

La Terapia Sostitutiva Renale Extracorporea o Emodialisi

Claudio Brovida, DMV, PhD

ANUBI[®] Ospedale per Animali da Compagnia

Introduzione

I reni provvedono a mantenere il controllo dell'omeostasi, della pressione arteriosa, all'eliminazione delle tossine che si accumulano nell'organismo, alla produzione di ormoni (es.:eritropoietina) e, in particolari situazioni patofisiologiche, a neoglucogenesi. La loro capacità di compensare i danni che li possono coinvolgere è tale che gli attuali parametri, comunemente a nostra disposizione per valutarne la funzionalità, focalizzano il problema solo quando il danno supera 2/3 (poliuria/polidipsia) o 3/4 (stato uremico) della totalità dei nefroni. La presenza di proteinuria renale primaria persistente costituisce un ulteriore elemento di valutazione precoce di malattia renale.

Le terapie tradizionalmente utilizzate sono rivolte a controllare le conseguenze della malattia, più che i danni renali, i quali possono essere acuti e reversibili (tubulo-interstiziali) o cronici e non reversibili (glomerulari e tubulo-interstiziali).

L'unico approccio terapeutico utile, in caso di grave insufficienza e stato uremico, Acute Kidney Injury, (AKI, IRIS stadio 5) è la terapia sostitutiva renale (TSR), che comprende il trapianto renale e la dialisi. La dialisi può essere intracorporea (peritoneale), o extracorporea (intermittente o continua).

Nel cane e nel gatto, il trapianto renale non viene eseguito in Europa, ma solo in alcuni centri specializzati negli Stati Uniti d'America e proposto soprattutto per i gatti.

La dialisi peritoneale utilizza il peritoneo come membrana semipermeabile di scambio delle molecole uremiche da eliminare. La rimozione delle sostanze tossiche e dell'eccesso di fluidi avviene tramite un catetere specifico, che viene inserito nella cavità addominale caudale, dopo aver asportato, o fissato chirurgicamente, parte dell'omento. La soluzione ipertonica di scambio (dialisato) viene introdotta e rimossa ad intervalli regolari per 24 ore di seguito. Questa procedura presenta una teorica facilità di applicazione, tuttavia richiede un'assistenza prolungata; inoltre presenta potenziali complicazioni quali la concreta difficoltà ad eseguire numerosi trattamenti prolungati e la relativa facilità di insorgenza di complicazioni settiche (peritonite).

Dialisi extracorporea.

In questo tipo di TSR, la macchina sostituisce i reni, provvedendo in particolare all'eliminazione delle tossine uremiche e dei liquidi in eccesso ed offrendo la possibilità, in caso di danno tubulare, di consentire la rigenerazione dei tratti di tubuli renali danneggiati (solo se la membrana basale dei tubuli rimane integra).

Accesso al paziente.

Il collegamento del paziente alla macchina da dialisi viene effettuato tramite un catetere bilume inserito normalmente nella vena giugulare esterna destra; è di grosso diametro, in proporzione alle dimensioni del paziente, per permettere elevati flussi di sangue. Presenta un accesso detto arterioso, in rosso ed uno venoso, in blu, che sboccano a diversi livelli della estremità (Fig. n° 1).

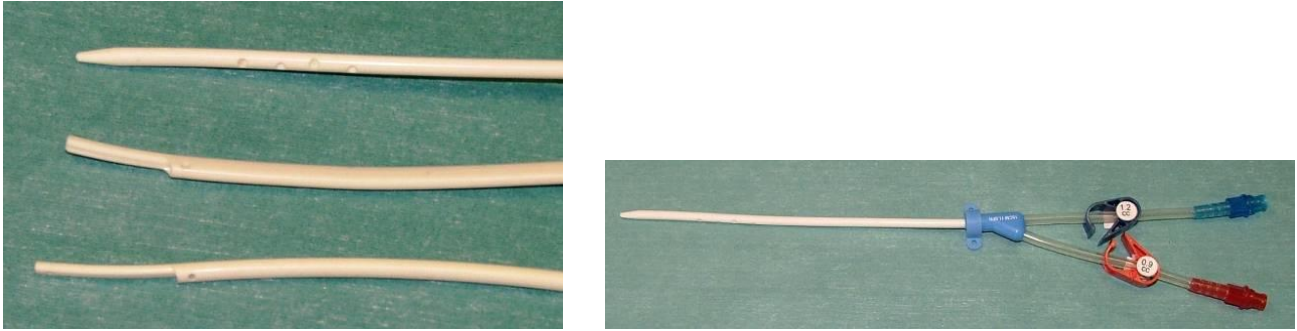


Fig 1. Cateteri bilume da dialisi: a) diversi tipi di estremità; i fori distali dall'apice costituiscono l'accesso venoso (blu). b) catetere temporaneo da dialisi; i numeri sui nollolini, indicano il volume dei due lumi.

Vi sono svariati tipi di cateteri di materiale diverso e diversa consistenza (es.: polietilene, poliuretano, silicone); vengono distinti in temporanei e permanenti, in funzione del tempo in cui rimangono applicati al paziente. I cateteri temporanei vengono utilizzati per un periodo non superiore, in teoria, a due-tre settimane. I cateteri permanenti, invece, si distinguono per il fatto che presentano una cuffia, di materiale sintetico (Dacron), che si appoggia alla parete esterna della vena giugulare, nel punto di inserzione, favorendo l'impianto di fibroblasti, i quali rendono il posizionamento del catetere più stabile e meno probabile il passaggio di germi; il corpo del catetere continua per alcuni centimetri sottocute prima di uscire all'esterno. I cateteri permanenti possono rimanere in sito ed essere utilizzati per mesi.

I cateteri temporanei vengono inseriti per via transcutanea, tramite la tecnica di Seldinger, utilizzando un filo guida. I cateteri permanenti, d'altro canto, necessitano un accesso chirurgico più complesso.

Il posizionamento deve avvenire in assoluta sterilità, seguendo tutte le precauzioni necessarie per la preparazione asettica della cute. Normalmente i cateteri permanenti vengono inseriti in sala chirurgica, mentre i temporanei possono essere applicati, in situazioni di emergenza, anche in altri ambienti, purché preparati adeguatamente. Dopo l'inserimento nella v. giugulare, il catetere viene fissato alla cute con punti di sutura non assorbibile apposti in maniera appropriata.

Un aspetto molto importante per il catetere da dialisi è il corretto posizionamento dell'estremità, che deve raggiungere l'atrio destro (Fig n° 2). Nel caso in cui la posizione non fosse adeguata, o gli accessi venosi ed arteriosi venissero invertiti (a volte necessario per permettere un regolare flusso del sangue) o ancora si formassero dei coaguli all'interno dei fori di flusso, il catetere potrebbe non lavorare appropriatamente provocando un fenomeno definito "ricircolo". Ciò consiste nel riassorbimento di una certa quantità di sangue emesso dall'estremità venosa a causa della turbolenza anomala del flusso, con diminuzione della quantità totale di sangue effettivamente dializzata e, di conseguenza, dell'efficacia della dialisi. Vi sono specifiche metodiche per quantificare il ricircolo.

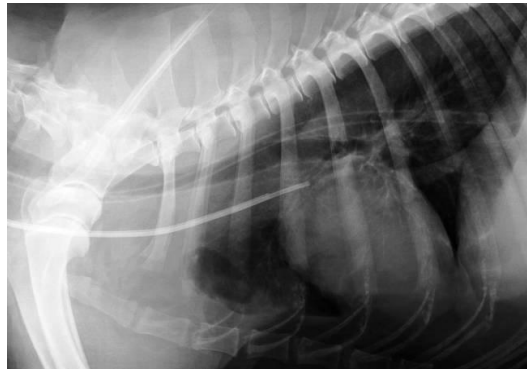


Fig. n° 2. Radiogramma toracico che evidenzia il posizionamento del catetere bilume nella vena cava craniale, con l'estremità che termina nell'atrio destro e, dorsalmente, la sonda alimentare esofagea.

Dializzatore.

Il filtro da dialisi (dializzatore) consiste in un cilindro chiuso, con quattro accessi, contenente un fascio di fibre cave, che fungono da membrana semipermeabile. Queste fibre presentano numerosi fori nella parete che lasciano passare solamente acqua e le tossine uremiche di dimensioni piccole e medie, sempre inferiori al PM dell'albumina (69000 Dalton). Questa funzione dipende anche dalla tipologia del materiale che viene usato: cellulosa (cuprofan), cellulosa modificata (hemofan) o sintetico (polisulfone, polimetilmetacrilato, policarbonato, poliamide, poliacrilonitrile e metallil solfato o AN-69). Il sangue passa all'interno delle fibre cave, dall'alto verso il basso, mentre all'esterno la soluzione dializzante (dialisato) scorre in direzione opposta (controcorrente) favorendo, in questo modo, lo scambio di acqua e molecole tra il sangue ed il dialisato (in condizioni standard il flusso del dialisato è di 500ml/min) (Fig. n°3). Questo scambio avviene in base a due principi fisici fondamentali: convezione e diffusione. La **convezione** è un processo di trasporto simultaneo di soluti ed acqua attraverso una membrana semipermeabile dovuta al gradiente di pressione di trans-membrana; le molecole d'acqua attraversano la membrana semipermeabile (ultrafiltrazione) in funzione di: a) pressione di trans-membrana (TMP); b) coefficiente di permeabilità idraulica della membrana (K_{UF}); c) superficie della membrana. I soluti sono trascinati dall'acqua attraverso la membrana e la oltrepassano in funzione della loro dimensione e di quella dei pori della membrana. Se si applica un gradiente negativo di pressione idrostatica nel compartimento opposto a quello ematico, si provoca un aumento del volume di rimozione d'acqua, che viene definito **ultrafiltrazione**; questo aspetto della terapia è molto utile quando si avvicinano pazienti oligurici od anurici che hanno ricevuto una eccessiva somministrazione di fluidi endovena. La **diffusione** è un processo di trasporto passivo di soluto attraverso una membrana semipermeabile, dovuto al gradiente di concentrazione chimica. Le molecole di soluto, per effetto di movimenti casuali, tendono ad occupare tutto lo spazio a disposizione. La risultante netta di questo movimento casuale è un passaggio da una zona a più elevata concentrazione ad una a minore concentrazione chimica. Le molecole attraversano la membrana in funzione della loro dimensione e di quella dei pori della membrana (NB: in questo processo non c'è trasporto d'acqua). La metodica dialitica che si basa sul principio fisico della convezione viene definita di filtrazione, mentre quella che si basa sulla diffusione è detta propriamente dialisi.

L'efficienza di un dializzatore viene definita con il termine di "clearance", che descrive il trasporto delle molecole da rimuovere attraverso la membrana semipermeabile e rappresenta la quantità di sangue completamente depurata o riequilibrata, rispetto ad un determinato soluto, nell'unità di tempo (1 min.). Maggiore è la superficie del dializzatore, più efficace è la depurazione del sangue; tuttavia le dimensioni del filtro sono strettamente correlate alle dimensioni corporee del paziente ed al volume di riempimento delle linee di collegamento del paziente alla macchina.

Va tenuto presente che durante la dialisi il sangue viene a contatto con diversi materiali: il catetere, le linee, la membrana semipermeabile di filtrazione (dializzatrice) e la soluzione dializzante. La membrana, costituendo la superficie più ampia di contatto col sangue, provoca una serie di stimolazioni immuno-mediate: l'attivazione della cascata del complemento, che a sua volta attiva la cascata della coagulazione; la produzione di kinine, in particolare le bradikinine, che innescano risposte infiammatorie. Anche varie citochine (interleukina-1 β , interleukina 6, TNF α) vengono coinvolte e sia i neutrofili che le piastrine vengono attivate.

Questi meccanismi, se incontrollati, possono indurre a gravi reazioni del paziente: prurito, mal di testa, dolore addominale, orticaria, ed anche morte. Per ridurre o eliminare questi rischi, prima di iniziare la dialisi, le linee ed il filtro vengono lavate abbondantemente con una soluzione fisiologica eparinizzata (il volume del liquido di lavaggio dipende dal tipo di macchina utilizzato) che viene fatta circolare nell'intero circuito tramite la pompa sangue.



Fig n° 3. Filtro da dialisi o dializzatore: il sangue scorre dall'alto verso il basso; la soluzione dializzante, attraverso i tubi bianchi, dal basso verso l'alto (Gambro AK 200S).

Macchina da dialisi per emodialisi o dialisi intermittente (DI)

La macchina da dialisi svolge fondamentalmente due funzioni. Produce il dialisato, che viene ottenuto miscelando soluzioni concentrate acide (contenenti sodio, cloro, glucosio, potassio, calcio, magnesio, a varie concentrazioni, secondo la necessità del paziente) e bicarbonato, conservato in un contenitore separato, diluendole con acqua depurata e filtrata tramite metodi particolari e sistemi specifici prodotti da depuratori dedicati che, lavorando autonomamente, sono in grado di alimentare con acqua pura più macchine da dialisi contemporaneamente.

L'altra funzione è la circolazione extracorporea del sangue, che avviene tramite una pompa rotante in cui passa la linea arteriosa (rossa), che porta il sangue dal paziente alla macchina ed al dializzatore. Dal dializzatore la linea definita venosa (blu) porta il sangue al paziente. All'ingresso ed all'uscita dalla macchina le due linee passano attraverso due elettro-pinze; queste, sulla base di una moltitudine di informazioni elaborate dalla macchina stessa e dipendenti dalle pressioni delle due direzioni di flusso, nonché dalla corretta esecuzione degli scambi, possono interrompere il flusso stesso al fine di evitare perdite di sangue o scorretta esecuzione della dialisi. Normalmente le due linee presentano delle camere di gocciolamento, che servono a monitorare i flussi ed ad intervenire sui

volumi stessi. Sulla linea arteriosa, subito dopo la pompa sangue, una linea dedicata collega la pompa siringa per la somministrazione di eparina, utilizzata normalmente come anticoagulante (Fig. n° 4). La quantità di eparina somministrata dipende dal tempo di coagulazione del paziente, dalla durata del trattamento, dalla velocità del flusso ematico, dalle dimensioni delle linee e dei filtri. Pertanto è necessario controllare la coagulazione del sangue prima e durante la terapia dialitica: i parametri normalmente usati sono il tempo di coagulazione attivata (ACT) od il tempo di tromboplastina parziale (APTT). Se non si rispettano rigorosi criteri si ottengono due risultati opposti, ma altrettanto gravi: 1) la coagulazione del sangue nel circuito con la conseguente necessità di sospendere il trattamento e rischiare di perdere il volume di sangue extracorporeo, oppure 2) gravi emorragie diffuse nel paziente, soprattutto nel punto di inserimento del catetere bilume nella vena giugulare esterna destra.

Un altro sistema utilizzabile per controllare la coagulazione del sangue è la somministrazione, tramite un'apposita pompa, di sodio citrato al 3,2% sulla linea arteriosa all'uscita del sangue dal paziente. Il citrato si lega al calcio, impedendo così l'attivazione della coagulazione per tutto il tratto di circuito extracorporeo. Poi, prima che il sangue ritorni al paziente, un'altra pompa provvede a somministrare la corretta quantità di calcio per evitare l'ipocalcemia e riequilibra così l'elettrolita nel sangue. Poiché la soluzione di citrato è molto diluita, con questa metodica si somministrano liquidi in eccesso nel circuito; questi devono essere riassorbiti correttamente tramite ultrafiltrazione. Alcune macchine da dialisi sono equipaggiate con questi sofisticati sistemi di infusione.



Fig n° 4. Macchina da emodialisi intermittente: si evidenziano le linee, che passano attraverso le elettropinze, la pompa sangue, sotto la quale si vede la pompa-siringa per la somministrazione continua di eparina, il gocciolatore della linea venosa, che riporta il sangue al paziente, ed i due trasduttori di pressione per la linea arteriosa e venosa.(Gambro AK 200S).

Circuito extracorporeo

Come già accennato il paziente viene collegato alla macchina tramite linee dedicate di varie dimensioni che passano attraverso punti obbligati, le elettropinze, la pompa sangue, ed i gocciolatori e si collegano infine al dializzatore o filtro. Il materiale con cui vengono prodotte è biologicamente tollerato e non trombogénico. Particolare attenzione viene posta nel controllare, tramite tubi derivati e connessi a specifici manometri della macchina, le pressioni all'interno del circuito ed eventuali perdite di sangue od ingresso di aria. Qualunque anomalia si manifesti sul programma impostato, la macchina provvede a

bloccare immediatamente il flusso nelle linee innescando allarmi che sono associati a specifiche informazioni che compaiono sul monitor e display della macchina.

Sono a disposizione normalmente tre tipologie di linee, dedicate ad ogni tipo di macchina: per adulti, pediatriche e neonatali (le definizioni sono relative all'uomo in quanto non sono disponibili materiali per uso veterinario). Il volume di priming, o riempimento, può variare da centinaia a pochi ml di sangue. Le linee neonatali che usiamo contengono, per esempio, appena 33ml di sangue (Gambro AK 200S).

Dialisato.

Il bagno di dialisi, o dialisato, è la soluzione che permette lo scambio, nel dializzatore, fra l'interno e l'esterno della membrana semipermeabile che costituisce i capillari dei filtri. Come già accennato la macchina provvede ad attingere da soluzioni concentrate, a pH acido, costituite da glucosio ed elettroliti a varia concentrazione (per esempio: in un paziente con elevato potassio ematico si utilizzeranno concentrati che non contengono potassio) e da un contenitore di bicarbonato di sodio in polvere. Questi due concentrati se venissero in contatto diretto precipiterebbero formando sali, pertanto la macchina provvede a diluire nella maniera opportuna queste soluzioni utilizzando acqua purificata tramite uno specifico sistema di trattamento, che avviene in tre fasi.

L'acqua passa attraverso un primo filtro a resine poi in un grosso contenitore, detto addolcitore. Qui l'acqua, che contiene sali di calcio, viene trattata in un serbatoio con resine a scambio ionico: i sali di calcio presenti vengono scambiati all'interno di queste resine con sali ad alta solubilità, in modo che l'acqua diventi "dolce". Queste resine vengono rigenerate da una salamoia (soluzione di cloruro di sodio) che le riattiva, separando i residui di calcio, i quali vengono eliminati attraverso uno scarico. Successivamente l'acqua passa in un filtro a base di carbone che adsorbe le sostanze organiche. L'osmosi inversa costituisce lo stadio finale per produrre acqua pura tramite il passaggio forzato attraverso una membrana che trattiene e permette l'eliminazione delle ultime impurità; ne risulta un'acqua non ionizzata che permette di diluire le due soluzioni di concentrati per ottenere corretti valori elettrolitici del dialisato che consentono di equilibrare gli ioni del sangue del paziente uremico, in eccesso (per es. il potassio) o in difetto (per es. il calcio). Se si pensa che il flusso del dialisato (e quindi dell'acqua) nel filtro, all'esterno delle fibre cave, è normalmente di 500ml al minuto, in una dialisi di 5 ore sono utilizzati 150 litri di acqua che vengono in contatto con il sangue. Pertanto impurità o presenza di batteri sarebbero estremamente pericolosi. Il sistema di depurazione dell' acqua viene normalmente disinfettato, due volte al mese, tramite una specifica procedura che utilizza acido peracetico.(fig N°5).



Fig n° 5. Sistema di depurazione dell'acqua; sopra: filtri ed addolcitore; sotto: osmosi inversa.

Macchine da dialisi continua o “Continuous Renal Replacement Therapy (CRRT)

Sono basate su principi di scambio diversi rispetto alla dialisi intermittente. La macchina non è collegata ad un sistema di depurazione dell’acqua, ma utilizza delle sacche pronte in cui il dialisato è già preparato e diluito correttamente. Nella Prisma(Hospal), la macchina da noi utilizzata, il dializzatore e le linee di connessione al paziente sono montate su un set speciale preconfezionato, che viene “caricato” sulla macchina. In questo modo le varie linee vengono automaticamente connesse a quattro pompe, ciascuna delle quali ha una funzione diversa. Le linee sono definite da un codice colore. Rosso, linea ematica arteriosa che preleva il sangue dal paziente. Blu, linea ematica venosa che restituisce il sangue al paziente. Porpora, linea che trasporta la soluzione di reinfusione. Verde, linea che trasporta il dialisato o soluzione di dialisi. Giallo, linea effluente che trasporta tutti i fluidi di scarico del filtro.

Vi sono tre sacche appese alla macchina, una per il dialisato, una per la reinfusione ed una per l’effluente; pertanto la macchina non è vincolata a sistemi di trattamento acqua e può essere spostata. Ciò risulta molto utile nelle situazioni di emergenza quando per qualche motivo il paziente deve essere sottoposto ad altre terapie rianimative (es.: ventilazione meccanica). Sono macchine studiate con una specifica “filosofia”: permettono infatti una depurazione del sangue molto lenta che offre un’azione emodinamica più stabile e maggiore scambio intercompartimentale. Il tempo di clearance è molto più prolungato, tant’è che il livello di depurazione del sangue che si ottiene in 5-6 ore di dialisi intermittente, con la CRRT si ottiene in tempi molto più prolungati e sono previsti trattamenti continui fino a 72 ore. Questo approccio si basa sul concetto che il catetere da dialisi lavora nel compartimento vascolare, ma le tossine uremiche sono diffuse in tutto l’organismo, nello spazio intracellulare ed interstiziale.

I collegamenti fra questi tre compartimenti determinano un meccanismo definito “refilling”, cioè un passaggio delle molecole tossiche verso il comparto vascolare che è stato già depurato. Eseguendo trattamenti lenti e continui, il tasso di rimozione di acqua e soluti dal sangue non supera mai il tasso di refilling. (fig. N° 6). Questo approccio permetterebbe la gestione di pazienti molto uremici, ipovolemici ed anche di basso peso corporeo con una maggiore “sicurezza” rispetto alla DI.

E’ necessaria molta esperienza per stabilire quale delle metodiche è da preferirsi, considerato che i pazienti che noi curiamo spesso necessitano di rapida rimozione delle tossine e spesso di un notevole sovraccarico di fluidi. Inoltre tecniche particolari, permettono di effettuare terapia prolungate e poco invasive anche nella dialisi intermittente.



Fig. n° 6. Macchina per dialisi continua (CRRT), mod. Prisma (Hospal). Al centro si notano il filtro e le varie linee che passano attraverso quattro pompe. Appese alla macchina, a destra la sacca del dialisato ed al centro la sacca di effluente.

Altri usi della macchina da dialisi.

Un certo numero di tossine o molecole (antibiotici, farmaci antiinfiammatori, anticonvulsivi, antineoplastici) possono essere rimossi tramite una tecnica definita emoperfusione. Prima del filtro da dialisi, od in sua sostituzione, il sangue passa attraverso una speciale cartuccia contenente carbone attivo, contenuto in apposite microsferiche che vengono a contatto con il sangue. Purtroppo il volume minimo di riempimento di queste cartucce è di 150 ml, per cui l'uso è limitato a cani di taglia medio-grande.

L'ultrafiltrazione isolata (convezione) può essere utilizzata per rimuovere fluidi dal corpo in casi di insufficienza cardiaca congestizia resistente alle terapie diuretiche.

Utilizzando filtri speciali si possono anche eliminare immunoglobuline dal sangue come nel caso di mieloma multiplo. Questa tecnica viene definita plasmaferesi e permette di filtrare o rimuovere il plasma rispettando la parte corpuscolata del sangue. In caso di rimozione, il plasma viene sostituito da plasma fresco diluito con soluzioni di plasmaexpanders.

Prescrizione della dialisi e gestione del paziente

Dopo questa breve descrizione, credo sia importante soffermarsi per riflettere sulla domanda: che pazienti possiamo trattare con la DI o con la CRRT in medicina veterinaria?

Attualmente i pazienti più appropriati per la dialisi sono quelli affetti da danno renale acuto o AKI (Acute Kidney Injury), come ad esempio:

- infezione da leptospirosi,
- insulti renali acuti conseguenti ad episodi tossici (es.: glicole etilenico se si interviene entro 8 ore dall'ingestione. Intossicazione da uva),
- complicanze acute di patologie renali croniche come certi casi di pielonefrite,
- avvelenamenti da farmaci (es.: sovradosaggio di aminoglicosidi),

- casi di shock ipovolemici che perdurano oltre il tempo limite compensabile con le normali terapie tradizionali,
- casi di oliguria od anuria da cause varie (es: morso di vipera),
- avvelenamento da foglie o fiori di giglio nei gatti,
- ostruzione ureterale da calcoli ed idronefrosi, in preparazione di eventuale chirurgia.

Normalmente la terapia sostitutiva renale, va prescritta - se possibile o disponibile - non appena le terapie tradizionali non ottengono risultati ed il quadro uremico continua a peggiorare e subentra oliguria e/o anuria.

Più precoce è l'approccio adeguato e maggiori possibilità di successo sono possibili, con notevole riduzione del numero di dialisi e quindi dei costi. Nel caso specifico di AKI conseguente a leptospirosi, possono essere sufficienti 3-4 trattamenti in 3-5 gg. per superare la fase oligurica/anurica. I proprietari di cani o gatti a cui viene proposto questo tipo di terapia devono essere opportunamente informati su questi aspetti.

La dialisi, in quanto terapia, deve essere prescritta e dosata in modo opportuno.

E' molto importante stabilire i termini emodinamici in cui agire, in modo da adattare l'uso e la scelta della macchina in funzione del tipo di paziente. Animali di piccole dimensioni, come cani con peso < a 7 Kg ed i gatti, vanno gestiti con molta attenzione, soprattutto nelle fasi iniziali. Se la rimozione delle tossine avviene troppo rapidamente si corre il rischio di danni neurologici causati da edema cerebrale (disequilibrio da dialisi). La CRRT può essere una buona soluzione perché il sistema, come spiegato sopra, è specificamente progettato per indurre una terapia morbida e non aggressiva, tuttavia anche con la DI si possono eseguire trattamenti prolungati, 6-8 ore, prendendo una serie di precauzioni nell'utilizzo della macchina.

Il paziente va monitorato attentamente, controllando il peso prima e dopo il trattamento (soprattutto all'inizio i pazienti possono essere iperidratati e necessitano di rimozione di fluidi). I parametri ematologici più importanti da tenere sotto controllo sono la coagulazione, l'ematocrito, le proteine totali, l'urea, la creatinina, il sodio, il potassio ed il fosforo.

La gestione corretta della coagulazione è uno degli aspetti chiave per ottenere un trattamento adeguato. Il sangue, circolando al di fuori del corpo, ed a contatto con i materiali che costituiscono il filtro, tende a coagulare ed a otturare i capillari del filtro stesso. Anche la velocità di flusso del sangue influenza questo aspetto: più basso è il flusso maggiore è il rischio di coagulazione. Specifici protocolli di somministrazione di eparina attraverso la pompa siringa della macchina permettono di gestire questo aspetto, che si valuta controllando i valori di ACT o APTT.

La durata del trattamento dialitico viene calcolato a priori, sulla base di numerose variabili che tengono conto del peso del paziente, della velocità di flusso del sangue (Q_b), della superficie e del tipo di membrana del filtro (coefficiente di membrana), se si utilizza la convezione o la diffusione od entrambe (CCRT), e del flusso del dialisato (Q_d).

Vi sono vari modi per quantificare l'adeguatezza del trattamento dialitico, cioè capire se la rimozione delle tossine durante un trattamento corrisponde alle valutazioni impostate. Il metodo più semplice consiste nel valutare il rapporto di riduzione dell'urea (RRU), con la seguente formula:

$$RRU = (BUN\ pre - BUN\ post) / BUN\ pre$$

Se ad esempio il rapporto è più basso di quanto predisposto o calcolato, le cause possono essere adducibili a presenza di coaguli nel filtro o a ricircolo di sangue a livello dell'estremità del catetere, quindi si ha una dialisi non efficiente come previsto.

Prima, durante e dopo il trattamento dialitico vengono eseguiti esami del sangue per controllare la coagulazione, l'ematocrito, l'urea e la creatinina. Tutto ciò comporta un consumo di sangue che può diventare significativo in pazienti di piccola taglia.

I pazienti dializzati sono predisposti all'anemia a causa delle perdite ed a diminuita produzione di eritropoietina da parte di specifici fibroblasti localizzati nella corticale renale ed, in minima parte, nel fegato. In pazienti molto anemici e soprattutto di piccola taglia, il circuito extracorporeo, durante il trattamento, rimuove quantità di sangue che possono arrivare al 30% del volume totale (ad esempio in un paziente di peso < 2,5kg) con rischi di gravi squilibri emodinamici. In caso di necessità acuta si provvede a trasfusione di sangue (una unità di dialisi non può esistere senza la disponibilità di una banca del sangue). Se non vi è urgenza, si stimola la produzione di globuli rossi, da parte del midollo osseo, tramite somministrazione di eritropoietina. In particolare, al fine di ridurre la produzione di anticorpi anti-epo si usa la darbepoetina, che è un farmaco a lento rilascio di eritropoietina, da somministrare ogni 7-10gg, secondo necessità, e che riduce notevolmente il rischio di produzione di anticorpi specifici. Obiettivo ideale di questa terapia è mantenere il valore ematocrito a circa il 35%.

Un aspetto particolare della gestione del paziente in dialisi è correlato all'alimentazione. Uno dei sintomi più comuni dell'uremia è l'anoressia ed il vomito conseguente agli effetti della patologia sul sistema gastroenterico. Normalmente, nei pazienti in dialisi, quando si inserisce il catetere nella vena giugulare esterna destra, si provvede anche ad inserire una sonda alimentare esofagea, sul lato sinistro del collo, che viene tenuta in posizione per tutta la durata della TSR. L'utilità della sonda non si limita alla somministrazione di cibo o liquidi, ma è anche l'accesso ideale per la somministrazione di farmaci per tutta la durata del trattamento, soprattutto di quei farmaci che presentano solamente formulazione per somministrazione orale.