

COME OTTIMIZZARE LA DIALISI PERITONEALE

*Dr. Roberto Corciulo - Divisione di Nefrologia, Dialisi e Trapianti
Direttore Prof. F.P. Schena - Università degli Studi di Bari*

L'utilizzo della dialisi peritoneale, come metodica sostitutiva della funzione renale, risale agli inizi degli anni settanta dopo che nel 1968 Tenckhoff e Schechter avevano proposto il primo catetere peritoneale permanente in silastic per il trattamento cronico del paziente uremico. In realtà, fino ad allora, la dialisi peritoneale era stata una metodica utilizzata solo estemporaneamente per il trattamento dei pazienti con insufficienza renale acuta proprio per la difficoltà di realizzare un accesso permanente alla cavità peritoneale. Negli ultimi trenta anni la metodica della dialisi peritoneale (Dp) è stata sottoposta a innovazioni tecnologiche che hanno portato la dialisi peritoneale ad un livello di sicurezza ed efficacia tale da rappresentare oggi una valida metodica, alternativa all'emodialisi, pur in un contesto di integrazione dei trattamenti dell'insufficienza renale cronica. Livelli sempre più alti di **ottimizzazione della metodica** sono stati raggiunti grazie ad interventi sulle varie componenti della tecnica dialitica peritoneale che hanno riguardato la **sicurezza degli scambi (connettologia)**, la **biocompatibilità (materiali e soluzioni)** e l'**efficacia terapeutica (dialisi peritoneale automatizzata)** con l'introduzione di cyclers estremamente versatili e capaci di rispondere a tutte le esigenze cliniche dei pazienti.

LA SICUREZZA DEGLI SCAMBI

La connettologia

Le peritoniti hanno sempre rappresentato e rappresentano ancora oggi il fattore limitante più importante della metodica. In termini di mortalità infatti sono causa di circa il 6% dei decessi, del 25%-40% di drop out dalla metodica e condizionano pesantemente la morbilità in quanto sono la prima causa di ospedalizzazione dei pazienti. Nel 1978 l'incidenza di peritoniti in pazienti in Capd era di 4,6 episodi per paziente per anno. Modificando la tecnica e migliorando la qualità dei materiali nel 1989 il registro americano dei pazienti in Capd riportava su 20.000 pazienti un'incidenza di 1,07-1,47 episodi per paziente per anno. Con lo schema classico di Capd che prevedeva 4 scambi giornalieri di 2 litri ciascuno utilizzando contenitori in vetro da 1 litro e sistemi di trasferimento a tre vie, gli atti di connessione e sconnessione risultavano 16 al giorno e l'incidenza delle peritoniti risultava di un episodio ogni 3-4 settimane. Nel 1978 Oreopoulos introdusse il sistema della sacca singola che poteva essere arrotolata tra uno scambio e l'altro. Riempita la cavità peritoneale di soluzione fresca con un set di trasferimento monovia, la sacca vuota veniva utilizzata quale sacca di scarico del ciclo successivo. Al termine della fase di scarico veniva connessa una nuova sacca e si eseguiva il carico. In tale sistema le connessioni per i 4 scambi giornalieri risultavano 4 ma restava alta la percentuale di possibile contaminazione del peritoneo in quanto il carico avveniva subito dopo la connessione. Questo sistema presentava pertanto dei punti deboli quali:

1. l'impossibilità di eliminare all'esterno tramite un lavaggio i germi che accidentalmente erano penetrati all'interno del circuito
2. l'impossibilità di effettuare un lavaggio con un disinfettante in quanto il passaggio successivo alla connessione era il carico addominale.

Inoltre tale metodica comportava problemi estetici e di praticità per il paziente in quanto era costretto ad indossare la sacca vuota per tutto il periodo tra uno scambio e l'altro. La fase a rischio del sistema era sempre quella dell'infusione successiva alla connessione e pertanto se era avvenuto il contagio i germi erano portati nel peritoneo senza possibilità di essere lavati all'esterno. Il lavaggio della connessione prima di effettuare l'infusione poteva essere l'unica maniera per realizzare un reale passo avanti nel superamento del problema. La teoria pertanto del "flush before fill" fu quella che permise a due gruppi di studio italiani tra la fine degli anni settanta e gli inizi degli anni ottanta di proporre i due sistemi che, modificati rispetto alle versioni originali, hanno in realtà condizionato il successo e la diffusione della CAPD negli ultimi anni. Buoncristiani nel 1980 propose il "sistema Perugia" composto da un connettore ad Y fissato al catetere peritoneale e chiuso da due tappi. Le due branche della Y erano riservate una alla connessione del set di trasferimento della soluzione fresca, l'altra al set di drenaggio. Il sistema ad Y veniva riempito durante la fase di sosta da un agente clorossidante al 50%

(Amuchina). Nel 1980 sfruttando il concetto che il lavaggio all'esterno dei germi dopo la connessione fosse il metodo migliore per prevenire le peritoniti sempre in Italia Bazzato e collaboratori presentarono un sistema cosiddetto a doppia sacca nel quale le branche ad Y facevano parte integrante del set disposable che comprendeva anche le sacche di carico e di scarico. Il sistema sfruttava il principio che una volta avvenuta la connessione la prima fase era quella di scarico e pertanto si realizzava un lavaggio reale della zona della connessione con i 2000 ml -2500 ml dello scarico del dialisato peritoneale. Questa fase, in grado di rimuovere all'esterno i germi accidentalmente introdotti nella connessione all'atto del collegamento, era seguita dalla fase di carico della soluzione fresca e quindi della sconnessione con l'applicazione di un tappo a chiusura ermetica. Non era previsto in questo sistema l'uso del disinfettante nelle linee durante l'intervallo tra uno scambio e l'altro e pertanto si eliminava il rischio di introduzione accidentale dello stesso nel peritoneo. Nel 1987 sono stati presentati sistemi twin bag con vari tipi di raccordi tra il connettore e il set di trasferimento (Baxter, L3 Bieffe) che rendono pratica la fase di connessione, scarico e carico della soluzione. Tali sistemi comportano in realtà 2 sole manovre di apertura del set con l'ultima a rischio, quella cioè di applicazione del tappo di chiusura che solitamente contiene un disinfettante. Fresenius ha proposto nel 1990 il sistema ANDY che sfrutta il principio della twin bag con eliminazione della fase della sconnessione. Il sistema prevede l'utilizzo di una clamp a chiusura ermetica da applicare alla fine dello scambio fra prolunga del catetere e set di trasferimento. Dopo aver chiuso la clamp, il set di trasferimento viene fratturato in prossimità della biforcazione della Y e l'accesso peritoneale rimane chiuso fino allo scambio successivo senza il pericolo di contaminazione. L'evoluzione di tale sistema si è avuta alla fine degli anni novanta con l'introduzione della connessione ANDY-PLUS che consente, attraverso un sistema disposable posto tra le due sacche, di semplificare le manovre di scarico e carico senza utilizzare clamp e senza effettuare la disconnessione del sistema, in quanto viene applicato in automatico, terminata la fase di carico, un tappo cosiddetto "pin" che consente la chiusura del sistema in estrema sicurezza. Infine è di prossima uscita sul mercato un connettore di nuova concezione prodotto dalla Baxter che elimina la necessità di chiusura del sistema a fine scambio. Ciò è possibile grazie alla linea di connessione che è già dotata di un tappo premedicato ed integrato nel sistema che si inserisce automaticamente sul raccordo paziente una volta terminata la fase di carico. Tale innovazione evita la manovra manuale di chiusura del sistema riducendo il rischio di infezioni nelle fasi più critiche dello scambio e minimizza la possibilità di errori da parte del paziente. In Europa ed in particolare gruppi di studio italiani riportano oggi, utilizzando sistemi di connessione innovativi, risultati molto incoraggianti con incidenza di 1 episodio di peritonite ogni 40-42 mesi paziente.

LA BIOCOMPATIBILITA'

La definizione del concetto "biocompatibilità" è varia e numerosi sono gli AA. che si sono impegnati nel definirla nell'ambito della dialisi peritoneale. Holmes nel 1993 ha definito per biocompatibilità "l'effetto biologico che un materiale esercita sul normale funzionamento dei tessuti e delle cellule del peritoneo", Gurland nel 1994 la "capacità di un materiale, un dispositivo o un sistema di funzionare in una applicazione specifica senza una risposta clinicamente significativa da parte dell'ospite" ed infine Di Paolo nel 1995 la "capacità della soluzione di dialisi peritoneale di lasciare invariate nel tempo le caratteristiche anatomiche e funzionali del peritoneo". La biocompatibilità è poi un fattore tempo dipendente con varia influenza sulle metodiche dialitiche. Se il contatto tra il sangue del paziente ed i bio-materiali nei trattamenti extracorporei avviene infatti per circa 630 ore per anno, nelle metodiche peritoneali automatizzate intermittenti varia invece da 2920 a 5475 ore per anno, mentre in CAPD il contatto tra membrana peritoneale e dialisato è permanente (8260 ore/anno). L'utilizzo di materiali non biocompatibili per la pratica dialitica peritoneale può comportare lo sviluppo nel tempo di alterazioni del peritoneo, come la proliferazione delle cellule mesoteliali e la fibrosi, con meccanismi sostenuti da vari fattori di crescita cellulare quali il PDGF, il PAI-1 ed il TGF- β e citochine ad attività pro-infiammatoria quali TNF- α , IL-1, IL-6, IL-8, chemochine, IFN- γ che possono promuovere uno stato infiammatorio locale peritoneale e sistemico. La scelta dei materiali da utilizzare in dialisi peritoneale riveste pertanto un ruolo fondamentale per il buon esito della metodica.

I materiali

Il componente più utilizzato per le linee e le sacche in Dp è stato il PVC. Questo materiale si presenta rigido a meno che non vengano utilizzati dei plastificanti capaci di dare elasticità e trasparenza. Tra i plastificanti sono da ricordare il mono-etilftalato (MEHP) e il di-etilftalato (DEHP). Questi prodotti hanno effetti tossici sistemici e locali in quanto, rilasciati nelle soluzioni, possono comportare potenziali effetti oncogeni, sulla riproduzione, sul sistema endocrino ed è stato dimostrato un potenziale danno di membrana in quanto si depositano nello strato submesoteliale. In alternativa al PVC sono stati proposti dalla ricerca due materiali alternativi quali il Clearflex e il Biofine. Il Clearflex è formato da tre strati, rispettivamente da quello interno all'esterno, di polietilene, nylon e polipropilene che sono polimeri atossici senza aggiunti di plastificanti. Il Biofine invece è prodotto da un processo di estrusione a caldo multistrato di polimeri atossici come le poliolefine che consente di ottenere una guaina molto sottile (circa 100 m) ma molto resistente ai gas ed alle sollecitazioni meccaniche. Questi prodotti, che hanno quasi del tutto sostituito il PVC in Dp, rappresentano oggi il massimo della biocompatibilità dei materiali. Inoltre in fase di smaltimento, risultano molto meno tossici per l'ambiente in quanto come prodotti finali il Biofine produce solo CO₂ ed H₂O, mentre il Clearflex in aggiunta a CO₂ ed H₂O, trascurabili residui di ossido di azoto, aldeidi ed idrocarburi aromatici.

Le soluzioni

I problemi più importanti della biocompatibilità delle soluzioni sono rappresentati dalla presenza del glucosio, utilizzato come sostanza ad attività osmotica, e dal tipo di tampone. Le soluzioni per Dp contengono glucosio a concentrazioni variabili tra l'1,36% e 3,86% utilizzato per aumentare l'osmolarità necessaria a promuovere il processo di ultrafiltrazione. Il glucosio di per sé ed i prodotti di degradazione del glucosio (PDG), che si formano nella fase di sterilizzazione a caldo delle soluzioni, quali il metilgliossale, l'acetaldeide, la formaldeide e il 3-deoxyglucosone inducono alterazioni della membrana peritoneale attraverso l'alterazione delle proteine strutturali con formazione di prodotti di glicosilazione non enzimatica (AGE's) capaci di richiamare i macrofagi e provocare reduplicazione diabetiforme delle membrane basali del mesotelio e dei vasi con cambiamenti anatomici irreversibili. La tecnologia è intervenuta per migliorare ed ottimizzare la qualità delle soluzioni introducendo particolari modalità di sterilizzazione. Infatti separando, in fase di sterilizzazione, il glucosio con tecniche di compartimentazione dalle altre componenti delle soluzioni quali il tampone lattato e sostanze catalitiche quali il calcio e il magnesio, in ambiente altamente acido, si può evitare il processo di caramellizzazione alla base della formazione dei PDG. Ciò ha consentito di ottenere soluzioni con glucosio con bassissimo contenuto di PDG. (Tab.1)

PDG (mmol/l)	Soluzione convenzionale	Stay-safe Balance Fresenius
Acetaldeide	182	<2
Formaldeide	13	<3
5-Furaldeide	3	<1
5-HMF	32	17
Methyl-glyoxal	12	<2

In sostituzione delle soluzioni con glucosio è stata proposta alla fine degli anni novanta dalla Baxter una soluzione contenente un polimero del glucosio, l'icodestrina. Tale sostanza, ricavata dall'idrolisi enzimatica dell'amido industriale, è in grado di promuovere un processo di ultrafiltrazione, simile in termini quantitativi a quello ottenibile da una soluzione di glucosio al 3,86%, attraverso un meccanismo di colloidosmosi tipico dei soluti non diffusibili per l'alto p.m.. L'icodestrina ha infatti un p.m. medio di 16.800 Daltons (1640-45000) ed alla concentrazione del 7,5%, utilizzata nelle soluzioni di Dp, è iso-osmolare con il siero (ca 300 mosm/l). Studi in vitro hanno dimostrato che l'icodestrina in concentrazione equimolare con il glucosio è in grado di produrre prodotti della glicosilazione in quantità 2-3 volte più basse rispetto al glucosio. Tenuto conto che l'osmolarità del glucosio all'1.36% è di 75mmol/L e che quella dell'icodestrina al 7.5% è di 13.2mmol/L, quindi una osmolarità 5 volte più bassa, si può

dedurre che in vivo si possano formare prodotti glicosilati fino a 10 volte meno. Cooker e coll. (Adv.Perit.Dial. 1999) hanno dimostrato che i valori medi di acetaldeide, in pazienti trattati con icodestrina, sono di $34,7\mu\text{M}$ rispetto ai valori di $101,3\mu\text{M}$ riscontrati nei pazienti trattati con soluzioni contenenti glucosio al 3,86%. Il tampone utilizzato inizialmente in Dp era l'acetato sostituito sin dalla fine degli anni ottanta dal lattato. Le concentrazioni di lattato presenti nelle soluzioni per la correzione dello stato di acidosi variano dai 35 ai 40 mmol/l. Tale tampone comporta oltre ad effetti sistemici, già rilevati in corso di emodialisi, come vasodilatazione periferica, ipotensione arteriosa, riduzione della contrattilità cardiaca ed anomalie del quadro lipidico anche effetti sulla membrana peritoneale come diminuzione della capacità lubrificante, stimolazione dei fibroblasti, ridotta fagocitosi ed alterata risposta dei macrofagi e dei leucociti. L'evidente bioincompatibilità di tale tampone ha spinto la ricerca a sviluppare sistemi capaci di utilizzare il tampone bicarbonato nelle sacche per Dp. La difficoltà era soprattutto data dalla precipitazione dei sali di calcio, contenuti nelle soluzioni, quando messi a contatto con il tampone bicarbonato. L'aggiunta di un acido debole come ad esempio l'ac. acetico, producendo CO_2 , era in grado di evitare la formazione di CaCO_3 , insolubile, a partire dal $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ (solubile). Tale reazione si è potuta ottenere realizzando una sacca a doppia camera con compartimenti separati, contenenti rispettivamente il bicarbonato e la soluzione acida, che vengono miscelati solo prima dell'uso. Con l'introduzione della sacca a doppia camera si sono realizzate soluzioni che, a seconda della ditta produttrice contengono tampone bicarbonato e lattato alle concentrazioni rispettivamente di 25 e 15 mmol/l (Physioneal Baxter) o bicarbonato puro a concentrazioni di 34-39 mmol/l (Bicavera Fresenius). L'utilizzo di tali soluzioni ha comportato, oltre al miglior controllo dell'equilibrio acido-base, una riduzione della sintesi locale di IL-6 e di VEGF, un aumento della fagocitosi su sangue periferico, una ridotta incidenza di peritoniti ed infine, a riprova della migliore biocompatibilità, una stabilizzazione e talvolta un aumento della sintesi del Ca125, un antigene prodotto dalle cellule mesoteliali, che è stato dimostrato essere un marcatore della massa delle cellule che rivestono il peritoneo. Resta da dimostrare quale delle due soluzioni di bicarbonato/lattato o bicarbonato puro risulti più biocompatibile tenuto conto che la prima contiene bicarbonato a concentrazioni fisiologiche mentre la seconda non contiene il tampone lattato e che la scelta di aggiungere rispettivamente il lattato o di utilizzare soluzioni ad alta concentrazione di bicarbonato sono giustificate dalla necessità di correggere adeguatamente l'acidosi metabolica.

EFFICACIA TERAPEUTICA

I cycler

Nei pazienti in Dp manuale è spesso difficile raggiungere targets di adeguatezza dialitica consigliati che prevedono KT/V dell'urea di almeno 2,1 e clearance della creatinina superiori ai 60 L per settimana. Tale condizioni sono frequenti nei pazienti con elevata taglia corporea specie se in assenza di funzione renale residua. Nei pazienti con peritoneo alto permeabile raggiungere livelli di ultrafiltrazione tali da consentire un adeguato bilancio idrico è altresì difficile con la metodica manuale. In queste due condizioni cliniche è necessario il trasferimento del paziente ad una metodica dialitica peritoneale automatizzata (APD) che, se ben gestita, è in grado di migliorare le clearance dei piccoli soluti e a garantire un idoneo bilancio idrico. La APD prevedendo scambi con soste brevi, solitamente non superiori ai 100-120 min, durante le ore notturne e con un utilizzo di soluzioni superiori a quelle previsti per la CAPD, necessita di particolari apparecchiature denominate cycler che sono scambiatori capaci di effettuare le fasi di carico, sosta e recupero dell'effluente in maniera automatica. La storia dell'APD nasce nel 1962 quando Boen utilizzò per la prima volta apparecchiature automatiche in dialisi peritoneale con la puntura ripetuta della cavità peritoneale. Nel 1966 Lasker introdusse un cycler capace di dosare e riscaldare l'infusione e dette l'avvio allo sviluppo successivo, soprattutto negli anni 70, di apparecchiature semiautomatiche in grado di effettuare il trattamento automatizzato sfruttando variamente la forza gravitazionale o pompe peristaltiche per il carico e lo scarico dell'effluente. In quegli anni la dialisi peritoneale automatizzata era rivolta soprattutto all'utilizzo ospedaliero per pazienti in trattamento intermittente e gestita dal personale infermieristico. L'evoluzione tecnologica dei cycler ha visto concentrare l'attenzione dei produttori alla realizzazione di apparecchiature sempre più piccole, trasportabili, capaci di essere programmate e con caratteristiche tali da semplificare gli interventi per rendere il trattamento sempre più semplice e gestibile al domicilio dal paziente. Oggi si dispone di cycler dal peso estremamente contenuto (dai 12 ai 17 kg) forniti

con valigia di trasporto e capaci di autonomia di funzionamento in caso di interruzione dell'energia elettrica. Per quanto riguarda le norme di sicurezza vedi la Tab.2

	Homechoice Baxter	Sleep safe Fresenius	Serena Gambro
Tipo di protezione scosse elettriche	Classe I	Classe I	Classe II
Grado di protezione scosse elettriche	Tipo B	Tipo B	Tipo B
Grado di protezione dall'ingresso liquidi	IPX0	IPX1	IPX1
Consumo elettrico max	600 W	900 W	230 W

Nella Tab.3 si riportano le caratteristiche tecniche e le prestazioni delle più diffuse apparecchiature automatiche.

	Homechoice Baxter	Sleep safe Fresenius	Serena Gambro
Tempo di riempimento/ sosta	calcolato	5 – 300 min	1 – 360 min
Numero di cicli	calcolato	1 - 99	1 - 99
Movimentazione fluidi	Pompa pneumatica	Pompa idraulica	Camera a pressione
Misurazione fluidi	Sistema volumetrico	Sistema volumetrico	Gravitazionale
Volume di riempimento	100 – 3000 ml	25 – 3500 ml	50 – 3000 ml
Flusso infusione	max 250 ml/min	50 – 350 ml/min	max 400 ml/min
Flusso drenaggio	max 250 ml/min	50 – 250 ml/min	max 400 ml/min
Pressione infusione max	+ 75 mmHg	+ 38 mmHg	+ 50 mmHg + 80 mmHg
Pressione drenaggio max	- 75 mmHg	- 75 mmHg	- 65 mmHg

Le apparecchiature per APD sono in grado di effettuare tutti i trattamenti possibili con parametri programmabili e/o calcolati. Nella Tab. 4

	Homechoice Baxter	Sleep safe Fresenius	Serena Gambro
Trattamenti programmabili	NIPD/CCPD TIDAL OPTICHOICE	NIPD/CCPD TIDAL PD PLUS	NIPD/CCPD TIDAL OCPD
Parametri programmabili	Volume carico Volume totale Tempo totale di trattamento Volume TIDAL (5-95%)	Volume carico Tempo sosta N° cicli Velocità infus/drenaggio Volume drenaggio Volume TIDAL (max 90)	Volume carico T infus/sosta N° cicli T drenaggio Volume TIDAL (max 100%)
Parametri calcolati	N° cicli T infusione/sosta	Tempo infusione Tempo drenaggio Tempo totale di trattamento	Tempo totale di trattamento
Priorità nel trattamento	Tempo totale di trattamento Tempo di sosta	Tempo totale di sosta	Tempo totale di sosta

I cyclers sono programmabili attraverso software specifici e per mezzo di schede paziente che, inserite in appositi alloggiamenti, sono in grado di memorizzare i trattamenti per periodi variabili dai 40 ai 90 gg, registrando tutti i parametri necessari alla gestione ottimale del

trattamento. L'interfaccia del cyclor con l'utilizzatore è di tipo display e pulsanti o touch screen. La tecnologia ha permesso di ottenere apparecchiature in grado di verificare "on line", tramite la trasmissione dei dati per via modem, tutti i parametri del trattamento e permetterebbe in alcuni cyclor anche la verifica e la modifica "on time" dei parametri del trattamento, se permessa dalle disposizioni di legge in tema di riservatezza e di sicurezza. In questo ambito è da aspettarsi che la "firma digitale" possa garantire l'utente e gli operatori alla modifica del dato a distanza per una migliore gestione del paziente. Nell'ambito dell'ottimizzazione del trattamento APD i nuovi cyclor consentono di:

1. Verificare la compliance del paziente e del partner al programma dialitico e valutare gli interventi attuati per eventuale re-training. Trattandosi infatti di sedute autogestite è possibile verificare che il paziente effettui tutte le sedute programmate senza modificare tempi di trattamento o volumi e numeri di cicli.
2. Verificare gli allarmi intervenuti per analizzarne le cause e minimizzarne l'insorgenza.
3. Verificare l'entità e il profilo dell'ultrafiltrazione. La valutazione di questo parametro risulta molto importante in quanto consente di utilizzare al meglio le varie soluzioni disponibili e, in alcuni cyclor, di poter disegnare il profilo dell'ultrafiltrazione intervenendo ciclo per ciclo modificando il tipo di soluzione utilizzata.
4. Ottimizzare l'andamento della seduta dialitica. E' noto infatti che in APD i tempi morti, relativi alle fasi di carico e di scarico, possono rappresentare, nell'ambito di una seduta notturna, anche il 25% di tutta la seduta. Questo comporta una notevole riduzione del tempo totale di sosta che poi si concretizza con una ridotta efficienza dialitica. Alcuni cyclor sono a priorità di tempo totale di sosta e cioè terminano il trattamento solo quando si è raggiunto il target di sosta totale programmata prolungando talvolta il tempo totale di trattamento. Poter valutare la velocità della fase di carico, intervenendo sulla velocità del flusso di soluzione in entrata o verificando l'andamento della fase di scarico con la valutazione del break point per ottimizzare la percentuale di volume tidal da programmare, consente di ottimizzare il tempo di sosta totale migliorando l'efficacia del trattamento a parità di tempo totale di trattamento e di volumi impiegati.
5. Valutare l'efficienza dialitica con modelli matematici di previsione. Tutti i cyclor sono corredati di software con programmi di valutazione dell'adeguatezza dialitica e di previsione di risultati modificando i parametri di trattamento a seconda delle caratteristiche di permeabilità peritoneale del paziente.

La Baxter utilizza il PD Adequest 2.0 che sfrutta il modello di Pyle-Popovich modificato ed adattato al modello dei tre pori. La Fresenius utilizza il POL (PatientOnLine) che è un programma di cinetica dell'urea sviluppato da Gotch sul modello del volume variabile di Garred modificato mentre la Gambro utilizza il PDCTM che sfrutta il modello dei tre pori di Rippe. La modifica di parametri come il tempo totale di trattamento, il volume di riempimento addominale, il numero di cicli, la percentuale di volume tidal consentono di prevedere in via teorica valori di clearance peritoneali. Lo sforzo che l'industria ha fatto nell'apportare innovazioni tecnologiche nell'ambito dell'APD è stato notevole e consente oggi di gestire, al domicilio e con semplicità, apparecchiature molto versatili. Quello che qualche anno fa sembrava difficile da ottenere da apparecchiature domiciliari si è ottenuto con notevole giovamento per la gestione clinica complessiva del paziente, per la sua sicurezza e dell'equipe sanitaria. Dimensioni ridotte delle apparecchiature, volumi, flussi e pressioni modulabili, valutazione del break point, riconoscimento automatico delle sacche, interfaccia semplice, memory card, connessioni automatiche, teledialisi sono oggi caratteristiche presenti in quasi tutti i cyclor. Le prospettive future nell'APD sono molto interessanti e consentiranno di raggiungere risultati tecnologici come:

- Preparazione del dialisato on line (osmosi inversa + soluzioni saline concentrate)
- Monitoraggio on line dell'urea e della creatinina nell'effluente
- Modificazione programmata concentrazione salina e osmotica
- Riduzione dei pesi, delle dimensioni e di consumi del cyclor
- Riduzione dei costi totali di gestione

Vengono effettuate con due cateteri (uno di afflusso e uno di deflusso) siti in due diverse posizioni del cavo peritoneale oppure attraverso un solo catetere a doppio lume. Varianti:

- **Tecnica continua senza quota fissa di liquido in peritoneo**
(velocità di afflusso e deflusso simili)
- **Tecnica continua con quantità fissa di liquido in addome**
(volume in addome 1-2 litri)
- **Tecnica continua con ricircolazione e/o rigenerazione della soluzione dialitica**
(sistema chiuso con rigenerazione del liquido attraverso una cartuccia o un dializzatore)
-
-
-

L'ottimizzazione dell'efficienza dialitica inoltre potrebbe essere ottenuta con l'introduzione di tecniche dialitiche già allo studio da qualche anno come la CFPD (continuous flow peritoneal dialysis), tecnica già proposta da Shinaberger nel 1965 ed oggi in fase avanzata di sperimentazione clinica che sfrutta cateteri peritoneali a doppia via con tecnica continua di afflusso e deflusso della soluzione a velocità simili e con quantità fissa di liquido in addome (1-2 litri). Per migliorare l'efficienza dialitica e limitare il consumo di soluzione, il sistema utilizza la ricircolazione e/o rigenerazione della soluzione dialitica attraverso un sistema chiuso e la presenza di una cartuccia o un dializzatore. La ricerca e l'innovazione tecnologica hanno permesso negli ultimi anni di rendere più fruibile, in regime di maggiore sicurezza e con ottimi risultati clinici, una metodica quale la dialisi peritoneale nata come alternativa "povera" all'emodialisi. Forse mai in medicina si è avuto tanta "complicità" ed "interazione" tra organo e tecnologia come nell'applicazione della dialisi peritoneale, specie nella tecnica automatizzata, che ha imparato a sfruttare tutte le potenzialità intrinseche del peritoneo per sopravvivere alla malattia. Oggi la dialisi peritoneale rappresenta una metodica da proporre a tutti i pazienti come prima opzione terapeutica in un programma di trattamento dell'uremia e che la vede completamente integrata e con pari dignità clinica con l'emodialisi ed il trapianto di rene. E' pertanto doveroso che sempre più si facciano sforzi per conoscere, sviluppare e rispettare il peritoneo con le sue ancor celate potenzialità, insospettate e intrinseche.