

## **CAPITOLO QUINTO**

### ***PRINCIPI TEORICI DEL TRATTAMENTO DIALITICO***

#### ***5.1 PRINCIPI CHIMICO-FISICI. CHE COSA SIGNIFICA DIALISI***

La dialisi consiste in un processo fisico atto a separare particelle in soluzione attraverso l'utilizzazione di una membrana semipermeabile.

Più semplicemente si può dire che una soluzione contaminata (il sangue

carico di "sostanze tossiche" dell'uremico) viene depurata da una "soluzione di lavaggio" (il dializzato) da cui separata tramite una membrana semipermeabile.

Il termine dializzato usato per indicare la "soluzione di lavaggio" non corretto; il dializzato vero e proprio, infatti, è costituito dalla soluzione contenente le sostanze normalmente escrete con le urine che mediante le dialisi vengono estratte dal sangue ed allontanate. Tuttavia, è usuale nel linguaggio comune usare il termine dializzato e bagno di dialisi come sinonimi.

La membrana utilizzata per la dialisi è permeabile solo a determinate sostanze; essa si comporta come un filtro, i cui pori hanno dimensioni molecolari.

Il trasporto delle sostanze attraverso la membrana dipende: dalla differenza di concentrazione delle sostanze ai due lati della membrana semipermeabile e cioè tra il "lato pulito" (lato dell'acqua) e il "lato sporco" (lato del sangue), dalla pressione idrostatica del liquido da filtrare, dalla pressione osmotica delle sostanze in soluzione.

*Che cosa s'intende per diffusione?*

I metaboliti accumulati dal "lato sporco" della membrana (tra l'altro, sostanze tossiche che vengono escrete con l'urina) hanno la capacità di spostarsi dal lato in cui sono più concentrati a quello in cui la loro

concentrazione inferiore. Questo fenomeno è chiamato diffusione. Ad esso possono prendere parte solo le molecole il cui diametro è più piccolo dei pori della membrana. Il processo di penetrazione attraverso la membrana si chiama permeazione.

*Che cosa s'intende per ultrafiltrazione? Che cosa s'intende per convezione?*

Diffusione e permeazione riguardano solo il trasporto di sostanze in soluzione. Il termine "ultrafiltrazione" descrive il passaggio o trasporto del solvente da un lato della membrana all'altro.

Per l'ultrafiltrazione è necessaria una differenza di pressione (idrostatica). Secondo le caratteristiche della membrana, nel processo d'ultrafiltrazione vengono trasportati anche alcuni tipi di soluti; questo trasporto di sostanze si chiama convezione. Il trasporto convettivo aumenta notevolmente la clearance di determinate sostanze, la cui diffusione attraverso la membrana è limitata.

*Che cosa s'intende per osmosi?*

L'osmosi è una diffusione (attraverso la membrana semipermeabile) "ostacolata": se i pori della membrana sono abbastanza piccoli da trattenere le sostanze in soluzione e permettere solo il passaggio del solvente si verifica la formazione di una "differenza di pressione osmotica" che causa, a sua volta, la diffusione del solvente

(generalmente acqua) dalla soluzione meno concentrata a quella più concentrata. In questo caso la "forza che spinge" la pressione osmotica.

### **5.1.1 Il procedimento della dialisi**

I processi in precedenza descritti:

- Diffusione.
- Ultrafiltrazione.
- Convezione di soluti.
- Diffusione dell'acqua, secondo un gradiente osmotico.

Hanno luogo anche nel dializzatore e sono, entro certi limiti, modificabili.

Le sostanze che possono attraversare la membrana semipermeabile si spostano secondo un gradiente di concentrazione, dal lato del sangue al lato dell'acqua o viceversa, fino a quando si stabilisce un equilibrio di concentrazione tra le due soluzioni.

Variando la composizione del dializzato è possibile non solo evitare eccessive perdite di elettroliti, ma anche allontanare sostanze il cui accumulo risulterebbe pericoloso, quali, ad esempio il potassio (la concentrazione del potassio dal lato del sangue 6 mmol/l, dal lato della dialisi 2 mmol/l).

Da quanto si è detto finora è chiaro che attraverso la dialisi non

possibile una disintossicazione selettiva" dell'organismo uremico; purtroppo, l'organismo "perde" anche sostanze quali ormoni e vitamine, che non dovrebbero essere eliminate.

La sottrazione di liquido dal sangue viene ottenuta applicando una pressione positiva sul lato del sangue e una pressione negativa sul lato dell'acqua.

Nella maggior parte dei dializzatori, quando vengono collegati al paziente, si verifica un'ultrafiltrazione obbligatoria come conseguenza dell'instaurarsi di una pressione positiva sul lato del sangue, originata dalla resistenza al flusso offerta dal dializzatore, dalla viscosità del sangue e dalla pressione artero-venosa del paziente.

All'ultrafiltrazione si oppone l'azione esercitata dalla pressione oncotica delle proteine plasmatiche (la cui concentrazione aumenta man mano che viene sottratta l'acqua dal plasma) che tende a trattenere l'acqua dal lato del sangue.

## ***5.2 MEMBRANE DI DIALISI, DIALIZZATORI***

Nell'emodialisi entrano in azione quasi esclusivamente i pori delle membrane, che corrispondono, nel senso comune del termine, ad un filtro. La membrana è una massa spugnosa con pori di varia grandezza, e

la sua permeabilità dipende dai seguenti fattori:

- Dimensione e forma molecolare delle sostanze che la attraversano.
- Dimensione e forma dei pori.
- Numero dei pori.

La permeabilità è inversamente proporzionale allo spessore della membrana, ma può essere influenzata anche dalle deformazioni meccaniche di quest'ultima. Inoltre, nel corso della dialisi (soprattutto con la tecnica dell'emofiltrazione) si verifica la formazione di uno strato di proteine dal lato del sangue della membrana, il quale ne riduce la permeabilità, cosicché nel corso del trattamento la clearance del dializzatore diminuisce anche a causa di questa ridotta permeabilità.

I materiali più utilizzati per la fabbricazione delle membrane sono:

- Cuprophan.
- Acetato di cellulosa,
- Poliacrilonitrile,
- Polisulfato e altri.

Le membrane possono essere disposte simmetricamente o asimmetricamente; le prime vengono usate prevalentemente per l'emodialisi; mentre le seconde, composte da una pellicola molto sottile (la quale essenzialmente determina i dati di rendimento del dializzatore) e da una grossa infrastruttura portante, possiedono una

grande stabilità e vengono usate prevalentemente per l'emofiltrazione.

### **5.2.1 Struttura e funzionamento dei dializzatori**

Attualmente sono impiegati solo filtri a piastre e, soprattutto, filtri capillari a fibre cave. Parti fondamentali della struttura del dializzatore sono la membrana e gli elementi di sostegno.

I dializzatori sono propriamente prodotti sintetici monouso; purtroppo, motivi economici costringono talora alla loro riutilizzazione. Come materiali di costruzione per la struttura portante dei filtri capillari, fibre cave (rivestimento, coperchio, guarnizioni e calotte sterili) vengono impiegati diversi materiali sintetici e silicone; le guarnizioni sono di poliuretano.

Anche i filtri a piastre sono costituiti da diversi materiali sintetici. Le piastre scanalate contengono i canali nei quali passa il dializzato e contemporaneamente servono come elementi d'appoggio per le lamine della membrana, tra le quali scorre il sangue.

### **5.2.2 Caratteristiche ottimali dei dializzatori**

- Grandi superfici di scambio, dimensioni ridotte.
- Membrana con buoni dati di clearance.
- Ottimale geometria di flusso per sangue e dializzato: pieno

sfruttamento delle superfici di scambio, volume ematico residuo limitato.

- Piena biocompatibilità dei materiali e dei disinfettanti.
- Costi di produzione minimi.
- Buona maneggevolezza.

### **5.2.3 Flusso del sangue e del dializzato**

Il processo di scambio che si verifica nel dializzatore dipende principalmente dal gradiente di concentrazione delle sostanze presenti ai due lati della membrana.

La distanza tra i soluti da scambiare deve essere breve; inoltre, lo scambio dipende dalla viscosità del sangue (si presti sempre molta attenzione quindi ai valori dell'emoglobina e dell'ematocrito), dallo spessore dello strato di sangue che fluisce, dalla lunghezza del percorso e dalla direzione del flusso nel dializzatore. Attualmente il trattamento emodialitico più diffuso è quello detto a "single pass", caratterizzato dal fatto che il flusso del dializzato avviene in controcorrente rispetto alla direzione del flusso ematico. In tal modo è possibile soddisfare al meglio, in ogni punto del dializzatore, la richiesta del massimo gradiente di concentrazione possibile tra sangue e dializzato, necessario per favorire la depurazione del sangue.

La velocità del flusso sanguigno generalmente compresa tra 200 e 300

ml/min; la velocità di flusso del dializzato deve essere maggiore di circa 2-3 volte. Di solito i reni artificiali stabiliscono un flusso di 500 ml/min.

In una dialisi di 5 ore vengono filtrati circa 75 l di sangue e circa 150 l di dializzato; si può dunque calcolare che il volume del sangue del paziente, durante un trattamento emodialitico, attraversa circa 15 volte il dializzatore. Il sangue del paziente viene a contatto con 23.000 l di dializzato l'anno.

L'efficacia della terapia sostitutiva della funzione renale, se paragonata a quella svolta dai reni sani, appare decisamente insoddisfacente.

Il rene biologicamente indenne lavora continuamente, mentre la purificazione extracorporea del sangue avviene in maniera intermittente. Ciò significa che lo stato d'intossicazione cronica dei pazienti in emodialisi peggiora nell'intervallo tra le sedute dialitiche e che la concentrazione di sostanze tossiche nell'organismo del paziente aumenta fortemente. Nella dialisi peritoneale ambulatoriale continua (CAPD) quest'ultimo effetto è meno spiccato.

Con l'inizio della dialisi la concentrazione di sostanze tossiche diminuisce ed il sangue funge da veicolo per tali sostanze. L'apporto supplementare di sostanze tossiche, dall'ambiente intracellulare al sangue, si verifica in maniera ritardata. Questa "dialisi interna", che avviene con ritardo, spiega anche perché il sangue del paziente deve

attraversare più volte il dializzatore; essa non è esattamente misurabile, né esattamente descrivibile, ma in ogni caso va sempre tenuto presente che la valutazione del controllo dell'uremia non può prescindere dai processi che si svolgono nell'organismo.

Allo stato di conoscenza attuale si può dire che la necessaria durata della dialisi (minimo 12 ore a settimana), un'adeguata frequenza delle sedute dialitiche (minime tre volte a settimana), ed il trattamento dei fenomeni concomitanti e delle conseguenze dell'insufficienza renale, unite all'autodisciplina del paziente, conducono ad ottimi e duraturi risultati.

Dalle suddette riflessioni scaturisce la domanda centrale:

**"Quale deve essere la frequenza e la durata della dialisi?"**

Gli studi americani del N.C.D.S. (National Cooperative Dialysis Study) hanno permesso l'acquisizione di importanti conoscenze sull'argomento. Può essere dimostrato che la concentrazione sierica dell'urea, un valore facilmente determinabile, può essere utilizzata come misura diretta per l'ottimizzazione individuale della terapia dialitica. Lo studio N.C.D.S. ha dimostrato chiaramente che una durata e/o una frequenza ridotte della dialisi (sottodialisi) aveva come conseguenza una più elevata percentuale di complicanze mediche.

***5.3 DEPURAZIONE DELL'ACQUA***

Durante l'emodialisi il sangue da depurare è circondato dal bagno di dialisi (da cui è separato da una membrana semipermeabile molto sottile); in questo modo il sangue del paziente viene a stretto contatto con circa 20.000 litri d'acqua all'anno. A causa di ciò e degli esposti fenomeni fisici che si realizzano nel corso della dialisi, deriva la necessità di una massima accuratezza nella depurazione dell'acqua impiegata nella preparazione del dializzato.

La depurazione dell'acqua della dialisi viene effettuata oggi tramite gli impianti di osmosi inversa: l'acqua grezza (acqua potabile) condotta all'unità di osmosi inversa, viene pretrattata attraverso filtri e impianti per l'addolcimento. Scopo della depurazione dell'acqua è l'eliminazione più completa possibile di tutte le sostanze contenute nell'acqua, indipendentemente dalla loro quantità o tossicità.

La produzione del dializzato (soluzione di lavaggio), avviene dopo avere mescolato 34 parti di acqua potabile purificata con una parte del concentrato elettroliti e glucosio.

Per la depurazione dell'acqua si combinano diverse tecniche.

### **5.3.1 Impiego di filtri**

Sono impiegati filtri assorbenti (filtri a carbone attivo) e filtri per la microfiltrazione. Con i filtri assorbenti a carbone attivo si possono eliminare sostanze non ionizzate a basso peso molecolare ma non

microrganismi, ioni, particelle.

I filtri a carbone attivo oltre ad essere costosi presentano lo svantaggio di una possibile crescita batterica, ed infine non hanno un punto di saturazione esattamente definibile.

I filtri per la microfiltrazione eliminano particelle insolte di diametro superiore ai 5µm agendo come un setaccio.

### **5.3.2 Impianto di addolcimento**

Oltre che dai filtri l'osmosi inversa è preceduta da un impianto di addolcimento, il quale varia la composizione ionica dell'acqua. I processi di scambio riguardano soprattutto calcio e magnesio, che sono responsabili della durezza dell'acqua: piccole variazioni della concentrazione di questi ioni possono provocare gravi disturbi nell'organismo. L'addolcimento dell'acqua basato su uno scambio di ioni; il calcio e il magnesio contenuti nell'acqua grezza vengono scambiati con gli ioni sodio, i quali vengono fissati da una resina scambiatrice ed infine eliminati con l'osmosi inversa.

Un'elevata concentrazione di sodio nel bagno di dialisi è meno pericolosa di un contenuto eccessivo di calcio e di magnesio, in primo luogo perché la sodiemia viene regolata entro limiti più ampi rispetto per esempio alla calcemia e poi perché un'eccessiva concentrazione di sodio

nel bagno di dialisi viene riconosciuta dal rene artificiale (misurazione della conducibilità) e segnalata mediante un allarme.

### **5.3.3 Deionizzazione attraverso osmosi inversa**

L'osmosi inversa è un procedimento ecologico ed economico di depurazione dell'acqua.

Essa produce un'acqua priva di germi e tossine, il cui grado di purezza non è raggiungibile dagli scambiatori di ioni neanche con l'aggiunta di un filtro per batteri anche aggiungendo un'irradiazione dell'acqua con raggi UV, dopo che su di essa hanno agito gli scambiatori di ioni, l'effetto sarebbe comunque insufficiente, mentre il costo aumenterebbe sensibilmente. La membrana di osmosi inversa agisce come un filtro con l'incredibile precisione di filtrazione di 0.0005  $\mu\text{m}$ , che corrisponde quasi al raggio dei singoli ioni dei sali in soluzione.

Per evitare un inquinamento batterico e un blocco dell'intero impianto di osmosi inversa, i moduli devono essere continuamente o periodicamente lavati.

Le molecole d'acqua in condizioni di osmosi normale si sposterebbero dal lato della soluzione meno concentrata al lato della soluzione più concentrata, cioè dal lato dell'acqua pura a quello dell'acqua grezza; la forza conduttrice è la pressione osmotica, che dipende dalla differenza di

concentrazione.

L'osmosi inversa è il fenomeno contrario: infatti "l'acqua grezza o caricata" (acqua potabile), al contrario di quanto si verifica nell'osmosi, viene spinta ad attraversare una membrana semipermeabile, mediante una pompa ad alta pressione, la quale permette di aumentare la pressione dell'acqua da 15 a 70 bar; dopo il passaggio attraverso la membrana si ottiene il cosiddetto permeato (acqua pura deionizzata, sterile) e il "rimanente" concentrato (acqua di scarico) che viene eliminato, o riutilizzato per un nuovo trattamento.

Con l'osmosi inversa vengono trattenuti circa il 95% di tutti gli ioni, sostanze organiche in soluzione con peso molecolare maggiore di 200, microrganismi, virus, particelle e così via.

#### **5.3.4 Produzione del dializzato**

Nella produzione del dializzato, all'acqua depurata vengono aggiunti gli elettroliti desiderati ed eventualmente anche glucosio in un rapporto definito ("rimineralizzazione"); elettroliti (e glucosio) sono disponibili in taniche in forma concentrata.

La miscelazione avviene durante la preparazione decentralizzata del dializzato nell'impianto di dialisi per mezzo di pompe dosatrici o proporzionali. Una parte del concentrato di elettroliti (e glucosio) viene

mescolata con 34 parti di permeato fornendo così 35 parti di dializzato (bagno di dialisi). La preparazione decentralizzata del dializzato permette di trattare ciascun paziente individualmente con un dializzato la cui concentrazione ottimale in rapporto alle esigenze del singolo soggetto; essa ha inoltre il vantaggio di non richiedere, come nel passato, lunghi tubi per la distribuzione.

Il dializzato contiene come sostanza tampone l'acetato; infatti, uno degli scopi fondamentali della dialisi, oltre all'eliminazione dei "veleni" dell'uremia ed alla rimozione dei liquidi in eccesso, è quello di correggere, attraverso l'eliminazione di ioni idrogeno, l'acidosi metabolica che insorge durante il periodo interdialitico. Va detto che la metabolizzazione dell'acetato in alcuni pazienti ha luogo insufficientemente o lentamente; ne consegue un accumulo di acetato durante la dialisi che provoca disturbi cardiocircolatori, crampi, cefalea, ipotensione, astenia intensa durante e dopo la dialisi e altri sintomi.

## ***5.4 STRUTTURA DELLE APPARECCHIATURE PER LA DIALISI***

La struttura di un impianto per la dialisi può essere compresa molto facilmente, se si segue il percorso che il sangue compie. Conviene iniziare la descrizione dalle linee sangue.

### **5.4.1 Linee sangue**

Le linee sangue per l'emodialisi, costituite da una parte arteriosa e da una venosa, sono monouso. La linea sangue arteriosa collega il punto in cui penetra l'ago-cannula arteriosa (prelievo del sangue) con il dializzatore; la linea sangue venosa collega il dializzatore con il punto in cui penetra l'ago-cannula venosa (restituzione del sangue), in corrispondenza dello shunt del paziente.

### **5.4.2 Linea sangue arteriosa**

La linea sangue arteriosa viene connessa con l'ago-cannula attraverso un raccordo di sicurezza Luer (un raccordo standardizzato con innesto a baionetta). Sia la linea che l'ago-cannula arteriosi sono indicati con il colore rosso; ovviamente, la connessione dell'ago-cannula con la linea sangue deve avvenire in condizioni sterili.

La linea arteriosa presenta le seguenti caratteristiche:

- Un dispositivo d'attacco per l'infusione di soluzioni; anche tale

dispositivo possiede un raccordo Luer, chiuso con un tappo a vite ed dotato di un morsetto di plastica a pressione.

- Le linee arteriose di alcuni produttori sono dotate di dispositivi che permettono di iniettare farmaci, ad esempio l'eparina, direttamente nella circolazione arteriosa. Questi dispositivi sono muniti di una particolare membrana, la quale è perforabile dall'ago della siringa e si richiude su se stessa quando l'ago viene estratto.
- Lungo la linea sangue arteriosa si trova un tubicino rilevatore di pressione che, mediante un raccordo Luer, si inserisce sul modulo ematico del rene artificiale, sul cosiddetto dispositivo di protezione del trasduttore"; questo ha il compito di proteggere il rilevatore di pressione, posto all'interno del rene artificiale, dalla penetrazione del sangue che circola nella linea arteriosa.
- La parte successiva della linea sangue arteriosa è costituita dal segmento che viene collegato alla pompa arteriosa.
- Segue poi il segmento lungo il quale si trova il dispositivo di attacco per l'iniezione di eparina.
- A questo punto la maggior parte dei fabbricanti inserisce un gocciolatore (arterioso) che ha il compito di eliminare eventuali bollicine d'aria presenti nel sistema arterioso. Va ancora detto che, per alcuni reni artificiali, sono necessarie linee sangue dotate di cuscinetti a pressione

che vengono inseriti nei sensori di misurazione predisposti.

- La linea sangue arteriosa termina con un segmento di congiunzione che si connette al dializzatore attraverso un dispositivo di chiusura a cono. Seguendo la direzione del flusso sanguigno si giunge al dializzatore.

### **5.4.3 Linea sangue venosa**

La linea sangue venosa inizia in corrispondenza del dializzatore ed è di colore blu. Al pari della linea sangue arteriosa, anch'essa connessa al dializzatore, attraverso un segmento che termina con un dispositivo di chiusura a cono. Lungo la linea sangue venosa sempre posto un gocciolatore (venoso), per l'eliminazione di eventuali bollicine d'aria, che viene inserito nel sistema di rilevazione aria/schiuma.

Dalla calotta del gocciolatore fuoriescono diversi tubi di attacco preposti alla regolazione del livello ematico, alla somministrazione di farmaci, ed infine, al rilevamento della pressione venosa. Questo tubo congiunge il gocciolatore al modulo ematico, dove si connette al dispositivo di protezione del trasduttore, il quale ha lo stesso compito di quello presente lungo la linea sangue arteriosa.

Al gocciolatore fa seguito il rilevatore aria/schiuma, nel quale viene fatta passare la linea sangue venosa che è collegata, attraverso un dispositivo

di sicurezza, al sistema di chiusura (o clamp); quest'ultimo posto al di sotto del rilevatore aria/schiuma.

Tutte le volte in cui si creano condizioni pericolose per il paziente (per esempio presenza d'aria nel sistema, perdita di sangue, ecc.) il rilevatore aria/schiuma attiva il sistema di sicurezza e quest'ultimo provoca la chiusura della linea venosa per mezzo della clamp e blocca la rotazione della pompa.

Anche lungo la linea sangue venoso, come nel sistema arterioso, possono essere integrati dei dispositivi che permettono l'iniezione di farmaci nel circuito venoso. Alla fine della linea sangue venosa si trova un dispositivo di connessione (Luer-lock) per il collegamento con l'agocannula.

#### **5.4.4 Misurazione della pressione arteriosa**

La misurazione della pressione arteriosa viene eseguita prima che il sangue passi nella pompa arteriosa; la pressione arteriosa per lo più negativa.

La negatività della pressione arteriosa dipende dalla portata di sangue della fistola artero-venosa, dalla posizione degli aghi, dalla lunghezza e dal diametro delle linee sangue in rapporto alla velocità della pompa del sangue. Come si detto, la vera e propria misurazione della pressione

arteriosa nell'impianto di dialisi viene effettuata mediante uno strumento di misurazione elettronica, collegato con il tubo di misurazione della pressione attraverso l'interposizione di un filtro a membrana (protettore del trasduttore). Bisogna sempre prestare molta attenzione al corretto collegamento del tubo di misurazione della pressione al rilevatore di pressione, durante la preparazione della macchina.

Gli indicatori della pressione arteriosa possono essere di tipo analogico o digitale: la pressione (negativa) arteriosa non deve essere troppo bassa (limite massimo fino a -150 mmHg) sia per evitare il collassamento della parete del vaso dello shunt sull'ago arterioso, e quindi il danneggiamento della parete, sia per minimizzare il rischio di un'aspirazione d'aria nelle linee sangue. Per queste ragioni devono essere fissati rigorosamente anche i limiti d'allarme della pressione.

#### **5.4.5 Pompa sangue**

Per l'aspirazione del sangue vengono utilizzati dei segmenti delle linee sangue che fungono da pompa peristaltica appositamente progettata per l'emodialisi; il sangue aspirato dal segmento pompa si sposta lungo le linee sangue grazie all'azione di un rotore che comprime periodicamente il segmento pompa. Nella pratica, le pompe a due tubi si sono dimostrate le migliori.

Il flusso sanguigno deve essere di 200 - 300 ml/min ed è regolato gradualmente. Il corretto posizionamento della pompa consente di evitare l'emolisi meccanica. La pressione di contatto del rotore sulla pompa deve essere tale che, nel periodo di stasi, la colonna di sangue nel segmento della linea sangue arteriosa che segue la pompa, e che è posta più in alto della pompa stessa, non si abbassi. I rotori si adattano allo spessore del segmento pompa, ed evitano le turbolenze che potrebbero verificarsi se la pressione di contatto fosse troppo bassa. In caso d'allarme nella sezione sangue (allarme della pressione arteriosa o venosa, allarme del rilevatore dell'aria), di allarme di perdita di sangue e in caso di manovre errate (coperchio dell'alloggiamento della pompa lasciato aperto), la pompa sangue si ferma e, in tal modo, agisce anche come sistema di occlusione della linea sangue arteriosa; l'arresto meccanico del flusso evita la rotazione inversa della pompa sangue.

Le pompe sangue possiedono, inoltre, un dispositivo che permette la rotazione manuale del rotore in caso di interruzione dell'erogazione dell'energia elettrica.

#### **5.4.6 Pompa dell'eparina/'anticoagulazione**

Seguendo il percorso del sangue nelle linee sangue, s'incontra, a questo punto, lo "sbocco" dell'afflusso d'eparina. Il tubo possiede un attacco

LUER che collegato con la siringa dell'eparina.

Le caratteristiche costruttive della pompa d'eparina possono variare a seconda dei reni artificiali, per cui è importante seguire sempre le raccomandazioni del produttore.

Durante la preparazione della macchina si faccia sempre attenzione a connettere in modo adeguato la siringa dell'eparina alla linea sangue arterioso e all'esatta direzione di montaggio delle linee sangue, evitando, inoltre, la formazione di strozzature o la rottura del sottile tubo dell'eparina.

E' importante che, nelle pompe peristaltiche - volumetriche, sia lo spessore del tubo dell'eparina a determinare la portata. La portata dell'eparina è misurata, come di consueto, in ml/ora; il tipo e la quantità della diluizione dell'eparina, il dosaggio iniziale, ecc. variano da centro a centro.

Il dosaggio dell'eparina, la frequenza e la durata della dialisi richiedono obbligatoriamente la prescrizione medica. Poiché l'eparinizzazione è uno dei più importanti principi per la realizzazione della dialisi, a questo punto è necessario fare alcune considerazioni sull'inibizione della coagulazione in dialisi. L'eparina viene utilizzata per evitare la coagulazione del sangue nella circolazione extracorporea; poiché negli uremici presente un'alterazione della coagulazione, la

quantità di eparina richiesta varia da un individuo all'altro.

Di norma, si somministra di solito una dose iniziale per l'inibizione istantanea della coagulazione e successivamente ha luogo la somministrazione continua di una dose di mantenimento.

La dose iniziale di eparina può essere somministrata al momento dell'attacco del paziente al rene artificiale o utilizzando l'apposito dispositivo per l'iniezione di farmaci, di cui provvista la linea sangue arteriosa, nel quale va iniettata l'eparina preparata a parte in una siringa, oppure utilizzando (e cioè più economico) l'iniettore a perfusione, che permette la somministrazione continua di eparina (dose di mantenimento).

Possibili effetti collaterali dell'eparina sono: emorragie, aumento delle transaminasi, caduta dei capelli, trombocitopenia, aumento dell'acidosi, osteoporosi, necrosi cutanee, priapismo, ipotonia, bradicardia, reazioni allergiche locali o generalizzate.

A proposito delle interazioni tra l'eparina e gli altri farmaci sono da citare:

- Aumento dell'effetto dell'eparina, se associata ad antiinfiammatori non steroidei (FANS).
- Riduzione dell'effetto dell'eparina se associata ad antistaminici, digitale, tetraciclina, vitamina C.

L'effetto dell'eparina può essere annullato mediante la somministrazione di portamina.

L'effetto dell'eparina dura alcune ore; in qualche caso l'afflusso del farmaco viene arrestato prima della fine della dialisi.

Naturalmente, a causa del pericolo di emorragie, durante e dopo la dialisi non possono essere effettuate iniezioni intramuscolari o interventi in grado di determinare emorragie. Continuando a seguire il percorso del sangue lungo la linea sangue arteriosa si giunge al dializzatore.

#### **5.4.7 Dializzatore**

Il dializzatore il vero e proprio "rene artificiale", il punto di intersezione tra il lato del sangue e quello dell'acqua.

#### **5.4.8 Misurazione della pressione venosa**

La pressione venosa viene per lo più misurata mediante un tubicino che connette il gocciolatore venoso al modulo ematico; a differenza di quella arteriosa, ha una pressione positiva la cui entità dipende dalla velocità della pompa sangue e dalla resistenza offerta dallo shunt e dall'ago cannula venosa.

Come per la sezione arteriosa, il vero e proprio rilevatore di pressione diviso dalla circolazione extracorporea per mezzo di una membrana

idrofoba che lo protegge da eventuali contaminazioni.

I limiti d'allarme del monitor devono essere regolati con precisione per riconoscere, attraverso l'attivazione dell'allarme, eventuali riduzioni della pressione venosa (ad esempio determinate da grave perdita di sangue venoso) o aumenti della stessa (per esempio, in seguito a fuoriuscita dell'ago venoso dal vaso, con conseguente versamento ematico sottocutaneo) oppure ad occlusione della linea sangue venosa per la presenza di trombi.

Anche nel caso dell'allarme della pressione venosa, come per ogni altro tipo di allarme, una volta che esso è stato soppresso, l'impianto va rimesso in funzione solo dopo che sia stata riconosciuta e rimossa la causa che lo ha fatto scattare.

#### **5.4.9 Rivelatore aria/schiuma**

Il rivelatore di aria/schiuma sostiene il gocciolatore venoso; la sua funzione è quella di riconoscere l'eventuale presenza d'aria nella linea sangue venosa. Quando nel gocciolatore vi è un volume d'aria superiore al normale, viene attivata una sicurezza che provoca la chiusura della linea venosa, per mezzo del sistema di occlusione (clamp), e contemporaneamente blocca la rotazione della pompa; l'individuazione d'aria da parte del rivelatore aria/schiuma determina inoltre l'attivazione

di un allarme ottico ed acustico.

Il rivelatore aria/schiuma munito di un dispositivo ad ultrasuoni; se la diffusione degli ultrasuoni, i quali attraversano facilmente il sangue, diminuisce al di sotto di una soglia predeterminata, a causa della presenza d'aria, scatta l'allarme-ottico ed acustico, mentre contemporaneamente il flusso nella linea venosa si arresta, per la chiusura della clamp, e la pompa si ferma. I circuiti di sicurezza inseriti nei moderni impianti di dialisi garantiscono che l'eventuale guasto a carico di importanti sistemi di controllo venga riconosciuto dalla macchina stessa con conseguente attivazione dei relativi allarmi. Un processore di controllo sorveglia l'attività del processore di funzione e aziona l'allarme quando appaiono anomalie e disturbi che non vengono riconosciuti dal processore di funzione.

#### **5.4.10 Sistema di occlusione della linea sangue venosa**

Tra il gocciolatore venoso, che inserito nel rivelatore aria/schiuma, e l'ago cannula venosa, si trova, come importante elemento di sicurezza, il sistema d'occlusione della linea sangue venosa. Si tratta di un dispositivo d'arresto, comandato elettromagneticamente, che si chiude in tutti gli stati d'allarme fatti scattare da condizioni di alterato funzionamento dell'apparecchiatura potenzialmente pericolose per la vita del paziente; in

casi del genere si verifica l'arresto immediato della pompa del sangue.

#### **5.4.11 Circolazione del bagno di dialisi**

L'afflusso dell'acqua alla macchina ha luogo attraverso una valvola di afflusso, un filtro all'ingresso dell'acqua, un riduttore di pressione e una valvola galleggiante posta in un contenitore.

La valvola galleggiante regola la distribuzione dell'afflusso d'acqua, registra la sua eventuale mancanza e in tal caso determina l'interruzione del riscaldamento. Il flusso di dializzato da raggiungere deve essere pari a circa 500 ml/minuto.

#### **5.4.12 Riscaldamento**

La regolazione della temperatura ad un livello ottimale è una parte fondamentale del trattamento dialitico individuale; anche in questo caso si possono ottenere grandi risultati con un piccolo sforzo.

Elementi riscaldanti controllati elettronicamente, con una capacità di circa 2000 Watt, regolano la temperatura dell'acqua in entrata su un valore prestabilito, compreso tra i 35° e 41° C; generalmente l'acqua riscaldata a 37° C. Variazioni di temperatura (indipendenti dal flusso di dializzato) maggiori di 1° C fanno scattare un allarme e per la sicurezza per il paziente il flusso viene deviato in un circuito parallelo (by-pass).

Nella scelta della temperatura del dializzato è sempre necessario considerare, indipendentemente dall'adattamento "fisiologico" a 37° C, sia la necessità che il paziente si senta a proprio agio, sia l'esperienza clinica, secondo la quale la tolleranza della dialisi spesso migliore a temperature più basse di quella fisiologica, comprese tra i 36° ed i 36.5° C (per impedire che subentri una sensazione di freddo). Va infine ricordato che il dispositivo per la regolazione della temperatura viene usato anche per la disinfezione a caldo dell'apparecchiatura.

#### **5.4.13 Degassificazione**

Nei liquidi, in condizioni normali, sono disciolte notevoli quantità di gas. A seguito di variazioni di pressione e di temperatura, questi gas in soluzione possono essere liberati. Nell'apparecchio della dialisi esistono dei meccanismi per l'eliminazione di questi gas.

#### **5.4.14 Rilevatore di perdite di sangue**

L'intorbidamento del flusso del dializzato viene subito riconosciuto dal rilevatore di perdite di sangue. La misurazione della torbidità avviene attraverso un fotometro: tracce di emoglobina nel dializzato assorbono una parte dell'energia luminosa prodotta da una lampada e la riduzione dell'energia, viene registrata da una fotocellula, in modo da azionare

l'allarme corrispondente.

Falsi allarmi possono essere determinati da un sistema ottico non perfettamente pulito oppure dalla presenza di bolle d'aria in seguito ad un'inadeguata degassificazione. Ovviamente, anche in questo caso non si deve fare affidamento solo sulla tecnica ma controllare sempre visivamente se vi sono alterazioni del colore nel sistema di tubi del dializzato.

Qualora, si rendesse necessario cambiare il dializzatore a causa della fuoriuscita di sangue conseguente a microperdite ematiche attraverso la membrana di dialisi, si può impiegare la stessa procedura che viene seguita quando si smontano le linee alla fine della dialisi: risciacquare il dializzatore con soluzione salina e successivamente sostituirlo operando in condizioni rigorosamente sterili, far uscire l'aria dal circuito, ecc; eventualmente, nell'intervallo pesare il paziente e fissare nuovamente la durata della dialisi e il tasso di ultrafiltrazione.

Ovviamente, qualora si sospettino grandi perdite di sangue si devono predisporre indagini di laboratorio, un rigoroso controllo della circolazione, ecc.

La soglia di risposta del rivelatore di perdite di sangue è di circa 0.05 ml sangue/l di dializzato.

Fortunatamente perdite imponenti si verificano molto raramente nei

dializzatori moderni.

#### **5.4.15 Misurazione continua dell'ultrafiltrato. Misurazione della differenza di flusso**

Con questo procedimento l'entità dell'ultrafiltrazione viene valutata attraverso la misurazione della differenza tra il flusso della soluzione di lavaggio che giunge al dializzatore ed il flusso del dializzato che fuoriesce dal dializzatore (soluzione di lavaggio + ultrafiltrato).

Per la misurazione continua del flusso possono essere usate eliche (principio della mota idraulica, contatore a turbina) oppure elettrodi di platino le cui caratteristiche elettromagnetiche variano a seconda del flusso. La misurazione della differenza del flusso fornisce il valore reale del tasso di ultrafiltrazione che il computer confronta con il valore desiderato, regolando conseguentemente il valore della pressione transmembrana (TMP).

### ***5.5 PULIZIA, DISINFEZIONE, SMALTIMENTO***

La decisione della riutilizzazione del materiale di dialisi è dettata da ragioni di politica commerciale a discapito del paziente; diversi pazienti infatti hanno sofferto gravi complicanze a causa di una rigenerazione non adeguata al tipo di materiale.

Il trattamento dialitico è già di per se sufficientemente rischioso; gli ulteriori rischi connessi alla riutilizzazione del materiale sono evitabili e, pertanto, vi si deve rinunciare.

Dopo ogni seduta di dialisi si procede alla pulizia esterna dell'apparecchiatura con un disinfettante e, quindi, alla pulizia e alla disinfezione del circuito della soluzione di lavaggio. La maggior parte delle apparecchiature per la dialisi permettono sia la disinfezione chimica, che quella termica. Nel caso di pulizia a caldo, la disinfezione avviene con acqua pura riscaldata a 85-95 °C.

Importante è che la pulizia venga fatta solo con il dializzatore spento; inoltre, dopo la disinfezione chimica inizia un tempo di lavaggio indipendente dall'operatore; nella disinfezione termica prevista una corrispondente fase di raffreddamento.

La disinfezione chimica, inizialmente fatta con formalina, viene attualmente realizzata con l'acido paracetico. In ogni caso si devono osservare le prescrizioni del produttore e le norme proprie del centro di dialisi. Dopo il lavaggio e prima di ogni dialisi ci si assicuri dell'assenza di disinfettante nella macchina.

Il piano di igiene del reparto di dialisi impone il tipo di disinfezione e protezione necessarie:

- Disinfezione, lavaggio e cura delle mani.
- Disinfezione della cute.
- Indumenti protettivi (mascherina, guanti, camici; per ogni eventuale contatto col sangue indossare guanti di gomma!).
- Disinfezione degli strumenti.
- Disinfezione di superfici e oggetti.
- Disinfezione della biancheria.
- Trattamento dei rifiuti e smaltimento. Riguardo ai disinfettanti, non importante in questa sede citarne alcuni specifici; ci che conta che la scelta venga condotta sulla base delle indicazioni, e che siano corrette la loro concentrazione e durata di azione.
- Infine, ancora una volta va posta l'attenzione sulla necessità di osservare sempre rigorosamente i principi della sterilità durante la somministrazione dei farmaci, nell'introduzione delle linee sangue nella macchina, nel montaggio del dializzatore, nel riempimento del circuito che veicola il sangue, ecc.

## ***5.6 PROBLEMATICHE DELL'EMODIALISI***

Per l'esecuzione della dialisi è necessaria la presenza di un accesso vascolare.

Gli accessi vascolari possono essere

1. *temporanei*, (ad esempio cateterismo delle vene giugulare interna, succlavia o femorale). La sua durata può variare da poche ore a diverse settimane.
2. *permanenti*, creati chirurgicamente:
  - *Fistola artero-venosa (FAV)*, ideata da Cimino-Brescia nel 1966, la più utilizzata e di cui ne parleremo approfonditamente in seguito.
  - *Protesi artero-venosa*, fatta in PTFE (politetrafluoroetilene, tra arteria brachiale ed una vena adatta al livello del gomito. Alto è il rischio di infezione nel sito di infezione nel sito di impianto. Questo tipo di protesi ha una durata limitata per la continua usura del materiale d'innesto causato dalle ripetute punture e trombosi.
  - *C.V.C.(Catetere Venoso Centrale)* a singolo e doppio lume in silicone o poliuretano. Inserito chirurgicamente nella vena giugulare interna o nella vena succlavia tunnellizzando e fissato mediante cuffia in dacron.(catetere di Tesio).
  - *Sistema DIALOCK*, costituito da un port in titanio impiantato in una tasca sottocutanea sotto la clavicola e da due cateteri in vena giugulare interna, tunnellizzati alla base del collo, con apici in atrio destro. (poco usato nei reparti dei centri di dialisi, anche per l'elevato costo).

- *Impianto di safena omologa commerciale*, ricavata da safenectomia e conservata in ipotermia e irradiata con raggi X in modo da evitare reazioni immunologiche dopo impianto. (Berardinelli, Milano).

### **5.6.1 Shunt: realizzazione, puntura e problematiche**

Premessa per la buona riuscita della dialisi è un flusso di sangue sufficiente, che viene realizzato anastomizzando un'arteria ad una vena.

Che cosa propriamente uno shunt? Nel caso specifico si tratta di un'anastomosi tra un'arteria e una vena, che viene anche denominato fistola artero-venosa (fistola AV). Nella realizzazione di uno shunt viene scelto generalmente l'arto superiore non dominante, cioè il braccio sinistro destrimani, e viceversa; l'intervento chirurgico può essere eseguito ambulatorialmente in anestesia locale.

I vantaggi decisivi dell'anastomosi termino-laterale sono i seguenti:

- Nel caso di trombizzazione dell'anastomosi l'arteria rimane accessibile in posizione più distale.
- Una nuova fistola può essere realizzata immediatamente, utilizzando una porzione più distale della stessa vena usata per realizzare la prima fistola.
- Per creare altri shunt si deve usare l'arteria ulnare dello stesso

braccio.

Nei casi in cui i vasi del paziente non si prestino alla preparazione di una fistola AV si può prendere in considerazione l'impianto di protesi vascolari (ad esempio, Gore Tex).

Poiché lo shunt delle persone in dialisi, è nel senso più vero della parola, è la "vena della vita", bisogna sempre porre la massima attenzione al momento della sua puntura; d'altra parte allo shunt deve essere riservata un'estrema cura già immediatamente dopo la sua realizzazione. Per la realizzazione o la revisione dello shunt bisogna prendere le seguenti precauzioni:

- Non utilizzare fasciature eccessivamente compressive.
- Mantenere sollevato l'arto operato.
- Immobilizzare adeguatamente l'estremità.
- Coprire adeguatamente la ferita.
- Eventualmente ricorrere alla copertura antibiotica per la durata di una settimana.
- Somministrare eventualmente anticoagulanti e trombolitici.
- Somministrare analgesici in caso di dolore.
- Evitare l'ipotensione arteriosa conseguente ad ipovolemia (vasocostrizione).
- Controllare il flusso dello shunt con la palpazione o mediante lo

stetoscopio.

- Primo tentativo di compressione della fistola dopo circa 4 giorni.
- Rimozione dei punti non prima di 12 giorni.
- Prima puntura della fistola da 2 a 4 settimane dall'intervento (e comunque il più tardi possibile).

Il paziente può usare il braccio con lo shunt per svolgere le normali attività giornaliere quasi illimitatamente; viceversa le attività che comportino il pericolo di ferite (emorragia dello shunt) devono assolutamente essere evitate.

Lo shunt deve essere regolarmente controllato dal paziente che deve far attenzione ai rilievi riscontrabili con la palpazione ("sibilo"), e l'auscultazione ("fruscio") ed alla comparsa di alterazioni a carico della regione dello shunt (iperemia della cute, tumefazione, ematomi, dolore).

In presenza di anomalie il paziente deve mettersi in contatto con il proprio centro di dialisi.

L'arto su cui è stata eseguita la fistola non può essere utilizzato per la misurazione della pressione arteriosa, ne può essere punto a scopo diagnostico o terapeutico se non in casi eccezionali. Esso deve, inoltre, essere deterso dal paziente con acqua e sapone, quotidianamente, ed in particolare prima della dialisi.

Generalmente non viene vietata al paziente la possibilità di fare docce, bagni, nuotate ecc.

Particolari "misure di cura per lo shunt" non sono in genere assolutamente necessarie; molti pazienti, tuttavia, usano volentieri una pomata contenente sostanze idratanti o emollienti.

### **5.6.2 Puntura dello shunt**

- Ogni volta che si punge per la prima volta uno shunt si deve rilevare innanzitutto fare una "anamnesi della puntura": in particolare bisogna chiedere al paziente se i vasi presentano un decorso particolare, se si sono verificate in precedenza delle complicanze a seguito delle punture, definire il numero ed il tipo di aghi, la direzione del flusso del sangue, il posizionamento degli aghi e se attualmente vi sono anomalie dello shunt. Il paziente potrà in tal modo mettere a frutto la propria esperienza.

- Dopo l'anamnesi della puntura e prima della disinfezione ha luogo un accurato controllo dello shunt. Mediante l'ispezione e una palpazione minuziosa, colui che esegue la puntura deve stabilire in particolare:

- Che la funzione dello shunt sia regolare.
- Il decorso dello shunt.

- La presenza di eventuali caratteristiche particolari.
- Chi esegue la puntura, prima di pungere lo shunt e quindi prima di collegare la persona alla macchina, deve inoltre accertarsi dello stato di salute attuale della persona e dell'esistenza di condizioni particolari che consigliano un più approfondito esame.
- Prima di eseguire la puntura bisogna assicurarsi che la persona sia stata pesata. Ci si accerti che sono disponibili tutti i mezzi necessari alla puntura (cerotti, eparina, iniezioni, provette per il sangue, ecc.). Si controlli se la macchina sia pronta per essere avviata (La fase di preparazione è terminata). La disinfezione è stata effettuata. Il disinfettante è stato allontanato. Si controlli se si dispone degli aghi giusti per la puntura.
- Disinfezione della cute
- Si raccolgano notizie su eventuali allergie e pregresse malattie cutanee. Si effettui la disinfezione, su un'ampia superficie cutanea, e non solo con uno spruzzo di disinfettante sul punto che si decide di pungere. Si lasci trascorrere un periodo sufficiente affinché il disinfettante agisca. Si faccia sempre attenzione a lavorare in condizioni di sterilità. La disinfezione della cute in corrispondenza dello shunt deve avvenire in una sola direzione e utilizzando tamponi sterili. Per assicurarsi che il disinfettante abbia agito per un tempo sufficiente, dopo la prima

disinfezione si misuri e si annoti la pressione arteriosa, si controlli la macchina e quindi si proceda alla seconda disinfezione.

- Si pensi durante tutto il tempo all'assistenza psichica del paziente. Si cerchi di ridurre paura e tensione, manifestando un atteggiamento amichevole e determinato.

- Si posizioni il braccio in modo da mettere la persona a suo agio prima della puntura e si rifletta a fondo sul modo migliore di effettuarla. Eventualmente si utilizzi il laccio emostatico, il quale non necessario nel caso di uno shunt ben evidente oppure di una protesi vascolare di Gore Tex.

- Se si conosce lo shunt, e si possiedono sicurezza ed esperienza, si dovrebbe praticare una puntura veloce e decisa, poiché solo così è possibile una penetrazione quasi indolore dell'ago. I principianti, invece, dovrebbero pungere lo shunt "lentamente e con delicatezza"; questo procedimento dovrebbe essere adottato anche per gli shunt particolarmente "difficili" da pungere.

- Una puntura assolutamente indolore è possibile applicando sulla cute, in corrispondenza dello shunt, una crema o una soluzione anestetica. Questa anestesia deve tuttavia aver luogo dai 30 ai 45 minuti prima dell'inizio del trattamento dialitico, pertanto sarebbe preferibile che fosse effettuata dalla persona stessa prima di recarsi al centro di

dialisi.

La possibilità di praticare in maniera indolore la puntura dello shunt è di grandissima importanza, in particolare nei bambini.

Gli aghi per la dialisi hanno una forma particolare: solamente la punta aguzza, mentre la parte superiore dell'apertura dell'ago è smussata. In questo modo l'ago che penetra nel vaso non lacera i tessuti circostanti, ma si limita a spostarli, esercitando una leggera pressione. Grazie a questa caratteristica costruttiva, al termine della dialisi è possibile estrarre l'ago in modo che i tessuti si riaccostino tra loro e non residuino soluzioni di continuità.

E raccomandabile orientare la punta dell'ago verso l'alto, mentre si effettua la puntura dello shunt, poiché in questo caso la traumatizzazione del tessuto è minore, e le emorragie dal punto di penetrazione dell'ago sono più rare; inoltre, si riducono sia il pericolo di perforare la parete controlaterale del vaso e sia la possibilità che la punta dell'ago aderisca contro la parete del vaso invece di "pescare" nel suo lume. La posizione dell'ago all'interno del lume vascolare dipende, infatti, anche dall'angolo di penetrazione. Se l'ago viene introdotto in modo che esso sia sostanzialmente parallelo al piano cutaneo, si corre il rischio di lacerare la parete superiore del vaso. Il modo più idoneo con il quale posizionare gli aghi, in genere, viene indicato dal paziente stesso. La posizione degli

aghi, comunque, non ha alcuna ripercussione sulla durata dello shunt ma importante, invece, che l'ago venoso sia posto sempre in posizione prossimale rispetto a quello arterioso. Dopo l'estrazione dell'ago, si applica un tampone sterile sulla sede della puntura. Bisogna esercitare una pressione tale da non occludere completamente il vaso. La compressione con la mano è da preferire in ogni caso alla compressione con le pinze emostatiche; essa deve essere sufficientemente lunga, per evitare la formazione di ematomi sottocutanei.

### **5.6.3 Complicanze relative allo shunt**

#### **1) Infezione dello shunt**

Sintomi: sensazione di tensione locale, tumefazione, iperemia, dolorabilità alla pressione, fuoriuscita di sangue e secrezioni dalla ferita.

L'infezione può portare alla pericolosa sepsi dello shunt; essa ha bisogno della più rigorosa osservazione e di una terapia intensiva: antibiotici, misure chirurgiche ed eventualmente asportazione chirurgica dello shunt

#### **2) Trombosi da shunt**

La trombosi dello shunt è la causa più frequente di perdita della fistola; essa si distingue in una forma precoce (che si verifica immediatamente dopo l'impianto dello shunt), legata a problemi di tecnica operatoria (torsione delle vene, problemi di sutura, insufficiente eparinizzazione,

emorragia o edema con compressione dello shunt) ed in una forma che insorge in uno shunt già funzionante, di solito determinata da una puntura non perfettamente eseguita. Segni dell'occlusione dello shunt sono l'assenza di pulsazioni apprezzabili alla palpazione e di rumori, legati al flusso, identificabili con l'auscultazione, il paziente deve essere esortato a controllare regolarmente lo shunt e a recarsi immediatamente presso il proprio centro di dialisi, qualora debba notare delle anomalie. La terapia chirurgica, in genere, consiste in una nuova anastomosi termino-laterale in posizione più prossimale rispetto alla precedente, previa asportazione del tratto vascolare trombizzato o occluso. Il tipo di intervento chirurgico, comunque, viene deciso dopo un'accurata valutazione della situazione individuale (sito dell'intervento, risultato dell'angiografia).

Nel caso di un interessamento esteso del vaso da parte del trombo si opta per l'impianto di protesi vascolari.

### **3) Sindrome da furto**

L'irrorazione del territorio dell'arto situato distalmente dallo shunt può essere tanto ridotta da causare dolori nell'ambito del suddetto territorio durante la dialisi o anche nel periodo interdialitico. Un miglioramento possibile solo attraverso la revisione chirurgica dello shunt (per esempio, "banding" della vena della fistola).

#### **4) Aneurismi da shunt**

Il termine "aneurisma" indica una dilatazione patologica della parete di un vaso arterioso o arterializzato (o della parete del cuore).

Gli aneurismi da shunt si dividono in "veri" e "falsi".

Gli aneurismi veri pulsano in tutte le direzioni e si lasciano comprimere completamente; un falso aneurisma, per esempio, è costituito da un trombo extravascolare conseguente ad una puntura errata dello shunt, esso tuttavia si solleva in sincronia con il polso del vaso arterioso o arterializzato.

Il trattamento di questa complicanza varia da caso a caso: eventualmente può essere presa in considerazione un'asportazione chirurgica.

La profilassi degli aneurismi conseguenti alla puntura dello shunt consiste nel variare frequentemente il sito di puntura.

Prima dell'inizio della seduta dialitica vanno eseguiti alcuni compiti, quali: preparare l'apparecchiatura, provvedere alla disinfezione, consultare la documentazione dei pazienti, controllare la completezza del set per la puntura (bacinella reniforme, tamponi, siringhe, aghi, cerotti, guanti, eventualmente camici monouso), annotare il peso del paziente ecc. La seduta dialitica richiede un tempo sufficientemente lungo per

poter essere fatta adeguatamente; in un centro di dialisi ci si può preoccupare al massimo di 4 o 5 pazienti per turno.

L'assistenza al paziente durante un trattamento, quale quello dialitico, che si protrae per varie ore è uno dei pilastri della terapia individuale qualificata.

Alcuni pazienti non gradiscono un'assistenza asfissiante. Dietro un simile atteggiamento si pensi, per, che possono nascondersi gravi problemi e conflitti. In tali situazioni di nuovo è richiesta la sensibilità del personale addetto alla dialisi.

Aggiornare la documentazione; sul diario di dialisi si devono indicare i dati personali del paziente e tutto ciò che riguarda il procedimento tecnico del trattamento: ora dell'inizio e della conclusione, sua durata, tipo di tecnica di dialisi utilizzata, tipo di dializzatore e di concentrato/l, tasso d'ultrafiltrazione, flusso sanguigno, conducibilità, temperatura, valori di pressione (arteriosa, venosa, transmembrana), dose d'eparina (dose iniziale e di mantenimento), durata di un eventuale periodo di by-pass prima della fine della dialisi.

Registrare eventuali anomalie verificatesi durante il trattamento (allarme ripetuto, malfunzionamenti). Documentare ulteriori particolarità (errore di puntura, contrattamenti, complicanze).

I diari di dialisi sono documenti medici, essi vanno aggiornati

scrupolosamente e si devono conservare per 10 anni, al pari di referti medici, elettrocardiogrammi e reperti di laboratorio.

## ***5.7 COMPLICANZE INTRADIALITICHE***

### **Introduzione**

Le alterazioni uremiche corrette con il trattamento dialitico, provocano nell'organismo delle continue oscillazioni ematocliniche e ponderali; di conseguenza, durante la dialisi si possono avere delle variazioni osmotiche ed elettrolitiche che comportano un'alterazione dei rapporti intra/extracellulari della concentrazione degli elettroliti e di alcune sostanze osmoticamente attive.

Tutto ciò può provocare delle complicanze come: l'ipotensione arteriosa, la sindrome da disequilibrio ionico, l'aritmia cardiaca, l'ipo-potassiemia, l'ipertensione arteriosa, nausea, vomito, crampi muscolari. Durante la seduta possono poi intervenire altri incidenti di percorso quali l'embolia gassosa o la rottura del filtro.

Per tutte queste situazioni l'intervento risolutivo è messo in atto dall'infermiere, il quale ha un ruolo di centralità nella conduzione e gestione della seduta dialitica.

Nonostante le innovazioni tecniche, sempre più all'avanguardia, sempre più sicure ed affidabili, non si può escludere che durante una seduta

emodialitica si verificano degli inconvenienti per i quali l'intervento dell'infermiere è pronto, efficace e sicuro.

**Analizzando :**

❖ **L'IPOPOTASSIEMIA** è una complicanza diagnosticabile tramite il prelievo ematico per l'emogasanalisi, il paziente riferisce stanchezza e sensazione di "gambe di legno" con difficoltà locomotoria, palpitazioni e bradicardia con frequenza massima di 50 puls/min, aritmia che può esitare in arresto cardiaco. All'ECG si apprezzano onde T a "tenda", aguzze soprattutto nelle derivazioni precordiali. L'intervento dell'infermiere è basato sulla consultazione del medico e sulla modificazione della concentrazione del potassio nel bagno di dialisi.

❖ **I DISTURBI DEL RITMO CARDIACO** sono presenti durante la seduta dialitica per la variazione della concentrazione ematica degli elettroliti, inoltre può verificarsi intossicazione digitalica, perché il farmaco non viene eliminato in dialisi e tende ad accumularsi. Comunque i disturbi del ritmo, che si verificano in maggiore frequenza in dialisi, sono le extrasistolie sopraventricolari e più raramente ventricolari. Spesso i disturbi del ritmo possono essere eliminati aumentando la concentrazione del potassio nel bagno dialitico; se tale accorgimento risulta inefficace, viene presa in considerazione una terapia

farmacologica anti-aritmica. Naturalmente di fronte ad una crisi anginosa, sono da considerare le possibili evenienze cardiologiche, pertanto, è necessario monitorizzare il paziente e reidratarlo.

❖ **L'IPOTENSIONE ARTERIOSA** è l'inconveniente più frequente, si manifesta con: sbadigli ripetuti, ansia, pallore, nausea, vomito, tachicardia e sudorazione. L'intervento dell'infermiere è mirato al reintegro dello stato di benessere della persona adottando le seguenti misure d'intervento:

- Posizionare la persona sdraiata, sollevargli le gambe e ridurre l'ultrafiltrazione.
- Diminuire la velocità della pompa del sangue.
- Controllare la P.A..
- Se persiste il malessere reinfonderlo con soluzione fisiologica o altri presidi quali: NaCl, Mannitolo, Emagel, Sol. Glucosata, etc....
- Controllare la conducibilità del liquido dializzante, con particolare attenzione alla probabile insufficienza di Na del concentrato.
- Diminuire la temperatura del dializzato.
- Viene consigliato ai pazienti di mangiare possibilmente entro la seconda ora di dialisi; onde evitare crisi ipotensive dovute al richiamo di sangue dalla periferia all'apparato digerente.
- Consultare il medico se non recede il disturbo.

❖ **L'IPERTENSIONE ARTERIOSA** è un altro inconveniente dovuto a:

- Eccessiva filtrazione di urea e Na con squilibrio osmotico.
- Vasocostrizione ad azione rapida per aumento dell'attività del sistema renina angiotensina-aldosterone.
- L'infermiere imposta i valori di Na cui il paziente deve eseguire la terapia già dal momento della preparazione della macchina. I macchinari più moderni consentono un'impostazione oraria della conducimtetria in base all'effettiva necessità (profilo-personalizzazione del trattamento).
- Se necessario sotto controllo medico, la terapia farmacologica può essere risolutiva (spesso il paziente sopravvive nonostante l'intervento del medico).
- Riduzione del Na nel bagno di dialisi.
- Controllare se il paziente è stato sottoposto ad ultrafiltrazione eccessiva di liquidi. La causa più frequente di ipertensione arteriosa è l'eccesso di liquidi, vale a dire il non portare il paziente al suo vero peso secco.

❖ **CRAMPI MUSCOLARI** si localizzano prevalentemente agli arti inferiori, e si manifestano con dolore violento della muscolatura. Per alleviare il dolore al paziente, si può praticare un massaggio della zona interessata dai crampi o mettere in decontrazione l'arto contraendo i muscoli antagonisti; in genere i crampi sono dovuti al rallentamento

della circolazione ematica per aumento di vischiosità. Si determina quindi un'ipossia muscolare che peggiora vistosamente in ipertonìa (errato usare il ghiaccio secco). La loro presenza può essere indice di un'ultrafiltrazione troppo rapida o di un'embolia gassosa.

In caso di semplice diagnosi di ultrafiltrazione eccessiva, l'intervento dell'infermiere è volto a:

- Iper-estensione degli arti inferiori (stretching calcaneare dei polpacci).
- Controllo dei parametri vitali.
- Controllo dell'ultrafiltrazione ottenuta.
- Reintegro dei sali (Na+Cl) perduti in eccesso, per via EV con soluzione salina.
- Reintegro con soluzione fisiologica per diminuire l'emoconcentrazione.

In caso invece di embolia gassosa l'intervento infermieristico è dato da :

- Posizionamento del paziente in decubito laterale sinistro ed in trendelenburgh.
- Somministrazione di O<sub>2</sub> terapia.
- Eventualmente intervenire con manovre rianimatorie.

Fortunatamente questa complicazione, grazie alla presenza del rilevatore d'aria sulla linea venosa, è diventata rarissima.

❖ **LA CEFALEA** è una sintomatologia legata nella maggior parte delle volte ad altri disturbi come l'ipotensione o alla sindrome da squilibrio; s'interverrà in ogni modo alleviando la causa primaria.

❖ **L'EMORRAGIA** è la complicanza su cui l'infermiere deve eseguire il proprio intervento con estrema rapidità e precisione.

- Identifica immediatamente la causa ricordandosi che l'eparina contribuisce al 90% dei casi, quindi intervenire sulla macchina riducendo il flusso della pompa e bloccando l'infusione dell'eparina, si può somministrare solfato di protamina su prescrizione medica.

- In caso di rotture o di stacco dei collegamenti delle linee-sangue fermare la pompa sangue, clampare immediatamente la linea interessata, provvedere alla sua sostituzione rispettando le norme di sicurezza e di asepsi.

❖ **L'EMOLISI** è anch'essa una complicanza nell'emodialisi e l'attenzione dell'infermiere deve cadere sul controllo della macchina:

- Controllare la temperatura del bagno.

- Controllare la regolazione della pompa della soluzione.

- Non trascurare la possibilità di una crisi allergica da filtro a fibre cave, causate in passato dalle modalità con cui venivano confezionati e sterilizzati.

- Controllare che non ci siano rimasti residui di disinfettante nella macchina dopo il risciacquo.

❖ **L'ARRESTO CARDIACO** costituisce un quadro clinico di estrema gravità provocato dalla compromissione o dalla cessazione dell'attività del cuore. Si manifesta con improvvisa perdita di coscienza, scomparsa dei polsi femorali o carotidei, apnea o gasping, cianosi cinerea o pallida, midriasi pupillare. L'intervento infermieristico di estrema urgenza, mira, in collaborazione con altri colleghi, allo stacco dalla macchina del paziente con la reinfusione del sangue presente nel circuito extracorporeo, quindi in simultanea assicura la pervietà delle vie aeree garantendo al paziente una ventilazione assistita introducendo una cannula oro-faringea.

- Ventilare la persona con pallone auto-gonfiante collegato alla presa di O2 umidificato.

- Garantire la circolazione effettuando il massaggio cardiaco esterno in sincronismo con la respirazione assistita.

❖ **LA ROTTURA DEL FILTRO** si può avere durante la preparazione del filtro (linee e macchina) o durante la seduta di dialisi:

- Il primo intervento dell'infermiere è di bloccare la pompa peristaltica della macchina.

- Agire tempestivamente sul filtro, clampando le linee, venosa ed arteriosa in prossimità dei loro attacchi al filtro, in modo da ridurre al minimo la perdita ematica.
- Predisporre il più velocemente possibile il cambio di un nuovo filtro, osservando sempre le regole di antisepsi.
- Durante questa manovra, un altro infermiere coadiuverà a disporre il paziente, se seduto, sdraiato in modo da attenuare lo shock ipovolemico e, se occorre, sollevare le gambe e controllare la P.A. e la frequenza cardiaca (alcune macchine hanno un sensore “perdita ematica”). Una volta ristabilito il flusso ed i parametri di base, l'emodialisi potrà riprendere l'andamento iniziale.

❖ **L'EMBOLIA GASSOSA** è forse la più grave complicanza, anche se rara, in quanto viene controllata dagli appositi allarmi della macchina.

- L'intervento dell'infermiere è mirato al subitaneo controllo dell'ermeticità delle linee-sangue, quindi, trovata un'eventuale falla, clampare prontamente la linea con le apposite pinze.
- Il paziente viene posto sul fianco sinistro con la testa bassa e le gambe sollevate in modo che l'aria che si trova in circolo prenda la via d'uscita dall'atrio destro.

Nel corso della dialisi si può avere molto raramente una complicanza neurologica definita “Sindrome da Disequilibrio o Brain Sindrome”; essa

insorge solitamente verso la fine della seduta di dialisi e più frequentemente si manifesta con cefalea, agitazione, tremori, disorientamento, scosse tonico-cloniche e sopore fino al coma. La causa è dovuta ad un brusco richiamo di acqua da parte del Liquor Cefalorachidiano e del tessuto cerebrale come conseguente della differenza di osmolarità a livello della barriera emato-liquorale, conseguente ad una dialisi troppo rapida. Per inibire all'insorgenza di questa complicanza, le prime dialisi effettuate sul paziente, saranno di breve durata e ravvicinate nel tempo.

Un'altra complicanza rarissima è la Macroglossia; è noto che l'amiloidosi primitiva può interessare la lingua determinando la macroglossia, molto rara invece nelle amiloidosi secondarie ed è considerata addirittura eccezionale nell'amiloidosi dialitica. Dato certo ricavato dalla statistica, effettuata dall'OMS, la sua manifestazione avviene con un 18% (della popolazione in trattamento) entro i 20 anni di trattamento dialitico che sale sino al 40% dei casi dopo i 25 anni.