibrazione riduce inoltre il fenomeno dell'adsorbimento. Il vibratore (non mostrato) preferibilmente è del tipo ad ultrasuoni. Se un sensore di concentrazione 27 rileva che la concentrazione dell'acqua assorbita non si trova entro certi valori, quest'ultima viene riportata, tramite una pompa 28, all'emofiltro 25. Prima di raggiungere un blocco di Aferesi 30, al flusso di sangue in uscita dall'emofiltro 25 viene miscelato, attraverso una pompa di eparina 29, un farmaco anticoagulante. Nel blocco di aferesi 30 tramite una serie di tecniche dal sangue vengono rimosse una o più delle componenti del sangue, restituendo al soggetto trattato la quota che non si intende trattenere. La separazione avviene per peso specifico (per densità) sia mediante un sistema di centrifugazione 30a in cui viene accelerato il processo di sedimentazione che permette di separare le cellule tra loro e queste dal plasma, sia mediante un sistema di filtrazione 30b con plasmafiltro, che ha lo scopo di separare il plasma dalla componente corpuscolata del sangue (eritrociti, leucociti, piastrine) grazie ad un sistema di micropori che permette la libera filtrazione di tutti i soluti, compresi quelli ad alto peso molecolare come le globuline. La membrana del plasmafiltro può essere costituita da materiali sintetici quali polietilene, polipropilene e cloruro di polivinile, o materiali semisintetici quali il diacetato di cellulosa. A questo punto la soluzione contenente le cellule del sangue 50 (piastrine, globuli rossi, globuli bianchi) viene fatta fluire verso il circolo sanguigno 32, mentre il plasma 50 prosegue il suo cammino verso ulteriori fasi di filtrazione. La componente cellulare prima di raggiungere l'accesso al circolo sanguigno 32

attraversa in cascata un dispositivo di assorbimento di eparina 31 ed un dispositivo 33 di ripristino del pH. Nel dispositivo di assorbimento di eparina 31 tutta l'eparina assorbita viene riportata nella pompa di eparina 29 per essere poi riutilizzata. Nel dispositivo 33 di ripristino del pH viene misurata la concentrazione, la temperatura e la portata del sangue prima di essere rimesso in circolo. A valori di pH fuori dagli intervalli fisiologici interviene una pompa di Bicarbonato 34 per ripristinarli. Contemporaneamente, il plasma 50 raggiunge un filtro a cascata 35 dove avviene una Plasmaferesi semi-selettiva: si ha un'ulteriore separazione del plasma in due componenti; una prima componente 36 contenente molecole tossiche ad elevato peso molecolare eliminata tramite la vescica, ed una seconda componente contenente molecole utili a peso molecolare più basso che viene depurata nelle fasi successive e infusa al paziente.

[0056] Facciamo riferimento ora al secondo diagramma illustrato in fig. 2.

[0057] Il plasma 50 proveniente dal filtro a cascata 35 giunge nel modulo dializzatore 20 per ricevere l'apporto di sostanze che i reni non sono più in grado di produrre ed eliminare tutto quello che precedentemente non è stato filtrato. Nel filtro diffusivo 21 per effetto della diffusione vengono eliminati tutti i soluti a basso peso molecolare (urea, potassio, fosforo, sodio, creatinina ecc.). Tale filtro diffusivo 21 è costituito da una membrana sintetica, simmetrica, idrofilica adatta a trattamenti senza eparina. E costruita in Eval (etilenvinilalcol) o policarbonato sterilizzabile con raggi gamma e tecniche ETO (cioè tramite l'ossido di etilene). Il filtro diffusivo 21 è a diretto contatto con la camera 37 contenente il liquido di dialisi. Quest'ultima comunica parallelamente con il filtro di ultrafiltrazione e convezione 22, il quale riceve il sangue in uscita dal filtro diffusivo 21 ed ha lo scopo di completare la depurazione del sangue. La membrana di questo filtro 22 è costituita da piccoli pori in grado di privilegiare il fenomeno di osmosi grazie ad una differenza di potenziale chimico, ostacolando la diffusione e favorendo il passaggio di solvente (acqua) dalla sostanza meno concentrata (sangue) a quella più concentrata (dialisato). Si innesca quindi un fenomeno di ultrafiltrazione che è sempre accompagnato da un passaggio di soluti per convezione (l'inulina e la beta-2 microglobulina). A questo punto il sangue ha terminato il suo percorso depurativo, pertanto, si raccoglie in un bacino 38 dopo un appropriato controllo sull'idratazione del sangue, che viene opportunamente compensata, qualora necessario, da una sorgente di acqua 39, e così depurato ritorna al circolo sanguigno 32.

[0058] Facciamo riferimento ora al terzo diagramma illustrato in fig. 3 che mostra la rigenerazione del liquido di dialisi 51 che viene poi alimentato tramite una pompa 52 al modulo dializzatore 20.

[0059] Terminato lo scambio tra sangue 50 e liquido di dialisi 51, quest'ultimo viene convogliato all'interno di un filtro a membrana idrofila 53. Qui avviene l'osmosi inversa, processo in cui si forza il passaggio delle molecole di solvente dalla soluzione più concentrata alla soluzione meno concentrata, ottenuto applicando alla soluzione più concentrata una pressione maggiore della pressione osmotica. Per ridurre l'effetto della pressione osmotica è prevista una pompa 54 di rilascio di sostanze inerti. A questo punto le soluzioni in uscita da questo filtro 53 seguono strade differenti. Il concentrato di scarto del liquido di dialisi 51 va direttamente nella cella elettrolitica 1 e dopo l'elettrolisi depurativa viene convogliato nel bacino di raccolta del liquido di dialisi depurato 59. Nella cella elettrolitica 1 gli ioni sono trasportati attraverso le membrane 2, sotto l'azione di un potenziale elettrico. Le membrane 2 sono catione o anione selettive, ovvero attraversate solo o da ioni positivi o negativi. Le membrane 2 catione-selettive sono polielettroliti con materia caricata negativamente, che rifiutano gli ioni che sono caricati negativamente consentendo il passaggio di quelli positivi. Disponendo più membrane 2 in fila, che permettono il passaggio di ioni caricati positivamente o negativamente sarà possibile eliminare gli ioni dal liquido di dialisi di scarto. Gli ioni si accumulano dunque in colonne differenti. Alcune colonne di ioni 60 vengono convogliate nel bacino di raccolta del liquido di dialisi depurato 59, altre colonne di ioni 61 espulse tramite la vescica 62. Al fine di minimizzare la saturazione delle membrane selettive 2 il modulatore di corrente 18 genera un campo elettrico esterno ad impulsi che garantisce l'inversione periodica del flusso di corrente. L'acqua 55 sottratta al liquido di dialisi 51 viene invece convogliata in un primo bacino di raccolta 56. Qui una volta misurata la sua concentrazione viene, o convogliata in un secondo bacino di raccolta 57 o incanalata verso un ulteriore filtro a membrana idrofila 58, dove, dopo aver subito un'ulteriore filtrazione viene indirizzata nel secondo bacino di raccolta acqua 57. Da qui l'acqua 55 può essere trasportata verso la cella elettrolitica 1 per il lavaggio in controflusso delle membrane 2 che possono essere così rigenerate. L'acqua di lavaggio viene scaricata in vescica. Altra parte dell'acqua 55 viene ricongiunta al liquido di dialisi 51 rigenerato nella cella elettrolitica 1 per riportare a valori standard la concentrazione delle specie in esso presenti.

[0060] Il dispositivo di dialisi nella versione per emodialisi vantaggiosamente è del tutto impiantabile.

[0061] A differenza del precedente, il dispositivo di dialisi nella versione per dialisi peritoneale non necessita un sistema impiantabile in grado di occuparsi della depurazione del sangue. La depurazione avviene infatti attraverso la membrana peritoneale, a patto che all'interno della cavità addominale sia presente un liquido di dialisi in grado di ricreare degli ambienti a differente concentrazione. Risulta dunque sufficiente per questo tipo di dispositivo di dialisi prevedere un collegamento tra il liquido di dialisi presente nella cavità addominale e la cella elettrolitica 1.

[0062] Il dispositivo di dialisi presenta un circuito di lavaggio accessibile dall'esterno. Il liquido di lavaggio può essere eliminato attraverso la vescica o uno scarico apposito.

[0063] Il dispositivo di dialisi presenta inoltre un ingresso per la ricarica del liquido di dialisi che potrebbe esaurirsi nel corso delle varie sedute.

[0064] Infine il dispositivo di dialisi, essendo impiantabile, è munito di modulo radio trasmittente comunicante con l'esterno per il monitoraggio del corretto funzionamento del dispositivo di dialisi stesso.

Rivendicazioni

1. Dispositivo di dialisi comprendente un circuito per un liquido di dialisi configurato per l'interazione con un circuito di sangue da depurare, caratterizzato dal fatto di comprendere mezzi di rigenerazione del liquido di dialisi comprendenti almeno una cella elettrolitica (1).
2. Dispositivo di dialisi secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detta cella elettrolitica (1) presenta al suo interno almeno una membrana (2) iono-se letti va che delimita almeno un comparto anodico (3) ed un comparto catodico (4).
3. Dispositivo di dialisi secondo la rivendicazione 2, caratterizzato dal fatto che detta cella elettrolitica (1) presenta al suo interno una pluralità di membrane (2) iono-selettive che delimitano il comparto anodico (3), il comparto catodico (4) ed almeno un comparto intermedio (5) tra il comparto anodico (3) ed il comparto catodico (4).
4. Dispositivo di dialisi secondo la rivendicazione 3, caratterizzato dal fatto che ciascun comparto (3, 4, 5) presenta una configurazione tubolare.
5. Dispositivo di dialisi secondo una qualunque rivendicazione 3 e 4, caratterizzato dal fatto che detta cella elettrolitica (1) presenta al suo interno almeno due membrane (2) iono-selettive a ioni di carica opposta.
6. Dispositivo di dialisi secondo una qualunque rivendicazione precedente, caratterizzato dal fatto che detta cella elettrolitica comprende moduli componibili (6, 6', 6'').
7. Dispositivo di dialisi secondo la rivendicazione precedente, caratterizzato dal fatto che detta cella elettrolitica (1) comprende uno o più di detti moduli componibili (6, 6', 6'') in cui ciascun modulo (6, 6', 6'') delimita due comparti adiacenti.
8. Dispositivo di dialisi secondo la rivendicazione precedente, caratterizzato dal fatto che ciascun modulo componibile (6, 6', 6'') comprende un corpo tubolare (9), raccordi (10, 11) di fonila coniugata connessi alle due estremità del coipo tubolare (9), e detta membrana (2) iono-selettiva applicata ad una estremità del corpo tubolare (9).
9. Dispositivo di dialisi secondo una qualunque rivendicazione precedente, caratterizzato dal fatto di comprendere un accumulatore (17) di energia elettrica configurato per il collegamento ad un sistema di trasferimento senza fili di energia elettrica.
10. Dispositivo di dialisi secondo una qualunque rivendicazione precedente, caratterizzato dal fatto di presentare forma e dimensioni idonee all'impianto in un sito anatomico di un essere umano con un accesso esterno tramite orifizio sottocutaneo.
11. Dispositivo di dialisi secondo una qualunque rivendicazione precedente, caratterizzato dal fatto di comprendere un modulo di radio trasmissione dati per il monitoraggio del suo funzionamento.
12. Dispositivo di dialisi secondo una qualunque rivendicazione precedente, caratterizzato dal fatto di presentare un circuito di lavaggio.
13. Dispositivo di dialisi secondo una qualunque rivendicazione precedente, caratterizzato dal fatto che detti mezzi di rigenerazione del liquido di dialisi comprendono a monte della cella elettrolitica un filtro a membrana idrofila per la separazione dell'acqua.
14. Dispositivo di dialisi secondo una qualunque rivendicazione precedente, caratterizzato dal fatto che detta cella elettrolitica comprende un modulatore di corrente, un regolatore di pH del liquido di dialisi e un agitatore del liquido di dialisi.
15. Uso di un dispositivo di dialisi secondo la rivendicazione 1 per emodialisi o per dialisi peritoneale.

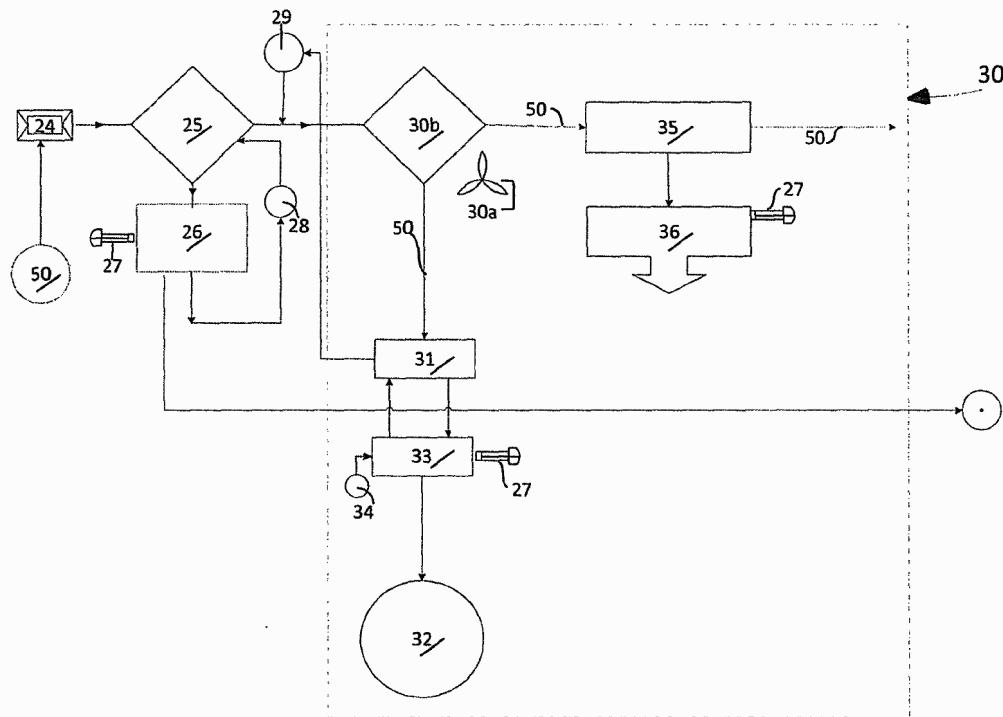


Fig. 1

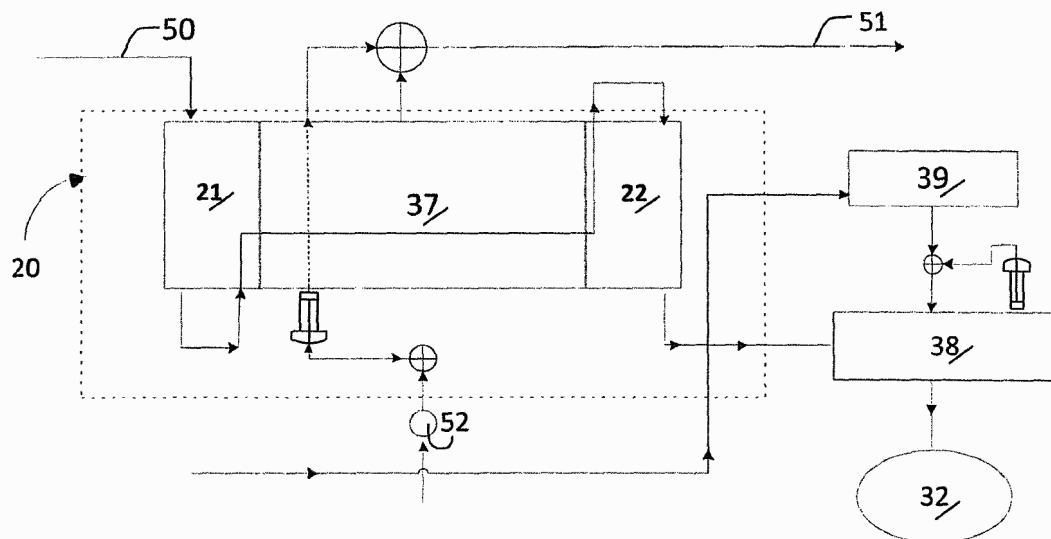


Fig. 2

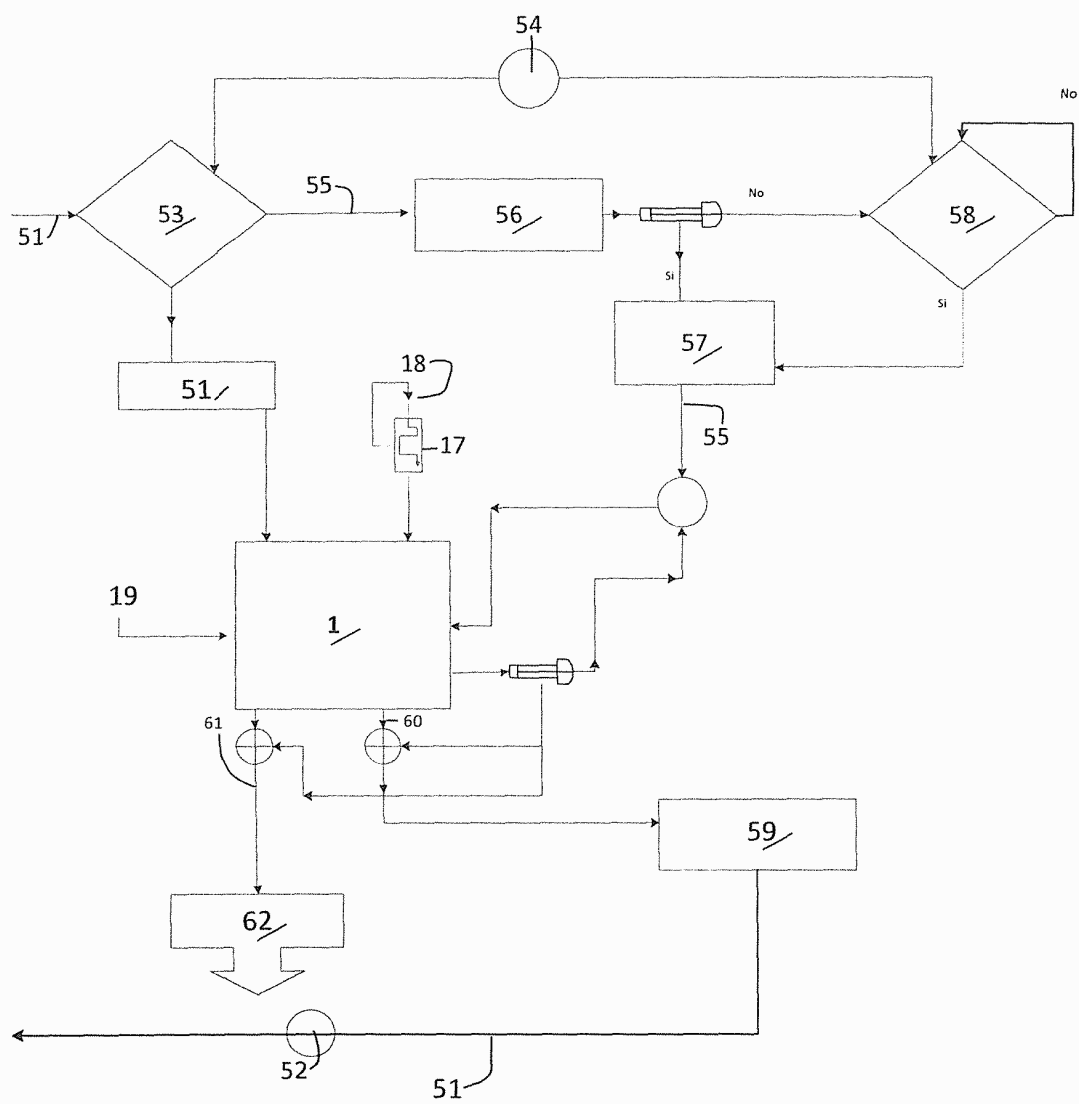


Fig. 3

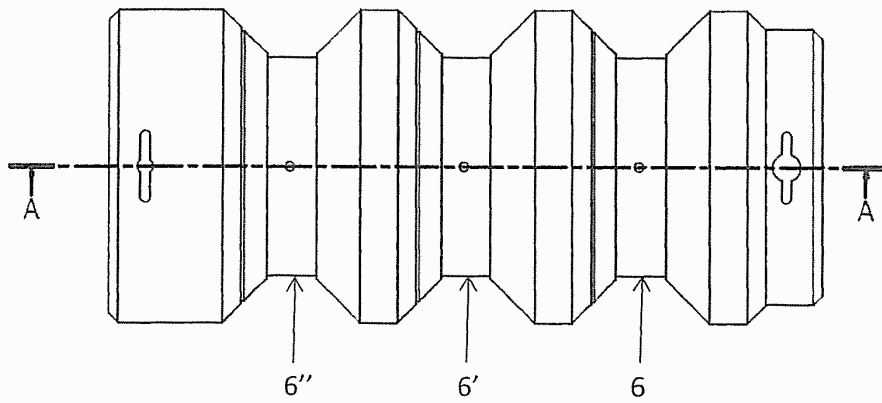


Fig. 4

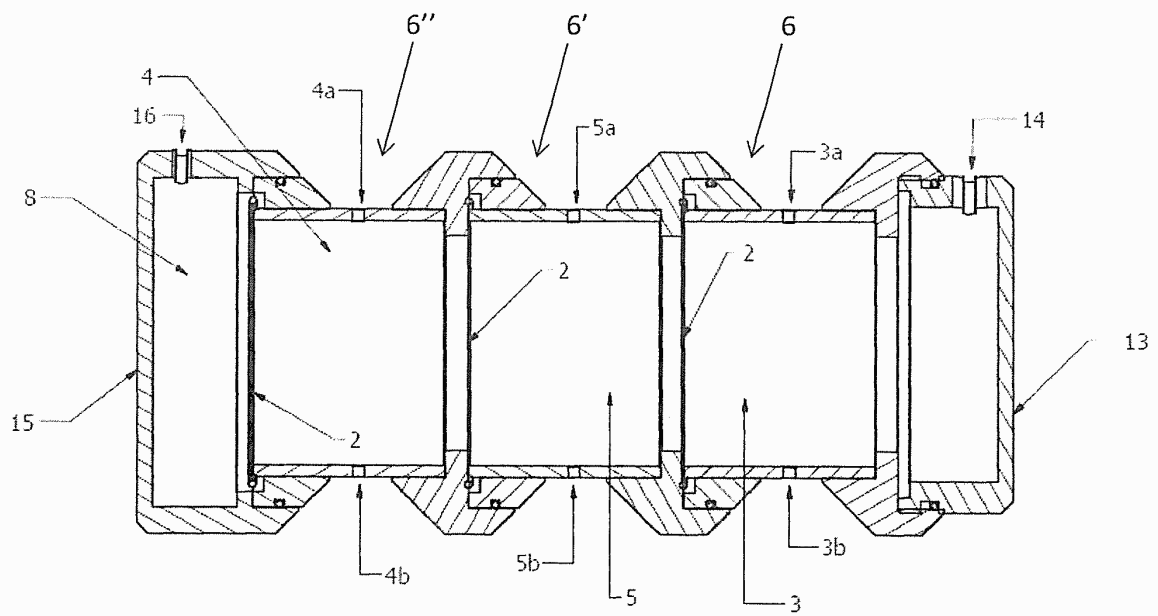


Fig. 5

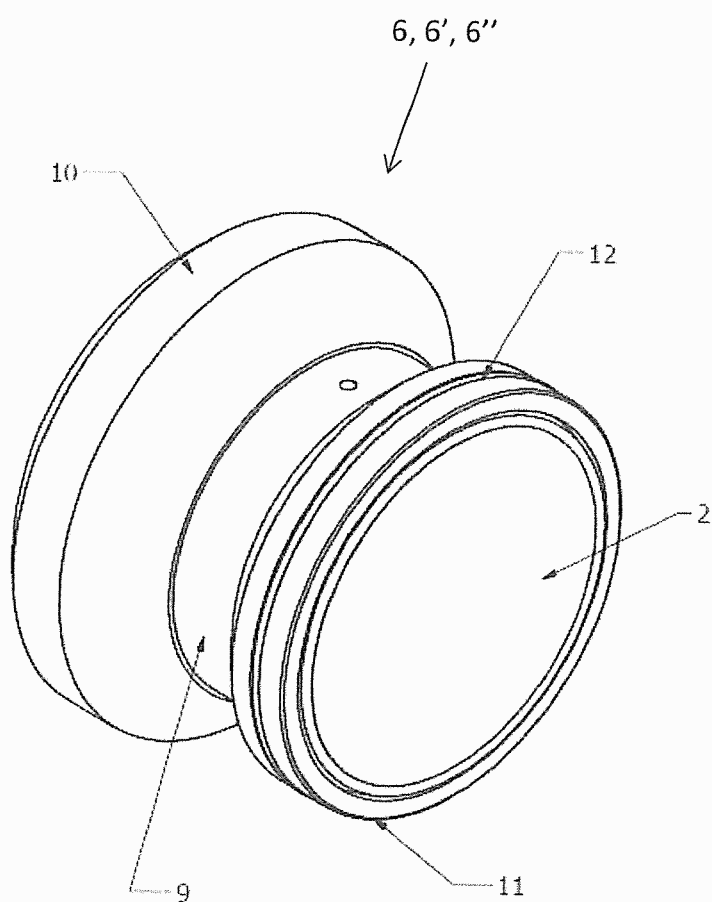


Fig. 6