

# 1966: un'apparecchiatura di dialisi peritoneale automatica. Un'esperienza personale

S. Alloatti

U.B. di Nefrologia e Dialisi, Ospedale della Valle D'Aosta, Aosta

## Riassunto

*Nel 1966 presso la Nefrologia della Clinica Medica dell'Università di Torino fu costruita un'apparecchiatura automatica di dialisi peritoneale al fine di facilitare l'esecuzione della dialisi peritoneale a ciclo rapido. Tre temporizzatori regolavano le fasi di ingresso, permanenza ed uscita del liquido di dialisi. I tempi di ingresso e di uscita del dialisato erano ridotti tramite un aumento delle sezioni delle linee del dialisato ed utilizzando una pressione negativa nel serbatoio di scarico. Un registratore meccanico registrava le curve di uscita del dialisato. La dialisi peritoneale a ciclo rapido aumentò la dialisanza peritoneale dell'urea da 18 a 34 ml/min facilitando il trattamento di pazienti in insufficienza renale acuta e cronica.*

## 1966: an automatic peritoneal dialysis machine

*In 1966 a self-made peritoneal dialysis machine according to Boen's model was built at the Nephrology Unit of the University of Turin (Italy) to facilitate the conduction of "rapid-exchange" peritoneal dialysis. Three timers controlled the dialysate inflow, dwell and outflow phases. Inflow and outflow times were reduced by means of wide dialysate lines and negative pressure in the drainage reservoir. A mechanical recorder registered the outflow curves. With rapid-exchange peritoneal dialysis, urea clearance increased from 18 to 34 mL/min, thereby improving the treatment of both acute and chronic renal failure patients. (G Ital Nefrol 2007; 24: 236-9)*

✉ Dr. Sandro Alloatti

Loc. Petit Français, 18

11020 Quart (AO)

e-mail: [alloatti.sandro@uslaosta.com](mailto:alloatti.sandro@uslaosta.com)

## Parole chiave:

Dialisato,  
Dialisi,  
Dialisi peritoneale,  
Urea clearance

## Key words:

Dialysate,  
Dialysis,  
Peritoneal dialysis,  
Urea clearance

## INTRODUZIONE

In Piemonte, il trattamento dell'insufficienza renale acuta (IRA) con rene artificiale iniziò nel 1955 ad opera di Achille Mario Dogliotti (1, 2) che trattò con successo un caso di anuria da incompatibilità trasfusionale. Due anni dopo, Antonio Vercellone (3) pubblicò i risultati dei primi 5 pazienti trattati per IRA con il rene artificiale "Dogliotti-Battezzati-Taddei". L'apparecchiatura era molto complessa e consisteva in tre cilindri sui quali era avvolta la membrana dializzante in forma tubulare, immersi in una vasca di soluzione dializzante. Il priming del sistema era elevato e richiedeva una trasfusione di sangue preliminare, l'accesso ai vasi per ottenere la circolazione extracorporea era in quegli anni problematico. Queste difficoltà tecniche indussero il gruppo della Clinica Medica di Torino, a partire dal 1965, ad affiancare la dialisi peritoneale all'emodialisi nel trattamento dell'insufficienza renale, seguendo le innovazioni tecni-

che introdotte da Mort Maxwell (1924-2000) negli Stati Uniti (4) e aumentando l'efficacia depurativa della metodica mediante maggiori volumi di dialisato sostituiti nel paziente "a ciclo rapido" (5).

La mia esperienza risale a quegli anni, essendo entrato a far parte della Nefrologia della Clinica Medica dell'Università di Torino come studente nel 1965. L'anno successivo, in un soggiorno di studio ad Amsterdam, ebbi la possibilità di osservare il funzionamento di un *cycler* di dialisi peritoneale costruito da Fred Boen (6) che facilitava l'esecuzione degli scambi. Con fondi del CNR lo riprodussi personalmente e ne migliorai alcuni aspetti.

## DESCRIZIONE TECNICA DELL'APPARECCHIATURA

L'apparecchiatura (Fig. 1) (7) era costituita da un traliccio metallico che supportava tre piani. Su quello supe-

Alloatti

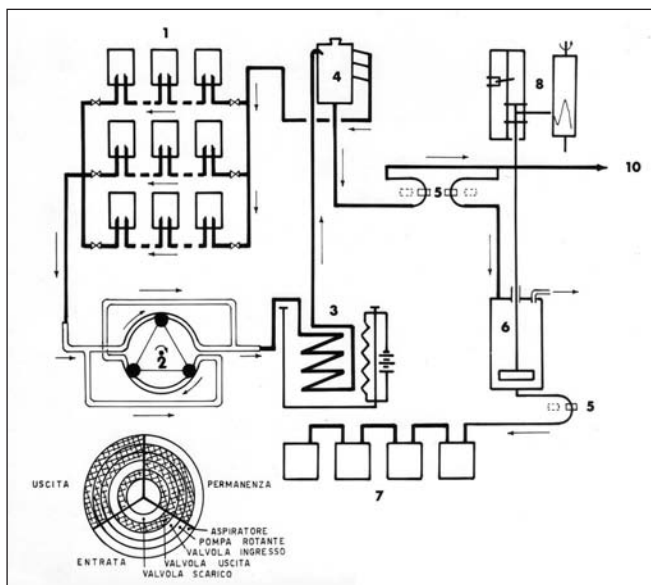


Fig. 1 - Schema dell'apparecchiatura di dialisi peritoneale automatica. (Per la descrizione dei componenti vedi testo).

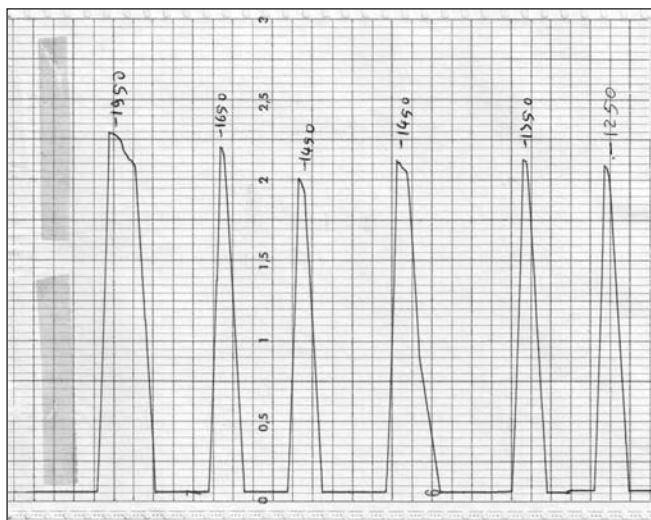


Fig. 2 - Esempio di registrazione delle curve di uscita del liquido di dialisi.

riore erano sistemati i flaconi sterili del dialisato, sull'intermedio un contenitore contenente una pompa peristaltica, i temporizzatori e le elettrovalvole, sul piano inferiore il termostato e i bottiglioni di scarico. I flaconi del dialisato di due litri, preparati dalla farmacia ospedaliera, erano disposti in posizione capovolta e collegati l'uno all'altro da set a doppio ago in maniera da realizzare un unico serbatoio di dialisato sterile (vedi Fig. 1, (1), sezionabile all'occorrenza in tre settori con flaconi a diversa concentrazione di glucosio per adattarsi alle esigenze di disidratazione del paziente. Dal primo flacone una linea sterile portava ad una doppia

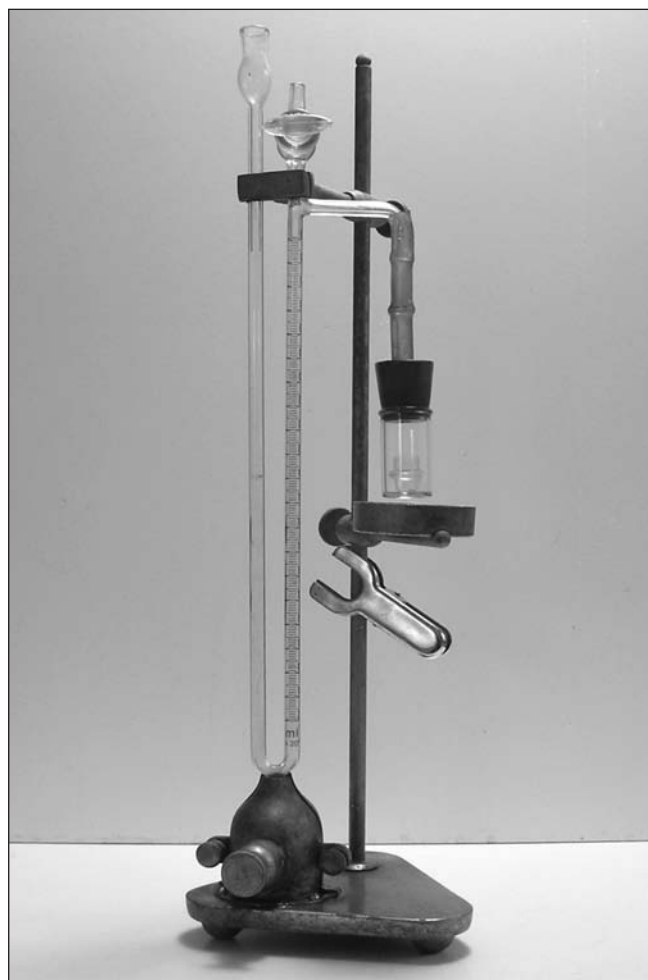


Fig. 3 - Ureometro di Dall'Aira. (Su concessione di M. Rotunno di Torino) In quegli anni l'urea era determinata manualmente inserendo il campione da analizzare, opportunamente deproteinizzato, in un bicchierino cilindrico. All'interno di quest'ultimo veniva collocato un secondo bicchierino più piccolo contenente il reattivo, ipobromito di sodio. Con attenzione, per non capovolgere il bicchierino piccolo, il bicchierino più grande veniva collegato all'apparecchiatura tramite un tappo di gomma. Dopo aver regolato a zero il livello di alcool contenuto nelle branche dell'apparecchiatura, con un movimento brusco si provocava il capovolgimento del bicchierino piccolo avviando una reazione chimica che portava alla produzione di  $N_2$  la cui entità, misurata dalla discesa dell'alcool nella branca dx, era proporzionale all'urea del campione.

pompa peristaltica a 3 rulli (2), di qui ad un bagno termostatico (3) e quindi ad un flacone dosatore (4) realizzato in pyrex e sistemato su un'asta elevatrice collegata al traliccio metallico. Il flacone dosatore presentava 3 uscite corrispondenti a volumi di 1-1,5-2 litri di dialisato, collegate all'ultimo flacone del serbatoio (1); per regolare la quantità di liquido in ingresso si lasciava aperta la linea di "troppo pieno" corrispondente. Dal flacone dosatore (munito di una presa per l'aria, filtrata) partiva una linea che, transitando attraverso un'elet-

1966: un'apparecchiatura di dialisi peritoneale automatica. Un'esperienza personale

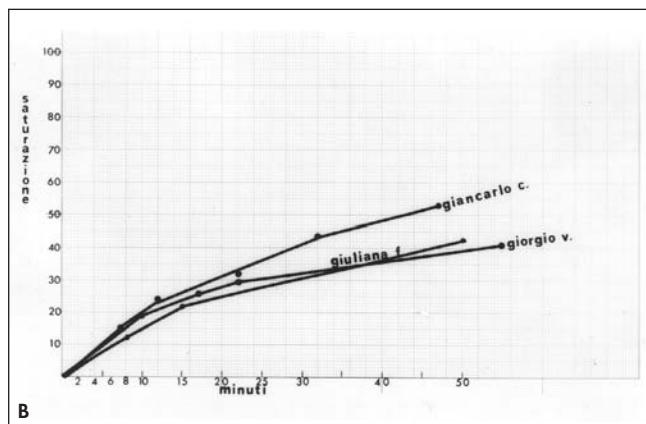
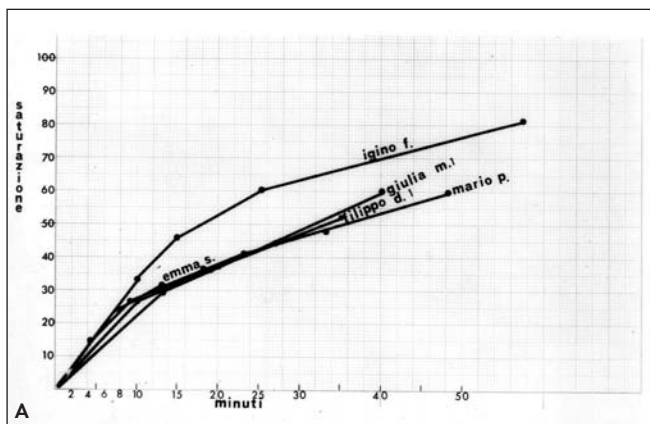


Fig. 4A e B - Esempi di differenti permeabilità peritoneale all'urea in due gruppi di pazienti.

In ordinata per "saturazione" si intende il rapporto percentuale tra urea nel dialisato peritoneale e urea plasmatica ai diversi tempi di permanenza.

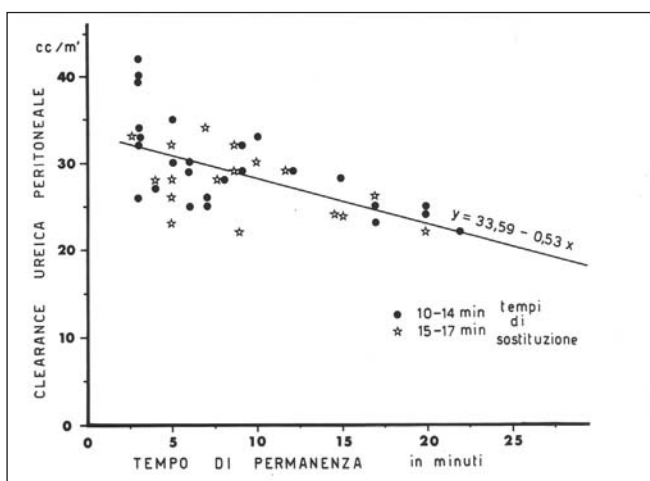


Fig. 5 - Relazione tra clearance ureica peritoneale e tempo di permanenza del dialisato nella cavità peritoneale.

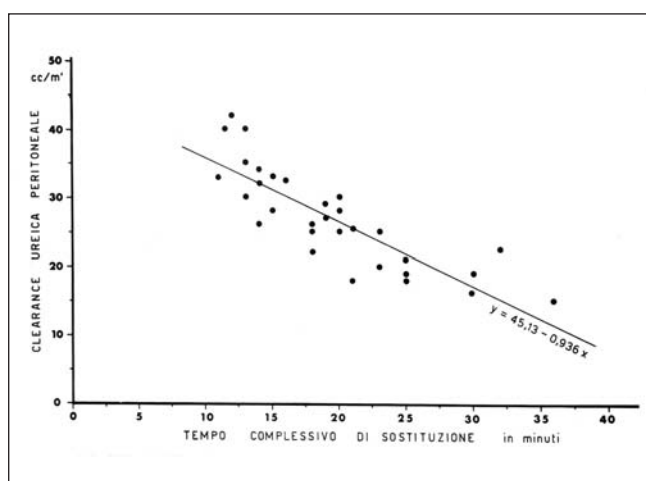


Fig. 6 - Relazione tra clearance ureica peritoneale e tempi di sostituzione (ingresso + uscita del dialisato).

trovalvola (5), giungeva al paziente. Una linea a T su questo tratto portava, tramite un'altra elettrovalvola (5), ad un serbatoio di scarico in plexiglas (6) munito di galleggiante collegato ad un sistema di registrazione su carta che tracciava la curva di scarico ed i relativi volumi (Fig. 2). Dal serbatoio di scarico una linea su cui era montata un'altra elettrovalvola (5) portava ai bottiglioni di scarico. Tre temporizzatori Crouzet a riarmo istantaneo regolavano le tre fasi del ciclo dialitico illustrate nella Figura 1: a) di ingresso a caduta del dialisato in peritoneo, b) di permanenza, c) di uscita. Durante le fasi b) e c) la pompa peristaltica provvedeva a rifornire il flacone dosatore. Il transito dal serbatoio di scarico ai bottiglioni di scarico avveniva durante la fase a). Una pompa di aspirazione regolabile facilitava la fase c). Un adeguato diametro delle linee che collegava il serbatoio dosatore al paziente (8 x 11 mm) consentiva la risalita delle bolle d'aria che rappresentava in quegli

anni un problema tecnico per la mancata deaerazione del dialisato. Le elettrovalvole erano formate da elettrocalamite che dalla posizione aperta ad U di un tratto di silastic 4 x 8 mm portavano alla posizione "chiusa" trasformando la U in una  $\Sigma$ , quindi con triplice occlusione. Motore della pompa peristaltica, elettrovalvole e temporizzatori erano alloggiati in un contenitore insonorizzato con lana di vetro.

In quegli anni la dialisi peritoneale si contrapponeva all'emodialisi per facilità di esecuzione e minori inconvenienti, ma l'efficienza depurativa della metodica di Maxwell era di gran lunga inferiore. Studi di cinetica dell'urea determinando manualmente l'urea ipobromitica (Fig. 3) avevano indicato ampie differenze di permeabilità del peritoneo a seconda del paziente (Fig. 4) e miglioramenti della clearance ureica sia con un'ottimizzazione dei tempi di permanenza del liquido in peritoneo (Fig. 5), sia con una riduzione dei tempi di



Fig. 7 - Apparecchiatura di dialisi peritoneale automatica realizzata dalla SORIN di Saluggia sul prototipo Alloatti (9).

ingresso e uscita del liquido peritoneale (Fig. 6). A seconda della permeabilità peritoneale del singolo paziente era scelto il tempo di permanenza ottimale ricercando l'equilibrio tra consumo di liquidi ed entità dei miglioramenti di depurazione ottenibili. Con l'ottimizzazione dei tempi di esecuzione della metodica fu possibile raggiungere valori medi di *clearance* ureica di 34 mL/min rispetto ai valori di 18 mL/min propri della tecnica tradizionale. L'apparecchiatura automatica ha facilitato l'esecuzione di questo tipo di dialisi peritoneale "a ciclo rapido" con riduzione dei tempi di carico (linee a maggiore diametro), di uscita (aspirazione forzata) e dei tempi di permanenza, 3-30 minuti a seconda della cinetica peritoneale.

La dialisi peritoneale era considerata idonea al trattamento soprattutto dei pazienti in IRA perché per quelli in IRC i problemi di accesso al peritoneo con punture ripetute utilizzando cateteri semirigidi di nylon ostacolavano un utilizzo protratto della metodica: la descrizione di Tenckoff del suo catetere in sylastic e con cuffie è del 1968 (8). Nei cronici la dialisi peritoneale era considerata una soluzione "ponte" nell'attesa della disponibilità di un'attrezzatura di rene artificiale, allora costosa e scarsamente disponibile.

Negli anni 1967 e 1968 con questa apparecchiatura furono trattati 33 pazienti in IRA o in IRC per complessivi 250 trattamenti circa. Il cyclor, in particolare, fu utilizzato per il trattamento della prima paziente cronica della serie torinese (S.E. di anni 35) a lunga sopravvivenza (19 anni) che dopo 4 mesi di trattamento con dialisi peritoneale a ciclo rapido fu trasferita al rene di Kiil.

Nell'anno successivo, 1968, il prototipo da me costruito fu realizzato industrialmente dalla ditta SORIN, (Fig. 7) (9) apportando miglioramenti: sostituzione del flacone dosatore in pyrex con una sacca in plastica appesa ad un dinamometro, filtrazione del liquido in ingresso su filtro millipore 0.2 $\mu$ .

## BIBLIOGRAFIA

1. Pacitti A. The catheter as Ariadne's thread to follow the path of Peritoneal Dialysis (PD) through the long-term experience of a Center. *Int J Art Organs* 2006; 29: 128-37.
2. Dogliotti AM, Caldarola I, Pironti I, Bessé C, Laugeri V. Presentazione di un grave caso di anuria post-operatoria e post-trasfusionale guarito in seguito ad applicazione di rene artificiale. *Minerva Urol* 1955; 7: 126-31.
3. Vercellone A, Angelino PF, Linari F, et al. Il rene artificiale Dogliotti-Battezzati-Taddei nell'applicazione clinica. *Minerva Nefrol* 1957; 4: 53-8.
4. Maxwell MH, Rockney RE, Kleeman CR, Twiss MR. Peritoneal Dialysis. 1. Technique and applications. *J Am Med Assoc* 1959; 170: 917-24.
5. Piccoli G, Cavalli PL, Ragni R, Alloatti S, Vercellone A. Il ruolo della dialisi peritoneale a ciclo rapido nel trattamento dell'uremia cronica. *Minerva Nefrol* 1967; 14: 184-8.
6. Boen ST, Mion CM, Curtis FK, Shilipetar G. Periodic peritoneal dialysis using the repeated puncture technique and an automatic cycling machine. *Trans Am Soc Artif Intern Organs* 1964; 10: 409-14.
7. Alloatti S. Attualità della dialisi peritoneale nel trattamento dell'uremia. Tesi di laurea in Medicina e Chirurgia. Università di Torino, 1968.
8. Tenckoff H, Schechter H. A bacteriologically safe peritoneal access device. *Trans Am Soc Artif Intern Organs* 1968; 14: 181-7.
9. Vercellone A, Piccoli G, Cavalli PL, Ragni R, Alloatti S. A new automatic peritoneal dialysis system. *Proc Eur Dial Transplant Assoc* 1968; 5: 344-7.