

- 9) Emerson R. Jr., Fitcher P. H. e Farr L. E.: Relation of High and Low Urea Clearance to Inulin and Creatinine Clearance in Children with Nephrotic Syndrome, «J. Clin. Invest.», 20, 361, 1941.
- 10) Farr L. E. e Mac Fadyen D. A.: Hypoaminoacidemia in children with nephrotic cryses, «Am. J. Dis. Child.», 59, 782, 1940.
- 11) Ferro-Luzzi G. e Romeo F.: Nefrosi lipoidea, «Arch. Pat. e Clin. Med.», 16, 329, 1936.
- 12) Galan E.: Nephrosis in Children. Observations on 84 Patients; Clearance and Saturation Tests, «Am. J. Dis. Child.», 77, 328, 1949.
- 13) Hamilton P. B. e Van Slyke D. D.: The gasometric determination of free aminoacids in blood filtrates by the ninhydrin carbon dioxide method, «J. Biol. Chem.», 150, 231, 1943.
- 14) Hare R. S.: Endogenous Creatinine in Serum and Urine, «Proc. Soc. Exp. Biol. and Med.», 74, 148, 1950.
- 15) Imperato L.: Le disprotidemie nella patologia infantile, «Atti del XXIII Congresso Italiano di Pediatria», vol. I, pag. 355, 1954.
- 16) Levi E. e Lo Bianco S.: L'aminoacidemia e l'aminoaciduria nella malattia nefrotica, «La Medicina», 5, 681, 1955.
- 17) Lippman R. W.: Mechanism of Proteinuria. II) Identity of Urinary Proteins in the Rat Following Parenteral Protein Injection, «Proc. Soc. Exp. Biol. and Med.», 71, 546, 1949.
- 18) Luetscher J. A. Jr.: Electrophoretic Analysis of Plasma and Urinary Proteins, «J. Clin. Invest.», 19, 313, 1940.
- 19) Malmendier C., Gregoire F. e Lambert P.: Physiopathologie de l'albuminurie dans la nephrose et l'amyloidose. Effets du traitement par les hormones du cortex surrenale, «Rév. Franç. Etud. Clin. et Biol.», 2, 145, 1957.
- 20) Martin E. e Milhaud G.: Etude du metabolisme des acides aminés par la chromatographie sur papiere, «Bull. Schweiz. Akad. Med. Wissensch.», 8, 332, 1952.
- 21) Metcalf J., Kelsey W. M. e Janeway C. A.: The nephrotic Syndrome in Children. An Interpretation of its Clinical, Biochemical and Renal Hemodynamic Features as Variations of a Single Type of Nephron Disease, «J. Clin. Invest.», 30, 471, 1951.
- 22) Milhaud G. e Curvoisier B.: Appréciation du Metabolisme des acides aminés par la Chromatographie sur papier, «Helv. Med. Acta», 18, 475, 1951.
- 23) Monasterio G.: «Le nefropatie mediche», Sansoni Ed. Scientifiche, Firenze, 1954.
- 24) Poli E.: «Fisiopatologia e clinica del protidoplasma», Ed. Delfino, 1951.
- 25) Plueckton H., Schreier K. e Hauss H.: Untersuchungen zur Pathologie des Eiweiss. Stoffwechsel beim nephrotischen Syndrome, «Klin. Wochenschr.», 31, 558, 1953.
- 26) Rubin M. I., Rapoport M. e Randall M.: Estimation of Renal Function in Children with Gomerulonephritis and Nephrosis, «Am. J. Dis. Child.», 69, 322, 1945.
- 27) Schreiner G. E.: Determination of Inulin by means of Resorcinol, «Proc. Soc. Exp. Biol. and Med.», 74, 117, 1950.
- 28) Sereni F., Vullo C. e Marini A.: Clearance dell'emoglobina e variazioni della proteinuria indotta dal carico emoglobinico nel nefrotico, «La Clinica Pediatrica», 38, 537, 1956.
- 29) Sereni F.: Influenza reciproca nell'eliminazione renale di aminoacidi liberi, polipeptidi e proteine nel bambino sano e nefrotico, «Boll. Soc. Ital. Biol. Sperim.», 33, fasc. 6, 1957.
- 30) Sereni F.: Attuali vedute sulla patogenesi della proteinuria. Dal volume: «Scritti medici in onore del Prof. Luigi Villa», Ed. C.E.A., pag. 719, 1957.
- 31) Slater R., Kretschmer N., Mc Namara H. e Barnett H. L.: Protein Metabolism in Nephrosis. Studies on Proteinuria, «Abstracts of Combined Meeting of American Pediatric Society», «British Pediatric Association», the «Society for Pediatric Research», «Canadian Pediatric Society», pag. 126, 1955.
- 32) Smith H. W.: The Kidney. Structure and Function in Health and Disease, «The Oxford University Press», 1951.
- 33) Stein H. W.: A chromatographic investigation of the aminoacids constituents of normal urine, «J. Biol. Chem.», 201, 45, 1953.
- 34) Stowers J. M. e Dent C. E.: Studies on the mechanism of the Fanconi syndrome, «Quart. J. Med.», 16, 275, 1947.
- 35) Tausky H. H. e Shorr E.: A microcolorimetric method for the determination of inorganic phosphorus, «J. Biol. Chem.», 202, 675, 1953.
- 36) Van Slyke D. D., Mc Fayden D. A. e Hamilton P. B.: The gasometric determination of aminoacids in urine by the ninhydrin carbon dioxide method, «J. Biol. Chem.», 150, 251, 1943.
- 37) Von Berger H.: Physiologische Grundlagen des Aminosäurenstoffwechsels und ihre Bedeutung für die Therapie, «Schw. Med. Woch.», 83, 761, 1953.
- 38) Wilson H. E. C. e Muirhead A.: Effect of the presence of a pitressin like substance in the tissue fluids of nephrosis, «Acta Paed.», 45, 77, 1956.
- 39) Woolf C. I., Mc Giles H.: Urinary excretion of aminoacids and sugar in the nephrotic syndrome. A chromatographic study, «Acta Paed.», 45, 489, 1956.

Istituto di Clinica Chirurgica Generale dell'Università di Torino — Direttore: Prof. A. M. DOGLIOTTI  
 Istituto di Patologia Speciale Medica dell'Università di Torino — Direttore: Prof. G. C. DOGLIOTTI

## Problemi tecnici legati all'applicazione della emodialisi extracorporea

F. CALUZZI - G. B. GEMMA - F. MARGAGLIA - G. NOVARIO  
 A. VERCELLONE - G. PICCOLI - D. VARESE - F. LINARI

In precedenti pubblicazioni (n. 1, 2, 3, 12, 13, 14) sono state descritte le caratteristiche dell'apparecchio per emodialisi extracorporea da noi usato (Dogliotti, Battezzati, Taddei) - (fig. 1), le sue possibilità di impiego ed i primi risultati ottenuti in campo clinico: abbiamo tuttavia giudicato utile riassumere in questa nota, di indirizzo esclusivamente pratico, le norme di carattere tecnico riguardanti la preparazione ed il montaggio dell'apparecchio; inoltre le manualità più importanti che si impongono durante una seduta dialitica.

La buona riuscita di una dialisi extracorporea è infatti in gran parte legata ad un'accurata esecuzione

di tali pratiche che, pur in se stesse non particolarmente difficili, necessitano tuttavia di un prolungato allenamento da parte di un'équipe specializzata, potendo, in caso di errore, provocare incidenti pericolosi per la vita stessa del paziente.

Le norme che riportiamo rappresentano il frutto dell'esperienza di numerosi autori: esse hanno praticamente permesso il passaggio dell'applicazione extracorporea dallo stato sperimentale a quello della pratica applicazione sull'uomo; in taluni casi esse sono state da noi modificate in base alla nostra esperienza ed alle particolari esigenze dell'apparecchio da noi usato.

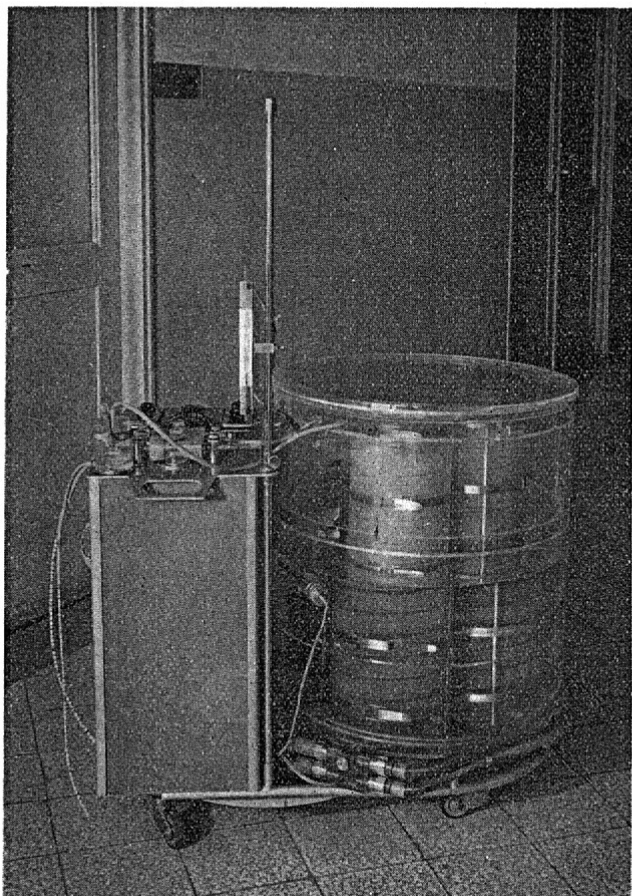


Fig. 1.

### Preparazione e sterilizzazione del materiale.

A questa prima fase deve essere attribuita una particolare importanza in quanto la sicurezza dell'applicazione è in gran parte legata all'accuratezza con la quale si provvede sia alla sterilizzazione del materiale, quanto all'allontanamento da esso di sostanze pirogene. La sterilizzazione e la depirogenizzazione sono problemi strettamente collegati tra loro ma di non contemporanea soluzione, in quanto la morte dei microrganismi, pur rappresentando un mezzo profilattico contro un'ulteriore produzione di pirogeni, non equivale, come è noto, all'allontanamento delle sostanze termoresistenti derivanti dai corpi microbici.

Da parte della maggioranza degli AA. che si occupano del rene artificiale vengono segnalati rialzi termici nel corso di dialisi, con percentuali varianti a seconda delle statistiche; probabilmente non tutte queste ipertermie sono da attribuirsi ai pirogeni in senso stretto; comunque è certo che una vera reazione da pirogeni durante una emodialisi è notevolmente pericolosa, date le condizioni precarie nelle quali si trovano generalmente i pazienti uremici.

L'estrema pulizia del materiale rappresenta dunque la base fondamentale della preparazione del rene artificiale; ricordiamo anche come sia necessario essere assolutamente certi della apirogenicità delle soluzioni usate per il lavaggio dei circuiti, dei flaconi destinati a contenerle e dei recipienti di raccolta del sangue dei donatori. E' prudente a tale scopo eseguire periodicamente dei controlli biologici nel coniglio. Nei primi tempi di attività di un centro per l'emodialisi extracor-

porea è utile, a nostro avviso, effettuare tale esame anche sul liquido di lavaggio del rene artificiale appena montato.

Per quanto riguarda i tubi di materia plastica o di silicone riteniamo prudente, qualora non si oppongano motivi di ordine finanziario, cambiarli completamente ad ogni dialisi. In tal caso sarà sufficiente per la loro preparazione un accurato lavaggio con una soluzione antisettica e detersiva (Desogen al 5%) e quindi una prolungata sciacquatura con acqua distillata sicuramente apirogena. Nel caso debbano essere riutilizzati, conviene trattarli con un detergente (Detergex: grammi 120 da portare, in cinque litri di acqua all'ebollizione) e lavarli in acqua corrente per 15-20 di prima di passarli in Desogen ed in acqua apirogena. Le membrane, le connessioni di Polistan, la camera del filtro richiedono lo stesso trattamento; la permanenza in Desogen al 5% deve essere almeno di 12 ore. La rete di nylon, funzionante da filtro, deve essere invece sempre sostituita ad ogni dialisi.

I raccordi metallici e quelli di vetro sono sterilizzati mediante bollitura od in autoclave, naturalmente dopo un'accurata pulizia meccanica ed un trattamento con Detergex.

Il cellophane presenta anche un altro problema, e cioè quello dell'eliminazione di sostanze in esso contenute non ancora esattamente individuate, responsabili di reazioni ipotensive ed emolitiche. Esiste a tale proposito una disparità di opinioni tra la maggioranza degli autori, che appunto per questo motivo ne consigliano una ebollizione prolungata, e Kolff che, non avendo mai riscontrato inconvenienti di questo tipo, ritiene che la bollitura possa alterare la levigatezza della membrana, con conseguente alterazione degli elementi figurati del sangue.

Pur non avendo approfondito il problema con studi personali, noi abbiamo sempre preferito trattare il cellophane con una ebollizione di 12 ore in soluzione fisiologica sterile apirogena, soluzione che viene completamente cambiata almeno due volte (4<sup>a</sup> e 11<sup>a</sup> ora).

Dopo la bollitura, il cellophane può essere conservato in bacinelle di vetro, a chiusura ermetica, accuratamente depirogenizzate, immerso in una soluzione fisiologica sterile apirogena. Leonard consiglia di tenere il recipiente in ghiacciaia. Prima dell'uso viene nuovamente bollito, per 60 minuti.

### Montaggio dell'apparecchio.

La sala di montaggio deve essere resa, per quanto è possibile, asettica con quei procedimenti che sono in uso per la pulizia delle sale operatorie. Il materiale viene trattato con mani protette da guanti sterili di gomma, le estremità dei tubi vengono protette con garze sterili.

L'apparecchio viene montato immediatamente prima di ogni seduta dialitica per evitare possibili inquinazioni del sistema dializzante. Siamo soliti cominciare dall'apparato propulsore del rene artificiale, preferendo lasciare per ultimo il più complesso e delicato montaggio di quello dializzante vero e proprio, cioè i cilindri e le loro connessioni.

La sistemazione della membrana di silicone nella pompa richiede una notevole accuratezza. In particolare modo è necessario evitare che la membrana stessa

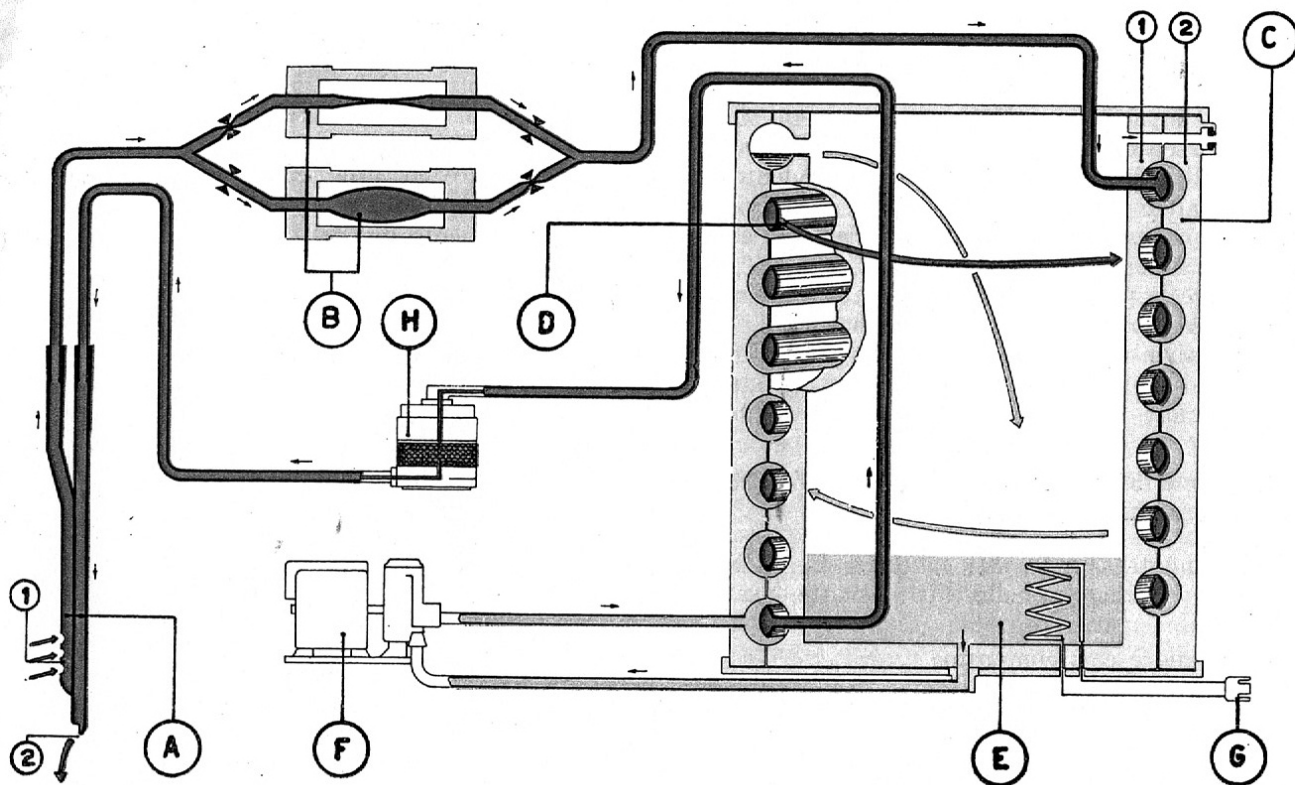


Fig. 2.

presenti torsioni in senso longitudinale, al fine di impedire, durante il meccanismo alternato di compressione e decompressione, l'insorgenza di correnti vorticosi le quali possono creare un eccessivo traumatismo degli elementi figurati del sangue e conseguentemente l'emolisi. La membrana deve essere inoltre ben distesa: la sua elasticità sarà così massima e si otterrà un miglior deflusso del sangue e di conseguenza un più alto rendimento della pompa stessa.

Sistemata la membrana, la pompa viene riempita di soluzione fisiologica: con una dosata pressione sullo stantuffo si elimina l'eccesso di soluzione introdotta, avendo cura di rimuovere anche le eventuali bolle d'aria.

Collocate le pompe nell'apposito alloggiamento sull'apparecchio e messo a punto il filtro, si provvede al montaggio del restante sistema di propulsione. Il tubo di silicone destinato ad innestarsi col catetere di aspirazione viene connesso, per mezzo di un raccordo a tre vie, ai tubi d'entrata delle pompe, alla deviazione laterale del « by pass » (che viene ad innestarsi con il tratto di reimmissione), ed al flacone di riserva del sangue (fig. 2).

Si stabilisce temporaneamente una connessione diretta tra l'uscita delle pompe ed il filtro mediante il tubo che collegherà le prime ai dializzatori; all'uscita del filtro si sistemano i raccordi con il tubo destinato al collegamento con il catetere di reimmissione e con il « by pass ». Il sistema di « by pass » è particolarmente utile in quanto permette di mantenere in movimento il sangue nell'apparecchio, con le vie di reimmissione e di aspirazione chiuse, e cioè con il paziente escluso. Aprendo inoltre la derivazione innestata al flacone di riserva del sangue, e chiudendo l'aspirazione dal paziente, è possibile praticare delle trasfusioni in corso di dialisi.

Ultimato il collegamento di tutto il circuito extracorporeo si procede alla messa a punto delle valvole annesse alle pompe, facendo circolare nel sistema di propulsione dell'apparecchio della soluzione di desogen al 0,5 % e regolando il deflusso del liquido alla portata massima voluta. Infine vengono montati i tre cilindri dializzatori: la membrana dializzante viene avvolta sui cilindri montati su un apposito sostegno. Particolare cautela per evitare lacerazioni del cellophane, va posta nell'applicazione delle valvole contenitive.

Successivamente si sistemano i cilindri nella vasca, che viene riempita di acqua, si mettono in funzione le pompe del bagno e si procede alla verifica dell'integrità del cellophane; a tale scopo si immette nell'estremità inferiore del circuito di ogni dializzatore, dell'ossigeno (0,2-0,5 litri al minuto). In caso di rottura del cellophane il gas passa nell'intercapedine tra membrana e cilindro e gorgoglia nell'acqua del bagno.

Prima di connettere i dializzatori al circuito di propulsione usiamo lavare abbondantemente quest'ultimo con acqua distillata sterile di recente preparazione. In seguito, connesso il circuito propulsore a quello dializzatore, procediamo ad un ulteriore lavaggio di tutto il sistema con almeno 20 litri di soluzione fisiologica, avendo cura di far progredire il liquido a velocità minime, per evitare lacerazioni del cellophane da brusco assestamento. Come già detto in precedenti pubblicazioni, il nostro apparecchio può essere montato con i cilindri disposti in serie o in parallelo, a seconda che si preferisca favorire una disidratazione del paziente, o viceversa mantenere in pareggio gli scambi idrici tra sangue e bagno di dialisi.

Dal punto di vista del montaggio, le manovre da eseguirsi sono pressochè identiche nelle due disposizioni: nel sistema in serie le pompe saranno collegate

con i tubi di silicone alla estremità inferiore del cellophane del primo cilindro; l'estremità superiore dello stesso cilindro sarà connessa con quella inferiore del secondo ed in ultimo uno stesso collegamento si stabilirà tra il secondo ed il terzo. Nel sistema in parallelo invece i cilindri verranno collegati indipendentemente l'uno dall'altro mediante un raccordo a tre vie, alle pompe di propulsione (estremità inferiore) ed al filtro (estremità superiore).

In genere la preparazione ed il montaggio completo dell'apparecchio richiedono circa tre ore.

Come ultime manovre lasciamo la preparazione del bagno di dialisi ed il riempimento con sangue dell'apparecchio.

### Preparazione del bagno di dialisi e riempimento dell'apparecchio.

Generalmente siamo soliti condurre la dialisi con un bagno simile a quello ultimamente usato da Merrill.

Tale bagno è così composto:

NaCl	g. 6,60	Na+	140,0 mEq/litro
CO <sub>3</sub> HNa	g. 2,25	K+	4,0 mEq/litro
KCl	g. 0,3	Ca++	5,2 mEq/litro
MgCl <sub>2</sub>	g. 0,1	Mg+	1,0 mEq/litro
CaCl <sub>2</sub>	g. 0,3		
Glucosio	g. 1	HCO--	27,0 mEq/litro
Acqua	l. 1	Cl--	120,6 mEq/litro

I sali purissimi, già pesati in precedenza e conservati separatamente in recipienti di vetro a chiusura ermetica, vengono versati nella vasca. Nei casi in cui particolari condizioni dell'ammalato consigliano modificazioni nella composizione del bagno, si procede alla loro pesatura estemporanea.

Dopo aver disciolto i sali, il bagno di dialisi viene portato alla temperatura voluta e ad essa mantenuto mediante un termostato riscaldatore. In genere siamo soliti condurre la dialisi con il bagno a temperatura di 37° C affinché il sangue possa essere introdotto in condizioni isotermitiche.

Il sangue necessario a riempire l'apparato e quello che deve essere tenuto a disposizione per eventuali trasfusioni intradialitiche, deve essere prelevato il più vicino possibile al momento della dialisi, e da donatori digiuni. Per la scelta dei donatori siamo soliti eseguire in vitro la prova crociata di compatibilità tra il sangue di ogni singolo donatore e quello del paziente, al fine di diminuire le possibili reazioni trasfusionali favorite ed esacerbate dalla considerevole quantità di sangue immesso in un breve lasso di tempo nel paziente.

Il sangue prelevato con asepsi rigorosa, in flaconi sicuramente apirogeni, viene reso incoagulabile con l'aggiunta di eparina alla dose di 17 mg. per ogni 500 ml.

Viene fatto defluire il liquido di lavaggio dell'apparecchio e si procede al suo riempimento con sangue, avendo cura di eliminarne i primi 50 ml. in quanto diluiti dalla soluzione fisiologica.

Nella disposizione dei cilindri in parallelo si osserva molto spesso un ineguale riempimento dei tre dializzatori: il sistema tuttavia si equilibra spontaneamente in un tempo successivo ed è quindi inutile forzare

un tale risultato con manovre manuali, che possono provocare squilibri pressori nel circuito tali da determinare la rottura del cellophane. Riempito l'apparecchio e creato un certo livello nel recipiente del filtro, in attesa del collegamento al paziente, il sangue viene fatto circolare in « by pass », onde evitarne l'eventuale coagulazione.

Il riempimento dei dializzatori con sangue rappresenta il momento più pericoloso per una rottura del cellophane, in quanto con tale manovra si provoca l'assessamento della membrana nelle docce scanalate dei cilindri. Questa eventualità, del resto rara una volta acquisita una certa esperienza, non rappresenta un grave incidente data la ripartizione della superficie dializzante in tre dializzatori. La perdita del sangue è infatti così limitata e, qualora l'incidente avvenga in corso di dialisi, è possibile continuare l'applicazione con i cilindri rimasti mentre si procede alla sostituzione del dializzatore con un altro estemporaneamente preparato.

### Preparazione dell'ammalato.

La preparazione dell'ammalato all'intervento dipende dalle sue condizioni cliniche, tenendo in particolare considerazione il suo stato circolatorio e psichico. Di routine, allo scopo di evitare eventuali reazioni allergiche, siamo soliti somministrare degli antiistaminici, piccole dosi di cortisone, ed in taluni casi, quando le condizioni pressorie lo permettono, dei ganglioplegici. Se il malato è particolarmente agitato è utile ricorrere anche ad iniezioni sedative. Nei casi in cui il paziente non è già sottoposto a terapia antibiotica è prudente la somministrazione di penicillina che verrà prolungata nei giorni immediatamente consecutivi alla dialisi.

Il nostro apparecchio per emodialisi permette di usufruire di un circuito veno-venoso: il sangue viene aspirato dalla vena cava inferiore e reimmesso nel distretto della cava superiore. Il catetere di aspirazione viene introdotto attraverso la safena o la femorale sino nella cava inferiore, mentre quello di reimmersione viene introdotto in una vena del braccio (cefalica) per un tratto sufficiente al suo fissaggio mediante una semplice legatura.

Non staremo ad illustrare la tecnica di isolamento dei vasi precedentemente menzionati. Riferiamo solamente che dopo aver accuratamente completata l'emostasi delle ferite praticate per l'isolamento e prima di somministrare l'eparina, siamo soliti attendere almeno 20 minuti al fine di favorire l'emostasi fisiologica per trombosi dei piccoli vasellini recisi durante la manovra chirurgica. Seguendo questa metodica è sempre stato possibile evitare emorragie a nappo di una certa entità.

La quantità di eparina da somministrare varia a seconda delle prove emogeniche e dei tests di tolleranza eseguiti sul paziente: la dose iniziale corrisponde generalmente a circa 1 mg./Kg. di peso corporeo. Cinque o sei minuti dopo la somministrazione dell'eparina, si provvede all'incannulamento delle vene: i cateteri, sterilizzati in formalina e conservati in appositi recipienti tubulari di plexiglas, al momento dell'uso vengono accuratamente e ripetutamente lavati sia all'interno che all'esterno, con soluzione fisiologica. Introdotti nelle vene, vengono riempiti di sangue sino

alle loro estremità esterne. I due cateteri, in un secondo tempo saranno collegati ai rispettivi tubi di entrata e di uscita dell'apparecchio.

### Controllo del paziente durante la dialisi.

Nel corso della dialisi il paziente deve essere debitamente sorvegliato sia dal punto di vista clinico che laboratoristico.

Particolare importanza riveste lo studio del bilancio idrico per le profonde ripercussioni cliniche che le sue eventuali modificazioni possono provocare. Noi usiamo effettuare tale studio attraverso il controllo costante del peso del paziente con una bilancia collegata al letto e la determinazione oraria del tasso delle proteine plasmatiche e dell'ematocrito, sia all'entrata che all'uscita dai dializzatori.

Il controllo del peso è particolarmente importante in quanto, se la bilancia è sufficientemente sensibile, permette la segnalazione immediata e sicura di qualsiasi variazione della dotazione idrica dell'organismo.

E' così possibile controllare non solo l'entità delle modificazioni idriche secondarie agli scambi tra bagno di dialisi e sangue (modificazioni in genere lente) ma anche le possibili, se pur rare, variazioni improvvise della massa sanguigna per inconvenienti nell'apparato dializzante (difetti nei cateteri di introduzione ed aspirazione, rottura di un cilindro, assestamento del sangue nel circuito in seguito a brusche variazioni di portata).

Con l'apparato dializzante da noi usato, qualora non si proceda, in caso di pazienti disidratati, alla somministrazione estemporanea di sangue o di soluzione isotonica, si assiste generalmente ad una caduta del peso, insignificante nel caso della dialisi in parallelo, intenso nel caso della dialisi in serie.

In presenza di pletora idrica la disidratazione si rivela frequentemente molto benefica e ben tollerata per il rapido ripristino della massa plasmatica. In caso di caduta della pressione si provvede ad un'adeguata trasfusione e si modifica la disposizione dei dializzatori, continuando l'applicazione in parallelo.

Naturalmente nel bilancio idrico, devono essere attentamente computate le eventuali perdite per altre cause (diuresi, scariche diarroiche, ecc.) o la somministrazione di liquidi per altre vie. Sfugge tuttavia ad un sicuro controllo la perdita idrica attraverso il sudore ed il respiro, troppo influenzabile da molteplici cause per poter essere teoricamente calcolata.

Il dosaggio delle proteine plasmatiche (eseguite rapidamente attraverso la misura della densità plasmatica con il metodo di Philips e Van Slyke) e la determinazione dell'ematocrito permettono di rendersi conto, se pur grossolanamente, delle modificazioni della massa plasmatica. Il valore di partenza di tali dati deve essere calcolato dopo un'ora dall'inizio della dialisi, quando è avvenuto un completo mescolamento tra il sangue dei donatori e quello del malato.

Ad ogni ora di dialisi deve essere controllata la percentuale di urea contenuta nel sangue all'entrata ed all'uscita dai dializzatori e la concentrazione ureica del bagno di dialisi.

Mediante tali dati e conoscendo la portata minuto del sangue nell'apparecchio è possibile calcolare quegli indici, da noi già discussi in un'altra pubblicazione

(n. 12), che permettono di determinare, da una parte, l'effettivo rendimento dell'apparecchio (indice di estrazione ureica, clearance ureica istantanea o, corretti per la concentrazione dell'urea nel bagno, indice di livellamento ureico e potere dializzante ureico) e, dall'altra, il risultato complessivo della dialisi (clearance ureica media, indice di dialisi ureica). Un confronto tra tali indici permette, con un'adeguata esperienza, di evidenziare l'eventuale influenza di fattori estranei al rendimento dell'apparato dializzante.

Il controllo degli elettroliti può essere effettuato con minor frequenza, salvo in quei casi in cui sono presenti profonde alterazioni.

Indispensabile è la frequente determinazione della sodiemia e della potassiemia, del resto rapidamente dosabili mediante lo spettrofotometro a fiamma. In particolare il comportamento della potassiemia rappresenta un elemento a volte più importante del tasso ureico per stabilire il tempo di durata della dialisi.

Di notevole interesse è completare il più possibile uno studio del quadro elettrolitico seguendone le variazioni almeno due volte nel corso dell'applicazione. Noi usiamo determinare il  $\Delta$  crioscopico (corretto secondo la formula di Hamburger), la riserva alcalina, il Ca, il Mg, il P ed il Cl. Di tali determinazioni noi eseguiamo contemporaneamente all'applicazione solo quelle che un esame preliminare ha dimostrato più compromesse, rimandando le altre ad un successivo periodo di tempo per non complicare eccessivamente la già gravosa assistenza.

In tutte le dialisi noi usiamo anche seguire le variazioni della creatininemia e della reazione xantoproteica espressa in unità Becher.

Il tempo di Howell, viene periodicamente controllato allo scopo di regolare il tasso di eparina necessario a mantenere il sangue incoagulabile. Per avere un discreto margine di sicurezza noi usiamo mantenerlo sul valore di 6-7 minuti.

Questo controllo è notevolmente utile in quanto la risposta all'eparina è variabile da un paziente all'altro. Nelle nostre applicazioni abbiamo usato quantità di eparina varianti tra i 120 e i 300 mg.

La pressione arteriosa, la frequenza del polso e del respiro devono essere controllate a brevi intervalli.

Col nostro apparecchio non abbiamo riscontrato rialzi pressori di un certo rilievo. Più frequente è il riscontro di una caduta pressoria che avviene in genere lentamente e che permette quindi la messa in opera dei presidi terapeutici, varianti naturalmente a seconda del meccanismo patogenetico riconosciuto responsabile (trasfusioni, analettici, cardiotonici, cardiocinetici, simpaticomimetici). Il controllo del peso permette in tali casi di riconoscere l'eventuale responsabilità di una perdita idrica. Nei casi con collasso periferico si è dimostrata particolarmente utile la somministrazione goccia a goccia di noradrenalina in soluzione isotonica che ha permesso di iniziare e condurre a termine dialisi anche in pazienti in gravi condizioni circolatorie.

Il controllo elettrocardiografico viene ripetutamente effettuato, specie nei pazienti presentanti gravi squilibri degli elettroliti, in quanto in molti casi permette di riconoscere gli effetti della loro correzione sulla fibra cardiaca.

Particolare attenzione a questo riguardo deve essere

prestata nei pazienti affetti da nefropatia cronica, specie se digitalizzati, in quanto è stata segnalata da Merrill la possibile insorgenza di pericolose aritmie conseguenti alle brusche variazioni elettrolitiche.

Occorre controllare periodicamente anche la temperatura del paziente. Quando notiamo la comparsa di brividi e l'elevazione della temperatura, oltre alla somministrazione di antiistaminici e di ganglioplegici, noi siamo soliti diminuire la temperatura del bagno di dialisi onde raffreddare il sangue che l'attraversa. Si ottiene così di solito un abbassamento della temperatura corporea del malato ed un pronto miglioramento dei fenomeni collaterali che l'accompagnano.

Lo stato delle ferite deve essere periodicamente controllato allo scopo di tamponare eventuali emorragie.

Date le gravi condizioni in cui generalmente versano i malati che necessitano di un'applicazione dialitica extracorporea, è opportuno tenere sempre nella sala di dialisi l'occorrente per un'eventuale ossigenoterapia ed un aspiratore gastrico.

#### Andamento generale della dialisi.

L'inizio della dialisi viene effettuato in genere lentamente, riducendo al minimo la portata dell'apparecchio, al fine di prolungare il più possibile il tempo di introduzione nel paziente del sangue dei donatori.

Particolare attenzione deve essere posta, in questo primo periodo, alle variazioni del peso che possono denunciare eventuali impedimenti nei cateteri di entrata e di uscita. Modificazioni di scarsa entità possono invece essere trascurate in quanto secondarie all'adattamento del circuito alle variazioni di portata. Tale fenomeno è nell'apparecchio da noi usato praticamente trascurabile, perchè il cellophane è mantenuto in situ da due superfici indeformabili.

Superato il momento iniziale della dialisi, che rappresenta uno dei tempi più delicati dell'intervento, la portata dell'apparecchio viene lentamente e progressivamente aumentata sino a raggiungere i valori ottimali (in genere 300 ml./min.).

Man mano che prosegue l'applicazione aumenta gradualmente la quantità di urea nel bagno con conseguente riduzione dell'efficacia della depurazione per la diminuzione del gradiente di concentrazione ureico tra sangue e bagno. L'ampia capacità del nostro bagno di dialisi (litri 210) limita notevolmente tale inconveniente. E' tuttavia opportuno per abbreviare il più possibile il tempo della dialisi, rinnovare il bagno almeno una volta durante l'applicazione (dopo 3 ore circa dall'inizio).

La durata della seduta dialitica è regolata in base ai dati ematochimici ed alle condizioni dell'ammalato. In genere sedute di cinque-sei ore sono ben tollerate e permettono un'efficace regolarizzazione degli squilibri ematochimici del paziente. Accade talora nell'ultimo periodo di una prolungata applicazione di notare una netta diminuzione nella curva di caduta del tasso ureico del paziente. Lo studio degli indici di depurazione ureica permette in taluni casi di interpretare tale fenomeno come secondario ad una poussée ipercatabolica, confermata frequentemente anche da un arresto nella caduta della potassiemia o addirittura da un lieve aumento del tasso ematico di tale elettrolita

rispetto alla determinazione precedente. In altri casi invece sembra diminuire il rendimento stesso dell'apparecchio (diminuita permeabilità della membrana?). In ambedue le eventualità noi siamo soliti sospendere la seduta dialitica.

Terminata l'applicazione, le ferite vengono accuratamente suturate. Nei casi in cui si rivela la necessità si procede alla somministrazione di solfato di protamina. Nelle ore immediatamente successive il paziente deve essere attentamente sorvegliato.

Dott. F. Caluzzi, G. B. Gemma, F. Margaglia, G. Novario  
Istituto di Clinica Chirurgica Generale dell'Università  
Torino

Dott. A. Vercellone, G. Piccoli, D. Varese, F. Linari  
Istituto di Patologia Speciale Medica dell'Università  
Torino

#### BIBLIOGRAFIA

- Dogliotti A. M., Battezzati A. e Taddei C.: Il rene artificiale: Descrizione di un nuovo apparecchio per emodialisi extracorporea, « Min. Nefrologica », IV, 29, 1957.
- Gemma G. B., Laugeri V., Bessè C., Vercellone A., Angelino P. F., Lunnell G., Gaido P. L.: Influenza del tipo di cellophane sul rendimento della dialisi rispetto all'urea nel rene artificiale Dogliotti-Battezzati-Taddei, « Min. Nefrologica », IV, 42, 1957.
- Gemma G. B., Bessè C., Laugeri V., Bachi V., Vercellone A., Angelino P. F., Linari F., Lunnell G.: Comportamento rispetto al bilancio idrico del rene artificiale Dogliotti-Battezzati-Taddei, « Min. Nefrologica », IV, 49, 1957.
- Kolff W.: « New ways of treating uraemia », Ed. Churchill, London, 1947.
- Leonard T., Skeggs, et altri: Artificial kidney. III: Elimination of vasodepressor effects due to cellophane, « J. of Lab. and Clin. Med. », 36, 272, 1950.
- Maher F., Watkins L. C.: Laboratory experiences with the Skegg-Leonards artificial kidney, « Proceedings of the Staff of the Mayo Clinic », 31, 350, 1956.
- Richet G., Crosnier J., Masson M.: Traitement de l'insuffisance rénale par le rein artificiel. (A propos de 50 cases). « Bull. et Mém. Soc. Méd. de Paris », 21-22, 848, 1955.
- Philips R. A., Van Slyke O. D., Dole V. P., Emerson K., Hamilton P. B., Archibald R. M.: Copper sulfate method for measuring specific gravities of whole blood and plasma, « Bull. U. S. Army M. Dept. », 71, 66, 1943.
- Shigeto Aoyama, W. Kolff: Treatment of renal failure with the disposable artificial kidney, « Ann. J. Med. », 23, 565, 1957.
- Skegg L. T., Leonards J. R., Heisler C., Kahn J. R.: Elimination of vasodepressor effects due to cellophane, « J. Lab. Clin. Med. », 36, 272, 1950.
- Taddei C., Mosetti P.: Il rene artificiale. Nota II: Studio sull'ipotensione dovuta all'impiego della membrana di cellophane nella dialisi extracorporea, « Min. Med. », II, 2007, 1953.
- Vercellone A., Angelino P. F., Lunnell G., Linari F., Gemma G. B., Laugeri V., Bessè C.: Proprietà dialitiche rispetto all'urea del rene artificiale Dogliotti-Battezzati-Taddei, « Min. Nefrologica », IV, 37, 1957.
- Vercellone A., Angelino P. F., Lunnell G., Gaido P. L., Gemma G. B., Bessè C., Laugeri V.: Rendimento della dialisi rispetto all'urea con il sistema in serie ed in parallelo nel rene artificiale Dogliotti-Battezzati-Taddei, « Min. Nefrologica », IV, 45, 1957.
- Vercellone A., Angelino P. F., Linari F., Lunnell G., Taddei C., Gemma G. B., Caluzzi F., Laugeri V., Bessè C., Bachi V.: Il rene artificiale Dogliotti-Battezzati-Taddei nell'applicazione clinica, « Min. Nefrologica », IV, 53, 1957.