

IN DEPTH REVIEW

Novità nella dialisi ad ago singolo



Roberto Ervo

Nefrologia e Dialisi Ospedale Bordighera, Ventimiglia

Abstract

La tecnica di dialisi monoago (SN) è nata negli anni '60 ed ha avuto un periodo di notevole successo negli anni '70-'80 nel Nord Europa e soprattutto in Belgio. Negli ultimi anni, con la metodologia a doppia pompa, ha ripreso interesse poiché può rappresentare una valida alternativa al cateterismo venoso centrale all'inizio della terapia emodialitica in attesa della maturazione della fistola arterovenosa. Inoltre per i pazienti emodializzati caratterizzati da una età media sempre più avanzata e dalla presenza di maggiori comorbidità con un progressivo esaurimento dell'albero vascolare, si sono resi possibili trattamenti sempre più flessibili e personalizzati. Pertanto può essere utilizzata anche in caso di stravasamento importante di fistola nativa. La monoago necessita di un attento controllo della dose dialitica somministrata tenendo conto del ricircolo. Infatti se utilizzata per un periodo prolungato vi è il rischio di sottodialisi ed è necessario porre una particolare attenzione alla modalità di prelievo dell'urea post-dialitica per il calcolo del KT/V (sempre a 20 min dal termine). Le moderne apparecchiature per dialisi hanno ridotto al minimo la possibilità di emolisi (valutabile con il controllo di LDH pre e post dialisi) e di back-filtration che, grazie al dialisato ultrapuro, non rappresenta più un problema. Anche la possibilità di coagulazione del circuito ematico si è notevolmente ridotta sia grazie ai bagni dialisi con citrato che alle membrane leganti eparina o vit E tanto da non richiedere in molti casi un incremento degli anticoagulanti. La semplicità e facilità d'uso associate ai sistemi di controllo rendono questa tecnica sempre più affidabile e sicura.

Parole chiave: adeguatezza dialitica, back filtration, complicanze incannulamento venoso, dialisi monoago, Fistole artero-venose

News on single needle dialysis: technique, indications, precautions and limits

The technique of single needle dialysis (SN) was invented in the 1960s and enjoyed great success during the 1970s and '80s in northern Europe, particularly in Belgium. In recent years, the double needle mode has awakened new interest in this technique, as it may represent a good alternative to the use of a central venous catheter at the beginning of dialysis, while waiting for the growth of the arteriovenous fistula. For today's dialysis patients, mostly elderly with ever greater numbers of co-morbid conditions, in particular vascular disease, treatments have become ever more flexible and individually tailored. A single needle approach can be also used in the case of native fistula dislocation. The single needle technique requires careful control of dialysis dose, keeping recirculation into account. If the technique is used for long periods of time, there is the risk of inadequate dialysis dose and it is necessary to pay particular attention to the sampling of post dialysis urea for the KT/V calculation (always 20 minutes after the end of dialysis). Modern dialysis machines have greatly reduced the risk of hemolysis (which can be evaluated with the control of LDH pre and post dialysis) and of back-filtration which no longer represents a problem thanks to ultrapure dialysate. The probability of of blood circuit coagulation has also been greatly reduced thanks to citrate dialysis baths and membranes treated with heparin or vitamin E, and systems often do not require an increase of anticoagulants. The technique is, therefore, particularly reliable and easy to use thanks to its simplicity.

Key words: Arterovenous fistulae, back filtration, cannulation complications, dialysis adequacy, single needle dialysis

Introduzione

L'attuale popolazione dialitica presenta un'età anagrafica sempre più elevata, con problematiche cliniche complesse e dove la presenza di comorbidità è in netto aumento [1]. Appare chiaro perciò che il paziente in dialisi necessita di un trattamento sufficientemente flessibile e personalizzato che permetta di ridurre i rischi di mortalità. I principali fattori di mortalità per i pazienti in dialisi sono da attribuirsi a: l'età avanzata, malattie cardiovascolari, infiammazione, diabete, malnutrizione calorico proteica con una bassa albumina sierica [2] (full text), [3] (full text). In questi pazienti sono altresì noti i problemi di accesso venoso e di esaurimento progressivo dell'albero vascolare [4] che rendono talvolta difficile l'impiego di tecniche a doppio ago, con grave rischio per l'efficienza dialitica valutata secondo le raccomandazioni delle linee guida di riferimento [5], [6]. Possono insorgere delle complicanze legate sia a maturazione inadeguata della Fistola ArteroVenosa (FAV), che a difficoltà all'incannulamento con conseguente infiltrazione ed edema intorno al punto della venipuntura. Infatti il 26% di queste infiltrazioni ha come conseguenza la trombosi della FAV [7].

Pertanto l'emodialisi in monoago può rappresentare in questi casi una modalità alternativa di terapia sostitutiva renale. Tra le migliorie che può apportare questa tecnica vanno incluse un miglior comfort per il paziente legato alla riduzione del numero di venipunture, la possibilità di una maturazione della FAV nel tempo o il riassorbimento di eventuali stravasi con la possibilità successiva di tornare all'ago doppio senza difficoltà. Nonostante i numerosi vantaggi clinici che questa tecnica presenta essa non viene utilizzata in molti centri dialisi perché si ritiene non offra una depurazione adeguata.

Storia

A partire dagli anni '60, sono state numerose le descrizioni delle varie tipologie di questa tecnica tanto che si può dire che la sua evoluzione sia strettamente legata a quella della emodialisi stessa. Infatti mentre le prime dialisi per pazienti cronici vennero effettuate a Seattle da Quinton e Scribner grazie allo shunt artero-venoso esterno [8], [9], i primi tentativi con la monoago risalgono a Twiss e Piazza nel 1964 a Rotterdam [10] che utilizzarono come accesso vascolare un catetere femorale monovia. Ma solo a seguito del confezionamento delle prime fistole arterovenose a New York, nel Bronx, nel 1965 da parte di Cimino Brescia [11] si è sviluppata la tecnica della moderna monoago, con le prime applicazioni cliniche nel 1971 dovute a Kopp Gutch e Kolff dell'Università di Salt Lake City nello Utah (figura 1 e figura 2).

Nel 1973, in Belgio, Ringoir utilizza per la prima volta, con macchinari italiani (BELLCO 760), la tecnica ad ago singolo con due pompe migliorandone notevolmente l'efficienza. Nel 1979 in Europa l'8% e in Belgio il 60% dei pazienti, utilizzano la tecnica ad ago singolo [12], [13]. Sempre in quell'anno Ringoir presenta i primi dati di HDF ed HF in monoago (figura 3).

Eppure, nonostante tutti questi riscontri, la dialisi monoago non ha avuto poi tutto quel successo che ci si poteva aspettare. Ciò potrebbe essere legato a più fattori, quali la necessità di apparecchiature con almeno due pompe sangue (che non ci sono negli Stati Uniti ed in Canada), il bisogno di sistemi controllati a microprocessore e lo scarso "appeal" per il personale infermieristico.

Metodiche

Va infatti subito detto che nel sistema a pompa singola ogni ciclo è limitato da una modalità tempo-pressione oppure tempo-tempo, entrambi a doppia *clamp* per evitare il ricircolo [14],

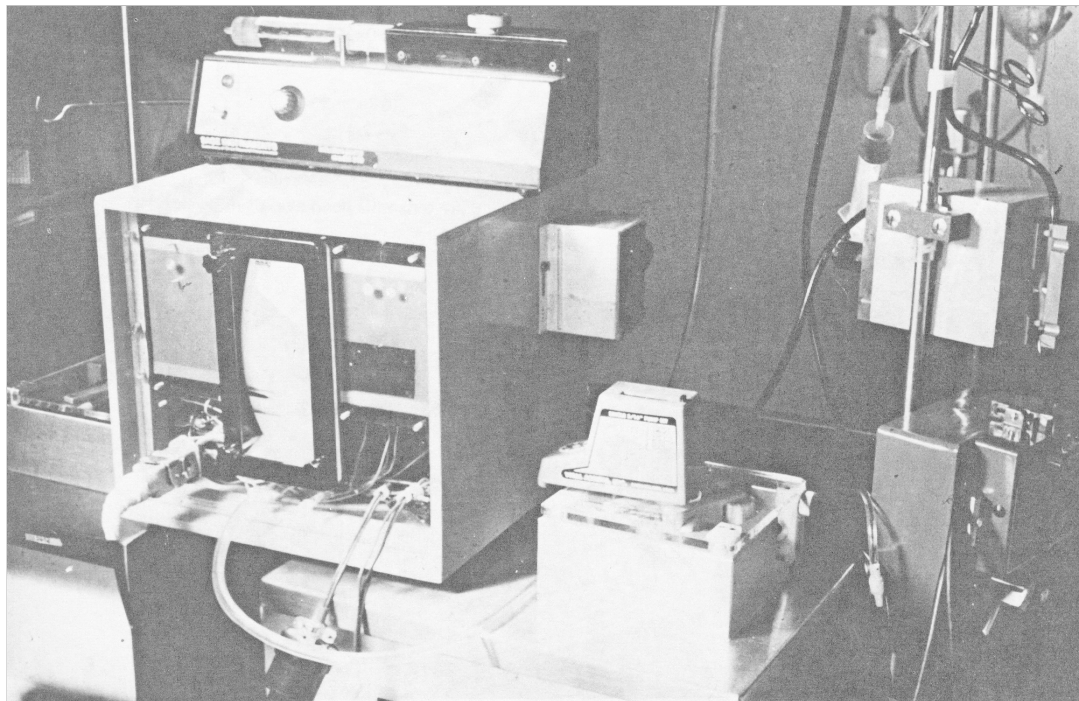


Figura 1.
Device di Kupp, Gutch e Kolff utilizzato nel 1971 a Salt Lake City, Utah.

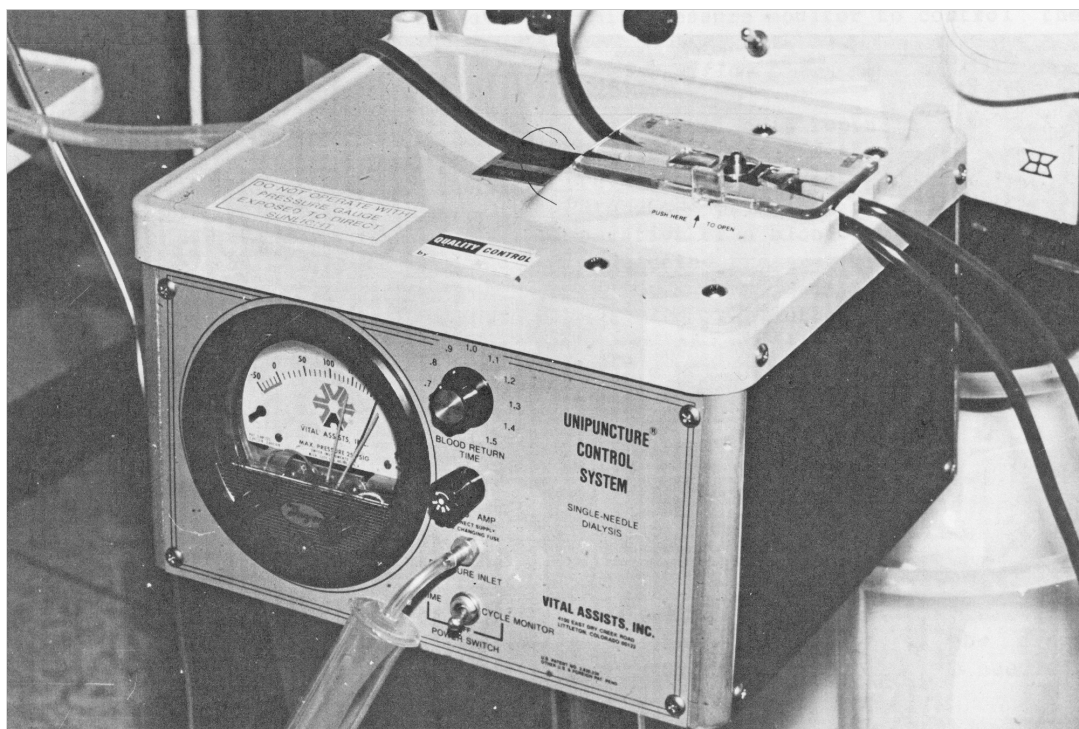


Figura 2.
Particolare del device della Vital Assist, Salt Lake City, cosiddetto click-clack (1972).

[15]. Si tratta di un sistema di emergenza inadatto nei trattamenti a lungo termine (tabella 1).

Il sistema monoago è molto più efficace se la macchina ha due pompe sangue. Normalmente il flusso sangue continuo dalla fistola al dializzatore e di nuovo alla fistola necessita di due punti di accesso separati. Nella monoago invece l'accesso venoso al paziente è uno solo.

Il sistema ad ago singolo consiste nella presenza di un ciclo formato da due fasi, quella arteriosa e quella venosa. Il volume di sangue spostato in un ciclo si definisce stroke volume. Esempio di sistema monoago doppia pompa pressione-stroke. Nella fase arteriosa, la pompa sangue arteriosa trasporta il sangue nella camera di espansione arteriosa e quindi al dializzatore fino alla camera di commutazione. Qui la pompa venosa dietro la seconda camera di espansione agisce da *clamp* della linea venosa. La pressione di scambio viene determinata

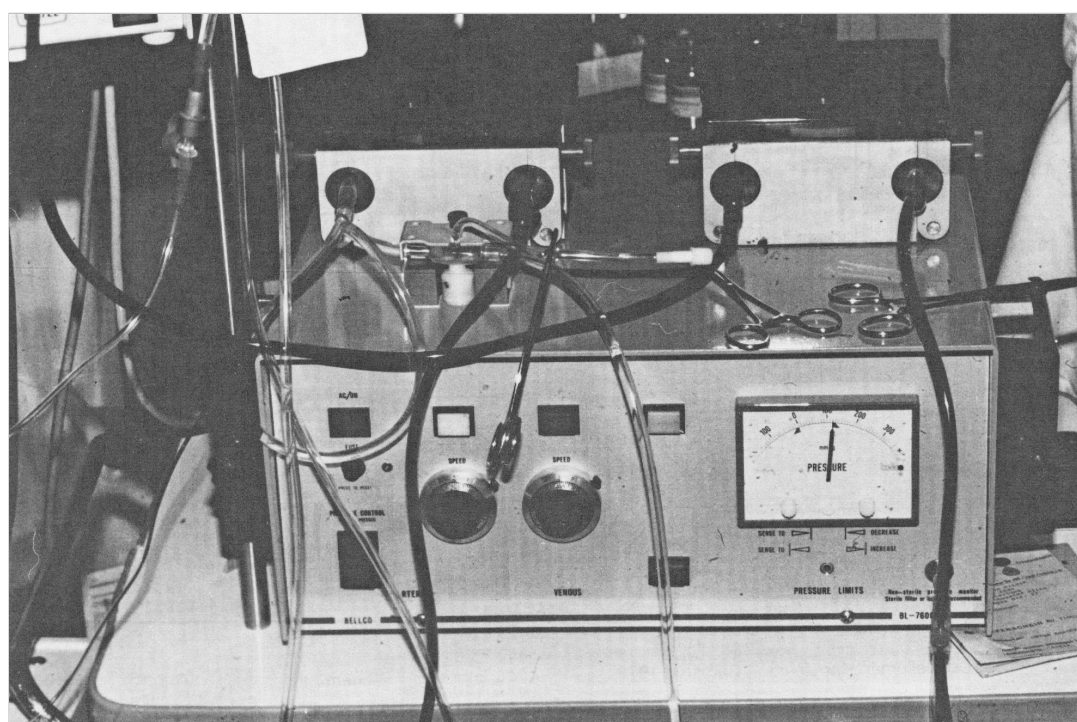


Figura 3.
Device utilizzato da Ringoir nel 1973 con device italiano BELLCO 760. Notare le due pompe sangue posizionate orizzontalmente sopra il monitor.

Tabella 1. Comparazione di diverse modalità ad ago singolo.

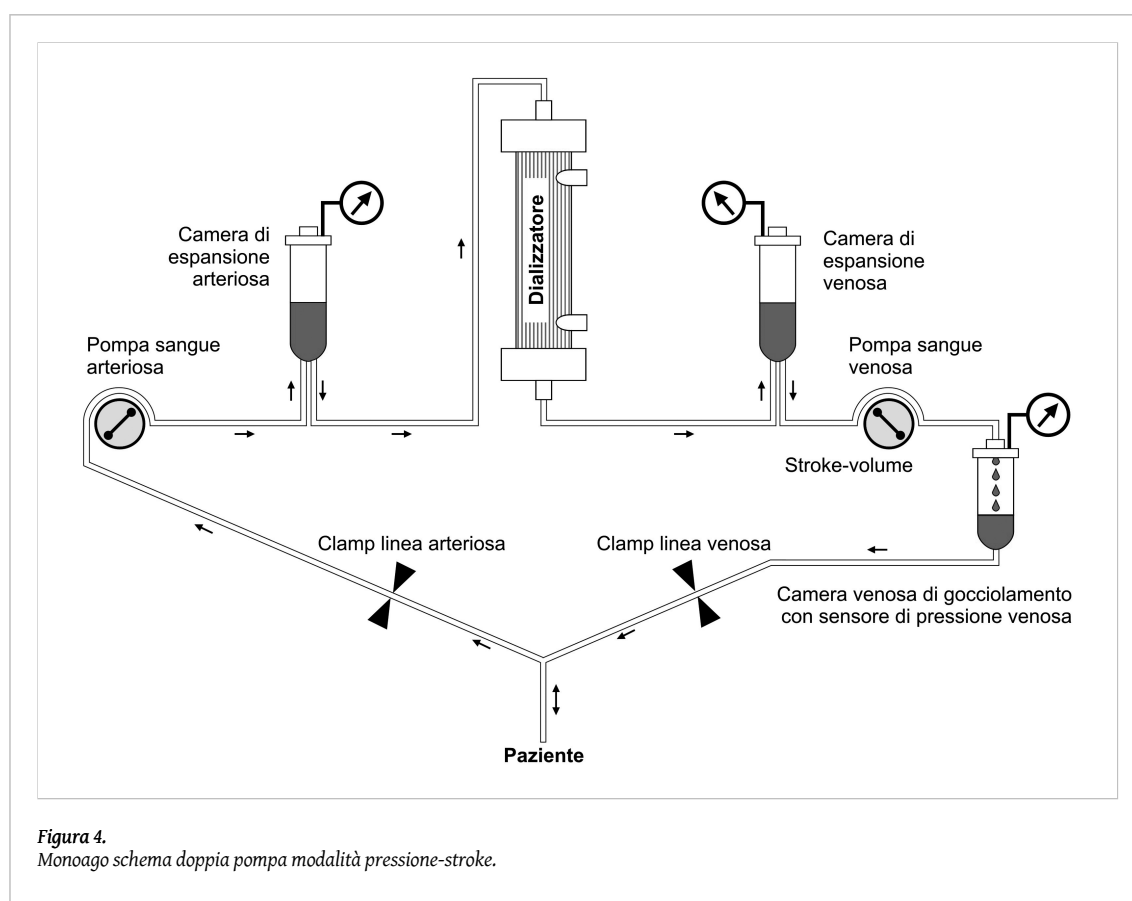
	PRESS/PRESS	PREE/STROKE	CROSS-OVER
FRESENIUS 4008	x		
FRESENIUS 5008	x		
GAMBRO AK200		x	
GAMBRO ARTIS	x		
HOSPAL INTEGRA		x	
BELLCO FORMULA		x	
BBRAUN DIALOG	x		x
NIKKISO DB 05	x		

usando un sensore di pressione sulla camera di commutazione. Il sistema passa alla fase venosa al raggiungimento di tale valore. Nella fase venosa, la clamp arteriosa si chiude, la pompa arteriosa si ferma e la pompa venosa inizia a restituire il sangue al paziente con la clamp venosa aperta. Quindi la pompa sangue venosa trasporta il sangue dalle due camere di espansione e dal dializzatore al paziente fino al raggiungimento del volume di *stroke* impostato (figura 4).

Per quanto in entrambe le fasi la pompa sangue sia in grado da sola di agire da *clamp*, queste sono sempre presenti per evitare il ricircolo. Il vantaggio di questa procedura è un flusso quasi continuo che presenta però una pressione di transmembrana (TMP) variabile. Questo è il sistema classico a due pompe utilizzato da Ringoir. È il sistema utilizzato ad es. dai devices Bellco Formula, Hospal Integra e Gambro AK 200.

Esistono poi delle varianti. La prima è quella dove entrambe le pompe sangue sono situate prima del dializzatore e vi è una sola camera di espansione visibile posizionata nel mezzo, prima del filtro (Fresenius 4008 e 5008). Il sistema, in realtà, prosegue con una camera di espansione pre-caricata all'interno dell'apparecchiatura (figura 5).

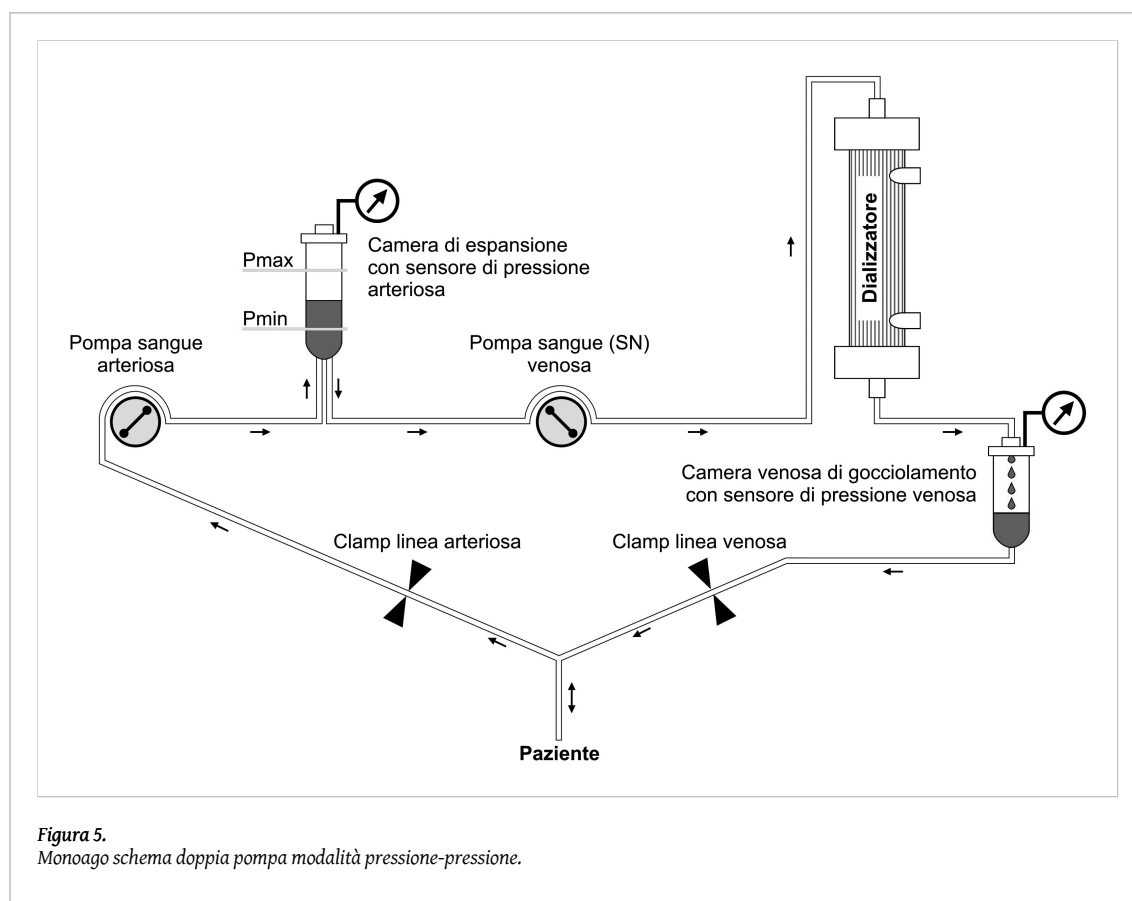
Infatti, quella dopo il filtro è la camera di gocciolamento venoso con sensore di pressione venosa, presente in tutti i sistemi. In una prima fase (fase arteriosa) la prima pompa (arteriosa) trasporta il sangue nella camera di espansione integrata nel circuito. La seconda pompa (venosa) è ferma ma agisce da *clamp*. La pompa arteriosa lavora fino al raggiungimento della pressione di scambio nella camera di espansione. Questo può rappresentare lo *stroke volume*. Per mantenere il ricircolo basso occorre selezionare il maggior *stroke volume* possibile. Nella seconda fase (fase venosa) la seconda pompa sangue (pompa venosa) restituisce il sangue dalla camera di espansione al paziente attraverso il dializzatore. La pompa arteriosa è ferma ed agisce da *clamp*. La *clamp* di sicurezza sulla linea venosa è aperta. La



pressione nella camera di espansione diminuisce fino al valore minimo di commutazione che determina la fine della fase venosa e riporta alla fase arteriosa. Vantaggi: ricircolo molto basso, però TMP condizionata dalle interruzioni del flusso sangue nel dializzatore. Grazie a questa metodica nel 2007 a Bangkok Trakarnavich, Chiranthavath et al utilizzando il device Fresenius 4008, definiscono la monoago una scelta operativa efficace, sicura e di semplice utilizzo in gruppi di pazienti selezionati, ottenendo, su 10 pazienti, dei KT/V identici in monoago o biago, allungando i tempi di dialisi di circa mezz'ora ed utilizzando filtri con superficie maggiore [16]. Nel 2009 un gruppo di infermieri di dialisi canadesi dell'Ontario, hanno sottoposto 33 pazienti che iniziavano il trattamento con una fistola arterovenosa (FAV) o con una protesi vascolare ad una mono puntura (22 pz) o ad una dialisi biago (11 pz), valutando la necessità di cateterismo venoso transitorio, di fistolografia, di sedute di dialisi nei primi tre mesi [17]. Il numero dei cateterismi venosi era ridotto del 50% (9,1% versus 18,2%), il numero delle fistolografie era ridotto di oltre il 60% (13,6% versus 36,4%), dimostrando come l'indicazione principale della tecnica di dialisi monoago consista nella prevenzione e gestione delle problematiche riscontrate nell'incannulamento dei vasi delle FAV. Questo risulta in accordo con i dati di uno studio prospettico olandese dello stesso anno effettuato su pazienti della regione di Maastricht dializzati in biago dove si è visto che i problemi alla venipuntura di FAV o di protesi vascolari erano presenti nelle prime tre sedute di dialisi nel 51% dei casi [18].

Un'altra variante dell'ago singolo è il sistema doppia pompa con controllo pressione-pressione detto Cross-Over (device B. Braun Dialog, figura 6 e tabella 2).

Il circuito extracorporeo comprende una *clamp* sulla linea, una camera di espansione con lettura della pressione ed una pompa sangue sia sul lato arterioso che su quello venoso. Sul lato venoso, tra il dializzatore e la pompa venosa, è stata integrata un'unità di controllo pressorio della pompa sangue mentre la camera di espansione venosa funge anche da



camera di gocciolamento venoso con il sensore di pressione venosa. Durante la fase arteriosa, la *clamp* di sicurezza della linea arteriosa è aperta e la *clamp* della linea venosa è chiusa. Il sangue scorre dal paziente alla camera di espansione arteriosa, quindi attraverso la pompa arteriosa il dializzatore e la pompa venosa verso la camera di espansione venosa. A causa del flusso e della chiusura della *clamp* venosa, il sangue viene raccolto nella camera di espansione venosa, all'interno della quale la pressione venosa aumenta. Raggiunta una pressione di commutazione predefinita (es. 390 mmHg) viene modificato lo stato delle *clamp*. La *clamp* arteriosa si chiude e quella venosa si apre. Ha inizio la fase venosa. Nella fase venosa, la pompa arteriosa trasporta il sangue dalla camera arteriosa al dializzatore e la pompa venosa lo restituisce contemporaneamente al paziente attraverso la camera venosa. Poiché la *clamp* arteriosa è chiusa, la pressione nella camera arteriosa diminuisce fino a raggiungere un valore limite inferiore predefinito (es. -180 mmHg) che interrompe la fase venosa e ritorna a quella arteriosa. Rispetto ai tradizionali sistemi, la peculiarità significativa di questo

Tabella 2. Ago singolo, descrizione.

Ciclo	È formato da due fasi, arteriosa e venosa
Stroke volume	Volume di sangue spostato in un ciclo
Qb istantaneo	Qb di ogni singola pompa durante la rispettiva fase
Qb medio	Qb di un ciclo; ci dice quale è il reale flusso sangue
Pressione arteriosa, venosa, ingresso filtro, commutazione, TMP, P_UF	Pressioni coinvolte nel trattamento; a seconda del tipo di ago singolo vengono coinvolte nel cambio di fase
Tempo di commutazione	(Tempo che intercorre tra la fase arteriosa e quella venosa): parametro importante nei sistemi in cui il tempo di commutazione è una variabile di intervento nel cambio di fase
Ricircolo	Composto da ricircolo della Y e dell'accesso vascolare

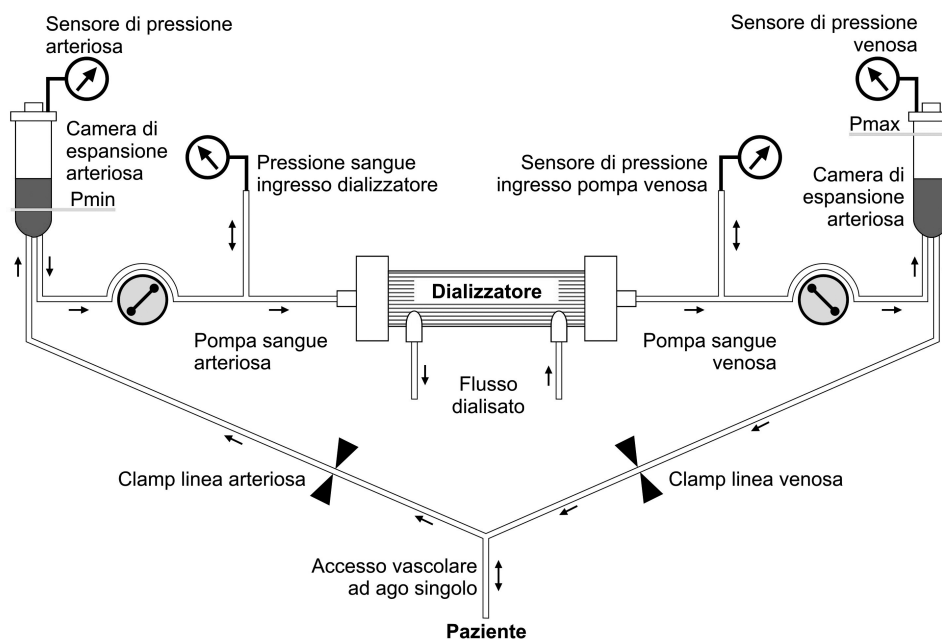


Figura 6.
Monoago schema doppia pompa modalità pressione-pressione variante cross-over.

sistema SN Cross-Over è il flusso sangue continuo e conseguentemente le condizioni pressorie (TMP) sono costanti nel dializzatore, con funzionamento continuo delle pompe sangue [19]. La tecnica prende il nome dalla tipologia di controllo incrociato (Cross) tra le pressioni arteriosa e venosa e le clamp presenti sul circuito. Utilizzando questo sistema noi abbiamo valutato per tre mesi con ciascuna metodica 10 dializzati utilizzando dapprima la biago, poi la SN Cross-Overed infine la SN Cross-over con bagno dialisi con concentrato acido con citrato e a basso tenore di acetato che aumenta l'efficienza dialitica per la maggior pervietà delle fibre (effetto *antifouling*) [20]. Ciò ha permesso il mantenimento di un KT/V adeguato secondo le Linee Guida KDOQI. Abbiamo valutato anche la Tima Average Concentration (TAC) dell'urea [21], [22] ottenendo una media di 49,42, in linea con gli indicatori previsti, mentre la beta due microglobulina è rimasta nei range previsti dalle linee guida.

Una TMP con una pressione costante all'interno del dializzatore riducono al minimo la possibilità di avere *back-filtration*, vale a dire la retrofiltrazione del dialisato nel compartimento sanguigno che avviene quando la pressione del compartimento del dialisato è superiore a quella del compartimento sanguigno. Questo aspetto nelle monoago tradizionali era già stato preso in considerazione nel 2000 da un gruppo infermieristico di Recanati [23]. Allora il problema era aggravato dalla presenza di ultrafiltrato non puro che poteva permettere il passaggio di endotossine batteriche che aggravano ulteriormente lo stato infiammatorio. Inoltre nel sistema Cross-Over la velocità delle pompe sangue sempre costante permette di evitare quei fenomeni di incremento-decremento della velocità presente negli altri sistemi e conseguentemente riduce ulteriormente la possibilità di emolisi già scarsa con le apparecchiature attuali a due pompe. Ultimamente, si è reso possibile grazie alla presenza di monitors per emodialisi con tre pompe in serie (device Fresenius 5008), effettuare tecniche convettive (HDF On-Line) in monoago sia in pre che in post diluizione con una procedura notevolmente semplificata rispetto alla metodica proposta da Ringoir fin dal 1979 che utilizzava pompe da reinfusione esterne. Il sistema monoago utilizzato è quello dove entrambe le pompe sangue sono situate prima del dializzatore. La pompa di reinfusione funziona in maniera discontinua e infonde solo quando è attiva la pompa monoago, durante la fase di rientro del sangue al paziente, mentre è ferma quando è attiva la pompa di aspirazione. I sistemi automatici di controllo e regolazione del liquido di sostituzione permettono di effettuare la modalità anche la modalità in post diluizione però per non correre rischi di emocoagulazione e successivo impaccamento del filtro è preferibile utilizzare la modalità in prediluizione. Ovviamente ciò comporta, come in tutte le modalità in prediluizione, una sensibile riduzione nella capacità di depurazione.

Problematiche connesse alla Monoago

Abbiamo già visto come sia remoto con le moderne apparecchiature il problema dell'emolisi meccanica. Ciò viene valutato monitorando in pre e post dialisi la Latticodeidrogenasi (LDH). La presenza di dolori lombo addominali associati ad ipotensione arteriosa è divenuta estremamente rara ed in passato è stata collegata all'uso di cateteri venosi di Wallace [24], [25].

Il problema della *back-filtration* è stato superato con la metodica Crossover e comunque è di ridotto significato clinico se vengono utilizzati devices con dialisato ultrapuro.

Il ricircolo è stato definito da Sherman et al come il reflusso del sangue dializzato della linea venosa verso la linea arteriosa e la conseguente "contaminazione" del sangue arterioso da parte di un sangue già depurato [26]. Questo fenomeno è particolarmente evidente se vengono utilizzati cateteri venosi centrali monovia. Nella monoago riguarda solo il breve tratto dell'ago e della Y. Nel 1979 Meijer, con un sistema in vitro, dimostrava che il ricircolo in monoago poteva prevalentemente dipendere da tre fattori: un flusso ridotto nella fistola

nativa, un importante spazio morto nell'ago e nelle linee, l'elasticità (la *compliance*) delle linee del circuito di dialisi situate tra l'ago e le pompe sanguie [27]. In realtà oggi viene condizionato prevalentemente dal flusso e dal ricircolo della fistola nativa. Infatti occorre sottolineare che se è già presente un notevole ricircolo all'interno della fistola stessa, ciò non può che ripercuotersi sulla metodica. Hoenich aveva trovato nel 1993 che il ricircolo in monoago variava tra l'8,8% ed il 18% [28]. Molto più recentemente, con i nuovi sistemi monoago, abbiamo già visto che sia Trakarnnanich che il nostro gruppo hanno ritrovato un ricircolo medio che varia dal 5.7% al 7%. al quale conviene aggiungere un 5% legato al particolare circuito extracorporeo con la presenza delle camere di espansione. Va ricordato infatti che le linee sanguie in monoago contengono mediamente da 40 cc (Fresenius 5008) a 120/130cc (B. Braun Dialog) di sangue in più rispetto alle corrispettive linee per biago. Comunque Blumenthal nel 1988 ha dimostrato che nei cateteri venosi monovia si può ottenere una riduzione importante del ricircolo aumentando progressivamente il flusso del rientro da uno sino a quattro secondi [29]. Questo lavoro ha condizionato le industrie di dialisi ad ottimizzare i tempi di rientro del sangue parallelamente al valore del flusso delle due pompe sanguie.

Una particolare attenzione va posta nella dose di dialisi che viene prescritta. Toussain e Beuret nel 1995 studiando sei pazienti per 15 giorni in mono ed in biago hanno riscontrato un *KT/V single pool* di 0.93 rispetto ad 1,2 in biago [30]. Inoltre Wright già nel 2000 ha posto l'attenzione sulle modalità di prelievo sul circuito in monoago per la determinazione dell'urea post-dialitica, dimostrando che se viene effettuata subito al termine della seduta ci si espone ad una soprastima "drammaticamente ottimista" del *KT/V single pool* consigliando pertanto una misura del *KT/V double pool* con prelievo dell'urea post-dialitica a 20 minuti dal termine [31] (full text). Con questa modalità venivano seguiti 5 pazienti su 120, ottenendo nel tempo, dati sovrapponibili di depurazione. In questo lavoro, pur riconoscendone i limiti, definiva il *KT/V* una "pietra angolare" quale indicatore prognostico di depurazione del trattamento emodialitico. Infatti nella letteratura riguardante la tecnica non sono riportati altri lavori oltre al nostro che valutino la TAC dell'urea o la beta due microglobulina. Ciò riteniamo sia dovuto al fatto che la SN dialisi viene consigliata mediamente come tecnica "ponte" in attesa di un avvio o di un ripristino ad una tecnica a due accessi mentre nel lungo periodo rappresenta una tecnica di nicchia. Vlassopoulos (device Gambro AK 200) nel 2004, ha fatto vedere, in 17 pazienti osservati per 48 mesi, utilizzando anche il dato di normalizzazione dell'emoglobina come indice di adeguata depurazione, come nella dialisi SN anche ad alti flussi del dialisato, a parità di tempo di dialisi, non si ottengano livelli di emoglobina comparabili con la dialisi DN [32]. Va precisato però che in questo lavoro venivano utilizzati filtri a bassa ultrafiltrazione in polisulfone e cuprophane ed i tempi di dialisi non venivano prolungati rispetto alla dialisi DN. Tutto ciò assume una particolare importanza oggi, dove abbiamo la possibilità di misurare il *KT/V* direttamente col monitor tramite la dialysance ionica o la spettrofotometria diretta. Rostoker ha valutato (device Hospal Integra) la differenza tra il *KT/V* valutato attraverso il monitor e con la modalità *single pool* secondo Daugirdas mostrando una differenza di oltre il 5% [33]. Trakarnavich, Chiranthavat hanno comunque dimostrato, come abbiamo già visto, che allungando il tempo di dialisi di mezz'ora (da quattro a quattro ore e mezza) ed utilizzando dei filtri di dialisi a grande superficie si ottenevano dei *KT/V* identici in SN come in DN, mentre nel 2002 Lafon ha fatto vedere che era possibile migliorare significativamente la depurazione valutata con *KT/V* tramite dialysance ionica nei pazienti in monoago aumentando il flusso delle due pompe sanguie con una sola depressione a -180 mmHg per la pompa arteriosa e +250 per la pompa venosa [34]. Rokester infine nel lavoro precedentemente citato ha mostrato come si ottenesse un miglioramento significativo della depurazione portando il flusso effettivo della depurazione a 250 ml/min con una pressione venosa inferiore a 200 ml/min.

Un altro problema connesso alla monoago preso in considerazione da più autori è stato quello di una aumentata coagulazione del circuito e del filtro legata sia al flusso intermittente che potrebbe causare delle modificazioni reologiche con una attivazione della cascata della coagulazione sia ad un aumento della frammentazione meccanica degli eritrociti, che però abbiamo già visto, non essere più un problema con le moderne apparecchiature tanto da non alterare il valore dell'LDH. Inoltre grazie alle membrane con Vit E a quelle con Eparina soprattutto ai bagni dialisi contenenti citrato [35] spesso non risulta nemmeno necessario aumentare l'anticoagulazione nel circuito, come noi stessi abbiamo visto.

Conclusioni

La dialisi monoago a doppia pompa può rappresentare oggi una indicazione importante sia nei pazienti che hanno avuto un incidente con stravasamento importante nelle fistole native che nei pazienti che debbono iniziare la dialisi con fistole ancora in via di maturazione. Anche nei pazienti con progressivo esaurimento dell'albero venoso, pur essendo una tecnica di nicchia, rappresenta una alternativa da prendere in considerazione al posto del CVC a permanenza facendo attenzione gli indici di depurazione e ricordando che i tempi di dialisi debbono essere prolungati rispetto alla dialisi DN. Da tenere sotto controllo sono gli indici di depurazione con particolare attenzione nelle metodiche di prelievo ematico, specie dell'urea post, nel flusso sanguigno reale da ottenere, onde ridurre al minimo la possibilità di ricircolo, utilizzando comunque aghi corti da 15 Gauge. L'utilizzo di bagni dialisi contenenti citrato e membrane ad alta efficienza e anche di quelle leganti eparina e Vit E possono non rendere necessario l'incremento della terapia anticoagulante. Le moderne apparecchiature consentono sia di ridurre sino ad eliminare l'interruzione della TMP all'interno del dializzatore, sia la possibilità di effettuare tecniche convettive *on-line* e, grazie al dialisato ultrapurificato, di evitare i problemi conseguenti alla *back-filtration*. Inoltre grazie alla semplicità d'uso ed ai sofisticati controlli che in automatico è possibile effettuare sui moderni monitors per dialisi si può dire che questa metodica sia diventata di facile esecuzione in tutti i centri dialisi.

Bibliografia

- [1] Kurella M, Covinsky KE, Collins AJ et al. Octogenarians and nonagenarians starting dialysis in the United States. *Annals of internal medicine* 2007 Feb 6;146(3):177-83
- [2] Goodkin DA, Bragg-Gresham JL, Koenig KG et al. Association of comorbid conditions and mortality in hemodialysis patients in Europe, Japan, and the United States: the Dialysis Outcomes and Practice Patterns Study (DOPPS). *Journal of the American Society of Nephrology* : JASN 2003 Dec;14(12):3270-7 (full text)
- [3] Miskulin D, Bragg-Gresham J, Gillespie BW et al. Key comorbid conditions that are predictive of survival among hemodialysis patients. *Clinical journal of the American Society of Nephrology* : CJASN 2009 Nov;4(11):1818-26 (full text)
- [4] Lazarides MK, Georgiadis GS, Antoniou GA et al. A meta-analysis of dialysis access outcome in elderly patients. *Journal of vascular surgery* 2007 Feb;45(2):420-426
- [5] EBPG guideline on dialysis strategies: Guidelines 3. Dialysis dose methodology. *Nephrol Dial Transplant* 2007; 22 (Suppl. 2):ii5-ii21.
- [6] Peritoneal Dialysis Adequacy 2006 Work Group Clinical practice guidelines for peritoneal adequacy, update 2006. *American journal of kidney diseases : the official journal of the National Kidney Foundation* 2006 Jul;48 Suppl 1:S91-7
- [7] Lee T, Barker J, Allon M et al. Needle infiltration of arteriovenous fistulae in hemodialysis: risk factors and consequences. *American journal of kidney diseases : the official journal of the National Kidney Foundation* 2006 Jun;47(6):1020-6
- [8] Blagg CR The 50th anniversary of long-term hemodialysis: University of Washington Hospital, March 9th, 1960. *Journal of nephrology* 2011 May-Jun;24 Suppl 17:S84-8
- [9] QUINTON W, DILLARD D, SCRIBNER BH et al. Cannulation of blood vessels for prolonged hemodialysis. *Transactions - American Society for Artificial Internal Organs* 1960 Apr 10-11;6:104-13
- [10] Twiss E E, Piazza. One cannula haemodialysis. *Lancet*-1964; II; 1106

- [11] Brescia MJ, Cimino JE, Appel K et al. Chronic hemodialysis using venipuncture and a surgically created arteriovenous fistula. *The New England journal of medicine* 1966 Nov 17;275(20):1089-92
- [12] Kopp KF, Gutch CF, Kolff WJ et al. Single needle dialysis. *Transactions - American Society for Artificial Internal Organs* 1972;18(0):75-81
- [13] Vanholder R, De Paepe M, Hoenich NA et al. Double lumen needle in unipuncture dialysis type double headpump. *The International journal of artificial organs* 1981 Mar;4(2):72-4
- [14] Vanholder R, Hoenich N, Ringoir S et al. Adequacy studies of fistula single-needle dialysis. *American journal of kidney diseases : the official journal of the National Kidney Foundation* 1987 Dec;10(6):417-26
- [15] Trakarnvanich T, Chirananthavat T, Maneerat P et al. Is single-needle hemodialysis still a good treatment in end-stage renal disease? *Blood purification* 2007;25(5-6):490-6
- [16] Breuch G. Servos.W. *An Introduction to Dialysis*. Elsevier edit. 2011; Pag 122-126
- [17] Wilson B, Harwood L, Thompson B et al. Impact of single-needle therapy in new chronic hemodialysis starts for individuals with arteriovenous fistulae. *CANNT journal = Journal ACITN* 2009 Apr-Jun;19(2):23-8
- [18] van Loon MM, Kessels AG, Van der Sande FM et al. Cannulation and vascular access-related complications in hemodialysis: factors determining successful cannulation. *Hemodialysis international. International Symposium on Home Hemodialysis* 2009 Oct;13(4):498-504
- [19] Ervo R, Angeletti S, Turrini Dertenois L. Evaluation of the dialysis adequacy of an innovative single needle system with no-flux interruption: preliminary data. *Poster F352 EDTA 2011*
- [20] Ervo R, Angeletti S, Turrini Dertenois L. Improving the dialysis efficacy in single-needle by using Citrasate . Preliminary data. *Poster FR PO 2041 ASN 2011*
- [21] Hakim RM, Depner TA, Parker TF 3rd et al. Adequacy of hemodialysis. *American journal of kidney diseases : the official journal of the National Kidney Foundation* 1992 Aug;20(2):107-23
- [22] Hakim RM. Assessing the adequacy of dialysis. *Kidney international* 1990 Feb;37(2):822-32
- [23] Giorgetti M. Backfiltration (BKF) in single needle dialysis. *EDTNA/ERCA journal (English ed.)* 1997 Jul-Sep;23(3):41-4
- [24] Dhaene M, Gulbis B, Lietaer N et al. Red blood cell destruction in single-needle dialysis. *Clinical nephrology* 1989 Jun;31(6):327-31
- [25] De Wachter DS, Verdonck PR, De Vos JY et al. Blood trauma in plastic haemodialysis cannulae. *The International journal of artificial organs* 1997 Jul;20(7):366-70
- [26] Sherman RA, Kapoian T. Recirculation, urea disequilibrium, and dialysis efficiency: peripheral arteriovenous versus central venovenous vascular access. *American journal of kidney diseases : the official journal of the National Kidney Foundation* 1997 Apr;29(4):479-89
- [27] Meijer JH, Reulen JP, Schneider H et al. Analysis of recirculation in single-needle haemodialysis. *Medical & biological engineering & computing* 1979 Sep;17(5):578-82
- [28] Hoenich NA, Smirthwaite PT, Woffindin C et al. A technique for the laboratory determination of recirculation in single needle dialysis. *The International journal of artificial organs* 1993 Feb;16(2):63-70
- [29] Blumenthal SS, Ortiz MA, Kleinman JG et al. Inflow time and recirculation in single-needle hemodialysis. *American journal of kidney diseases : the official journal of the National Kidney Foundation* 1986 Sep;8(3):202-6
- [30] Toussaint V., Beuret C. Étude comparée de l'efficacité de l'hémodialyse courte en uni- et bi-puncture *Bull AFIDTN* 1995 ; 36 : 22-24
- [31] Wright MJ, Lindley EJ, Swales D et al. Consistent timing of the post-dialysis blood sample is necessary to prevent undertreatment in single needle dialysis. *Nephrology, dialysis, transplantation : official publication of the European Dialysis and Transplant Association - European Renal Association* 2000 Apr;15(4):554-5 (full text)
- [32] Vlassopoulos DA, Hadjiyannakos DK, Koutala KG et al. Hemoglobin normalization results in lower dialysis dose, despite high dialysate flow. Single needle offers inadequate dialysis. *The International journal of artificial organs* 2004 Jun;27(6):467-72
- [33] Rostoker G, Griuncelli M, Lorida C et al. Improving the efficiency of short-term single-needle hemodialysis. *Renal failure* 2009;31(4):261-6
- [34] Lafon B. Optimisation de la dialyse en aiguille unique *Bull AFIDTN* 2002 ; 64 : 6-8
- [35] Buturovi?-Ponikvar J, Gubensek J, Ponikvar R et al. Citrate anticoagulation for single-needle hemodialysis: safety and efficacy. *Therapeutic apheresis and dialysis : official peer-reviewed journal of the International Society for Apheresis, the Japanese Society for Apheresis, the Japanese Society for Dialysis Therapy* 2005 Jun;9(3):237-40