

Emodialisi “green”: il concentrato acido centralizzato del centro dialisi del policlinico di Modena

Articoli originali

Giuseppe Di Chiaro^{1*}, Gaetano Alfano^{2*}, Ylenia Cancelli¹, Floriana Cannito¹, Roberto Angelo Pulizzi², Lucia Stipo², Fabio Olmeda², Lucia Palmieri², Salvatore Perrone², Vittoria Malaguti², Gianni Cappelli^{1,2}, Gabriele Donati^{1,2}

1 Department CHIMOMO, University of Modena and Reggio Emilia, Modena, Italy

2 Nephrology Dialysis and Kidney Transplant Unit, Azienda Ospedaliero-Universitaria di Modena, Modena, Italy



Gabriele Donati

* Entrambi gli autori hanno contribuito equamente come primo autore

Corrispondenza a:

Gabriele Donati

Dipartimento Chirurgico, Medico, Odontoiatrico e di Scienze Morfologiche con interesse Trapiantologico, Oncologico e di Medicina Rigenerativa (CHIMOMO), Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia

Largo del Pozzo 71

41125 Modena, Italia

Tel. 0594222485

E-mail: gabriele.donati@unimore.it

ABSTRACT

Introduzione e scopo dello studio. Il sistema di preparazione e distribuzione centralizzato del concentrato acido rappresenta una vera e propria innovazione in ambito emodialitico, se confrontato con le sacche acide, in termini di praticità ed ecosostenibilità. L'obiettivo dello studio è quello di confrontare l'utilizzo delle sacche acide tradizionali con il sistema di distribuzione centralizzato del concentrato acido con particolare attenzione alle differenze in termini di ecosostenibilità e praticità.

Metodi. Presso la SC di Nefrologia Dialisi e Trapianto renale dell'Azienda Ospedaliero Universitaria di Modena è stato installato il sistema Granumix® (Fresenius Medical Care, Bad Homburg, Germania). I dati raccolti prima dell'introduzione del sistema Granumix® (comprendenti le sacche acide impiegate, le scatole e i bancali utilizzati per l'imballaggio di queste ultime, i litri di soluzione acida utilizzati e i chilogrammi di rifiuti generati tra legno, plastica, cartone e soluzione acida residua) sono stati confrontati con quelli raccolti dopo l'avvio dell'impiego del sistema Granumix®, analizzando in particolare fattori quali il consumo di materiali, il volume di rifiuti generati, i prodotti inutilizzati e quindi sprecati, il tempo necessario per la preparazione della seduta dialitica e la soddisfazione degli infermieri per documentare quale sistema fosse più sostenibile dal punto di vista ambientale.

Risultati. I dati raccolti nel 2019 presso il nostro Centro Dialisi mostrano un consumo pari a 30'000 sacche acide che hanno generato più di 20'000 kg di rifiuti tra legno, plastica e cartone e circa 12'000 litri di soluzione acida residua da smaltire, con una movimentazione dei pesi da parte degli operatori che ha raggiunto quasi i 160'000 kg. L'impiego del sistema di distribuzione centralizzato del concentrato acido ha prodotto un'importante riduzione dei rifiuti generati (2'642 kg vs 13'617 kg), della soluzione acida residua da smaltire (2'351 litri vs 12'100 litri) e dei pesi movimentati dagli operatori (71'522 kg vs 158'117 kg).

Conclusioni. Il concentrato acido sembra quindi essere più adatto alla sfida della sostenibilità che la dialisi deve affrontare oggi e che risiede soprattutto nel significativo aumento del numero di pazienti, che porta a un maggior numero di trattamenti e quindi a una crescente domanda di prodotti eco-sostenibili.

PAROLE CHIAVE: emodialisi, innovazione, sostenibilità, concentrato acido, distribuzione centralizzata

Introduzione

Dopo circa 80 anni dal primo trattamento emodialitico, sono tante le sfide che la dialisi deve ancora affrontare. Tra le più importanti va menzionato il significativo trend dell'aumento del numero di pazienti in dialisi che di conseguenza porterà a un aumento nell'utilizzo di risorse naturali e nella produzione di rifiuti [1]. La consapevolezza che la maggior parte dei rifiuti della dialisi viene smaltita senza entrare nel processo del riciclaggio (materiale contaminato da sangue o fluidi biologici, prodotti assimilabili a farmaci) è uno stimolo a una crescente necessità di sviluppare e adottare soluzioni ecosostenibili che riducano l'impatto ambientale e l'inquinamento. Inoltre, l'adozione di soluzioni eco-friendly rappresenta un investimento per le aziende del settore sanitario poiché può generare vantaggi economici nel lungo periodo. Una recente innovazione tecnologica in ambito emodialitico è l'implementazione di un sistema automatizzato per la produzione e distribuzione del concentrato acido. La preparazione del dialisato è il processo principale del trattamento dialitico. Il dialisato viene creato dalla macchina di dialisi miscelando l'acqua ultrapura con soluzioni di concentrato acido e bicarbonato di sodio. Tradizionalmente, il concentrato acido viene fornito in sacche sterili con concentrazione elettrolitica nota di volume variabile da 3,8 a 4,5 litri ciascuna. Un'alternativa all'impiego di sacche preconfezionate è il sistema di produzione e distribuzione centralizzato del concentrato acido (Figura 1) che, in maniera automatizzata, produce una soluzione a concentrazione acida nota che viene successivamente distribuita direttamente alle macchine di dialisi.

I vantaggi dell'impiego del sistema centralizzato riguardano: (i) riduzione dei costi e dell'inquinamento per lo smaltimento delle sacche acide; (ii) riduzione dello spreco di liquido di sacche non esauste da smaltire; (iii) riduzione della movimentazione dei carichi; (iv) minori ingombri nel magazzino di stoccaggio; (v) riduzione del lavoro richiesto al personale infermieristico di sala; (vi) riduzione dei costi e dell'inquinamento per il trasporto delle sacche acide.

L'obiettivo dello studio è quello di confrontare l'utilizzo delle sacche acide tradizionali con il sistema di distribuzione centralizzato del concentrato acido con particolare attenzione alle differenze in termini di ecosostenibilità e praticità.

Materiali e metodi

È stato condotto uno studio monocentrico retrospettivo osservazionale presso la SC di Nefrologia Dialisi e Trapianto renale dell'Azienda Ospedaliero-Universitaria di Modena dove è stato installato, nel 2022, il sistema di preparazione e distribuzione del concentrato acido per emodialisi denominato Granumix® (Fresenius Medical Care, Bad Homburg, Germania).

L'installazione di tale sistema ha richiesto lavori di modifica dell'impianto esistente che sono durati in totale 15 giorni e che sono stati eseguiti nelle ore diurne per quanto riguarda le stanze non impiegate per le sedute dialitiche e nelle ore notturne e la domenica per quanto riguarda le stanze impegnate nei trattamenti dialitici. Ciò ha permesso di eseguire tutti i trattamenti programmati senza creare disagi ai pazienti e al personale sanitario. Il Centro Dialisi della SC di Nefrologia Dialisi e Trapianto renale presso il Policlinico dell'Azienda Ospedaliero-Universitaria di Modena segue 251 pazienti in emodialisi cronica intraospedaliera, i quali sono distribuiti su 46 postazioni dialitiche con tre turni giornalieri attivi 6 giorni alla settimana (dal lunedì al sabato).

L'utilizzo delle sacche acide preconfezionate relative all'anno 2019 (12 mesi) è stato confrontato con quello relativo al secondo semestre dell'anno 2022 e al primo semestre dell'anno 2023 (12 mesi) dopo l'introduzione del sistema Granumix®.

Il sistema Granumix® è costituito da:

- una macchina per la preparazione del concentrato acido;
- un contenitore di concentrato acido a formulazione nota sotto forma di gel (Diamix®, Fresenius Medical Care);
- un sistema di alimentazione di acqua ultrapura proveniente dall'impianto di biosmosi;
- due taniche o serbatoi di stoccaggio da circa 750 litri ciascuno per ogni concentrazione di potassio scelta dal Centro dialisi (un serbatoio alimenta i monitor di dialisi, l'altro funge da riserva);
- un sistema di distribuzione centralizzata (con possibilità di ottenere fino a tre linee di distribuzione) che non necessita di disinfezione periodica [2]

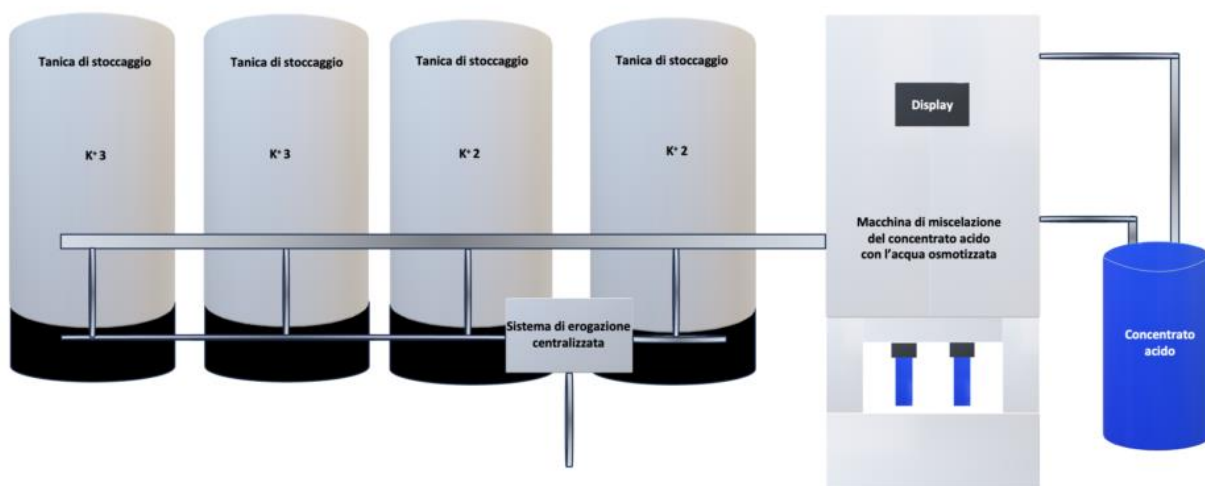


Figura 1. Rappresentazione grafica del sistema centralizzato di produzione del concentrato acido per emodialisi nel nostro Centro: nella macchina di miscelazione la soluzione iperconcentrata (Diamix®) viene miscelata con l'acqua osmotizzata fino al raggiungimento della concentrazione di elettroliti prevista, in modo tale che la soluzione acida così ottenuta venga stoccata negli appositi serbatoi (taniche) e in seguito distribuita, attraverso il sistema di erogazione centralizzata (circuito di distribuzione ad anello), a ciascuna postazione di dialisi.

La soluzione iperconcentrata (Diamix®) viene miscelata con l'acqua ultrapura (circa 500 litri di acqua sono utilizzati per ogni preparazione), in maniera automatizzata, fino al raggiungimento della concentrazione di elettroliti prevista. Ogni contenitore Diamix® di soluzione iperconcentrata consente la produzione di circa 750 litri di soluzione acida. La soluzione acida così ottenuta viene stoccata negli appositi serbatoi (ogni serbatoio consente di effettuare circa 220 trattamenti dialitici). Il sistema di distribuzione centralizzato è un circuito di distribuzione ad anello che consente di erogare il concentrato acido a ciascuna postazione di dialisi mediante specifici sistemi di connessione "a baionetta", posizionati all'altezza della testata del letto, in modo tale da erogare soltanto il volume di concentrato necessario per ciascuna seduta dialitica.

Ne deriva un livello di personalizzazione tale da poter garantire al paziente diverse combinazioni nella concentrazione di potassio (K2, K3 e K4 mmol/l) e di calcio (1,25 e 1,50 mmol/l), modificabili anche a seduta dialitica in corso; di contro, non è possibile eseguire dialisi mediante anticoagulazione regionale con citrato oppure dialisi senza acetato nel bagno.

Per la raccolta dei dati prima dell'introduzione del sistema Granumix® (Pre-Granumix) abbiamo provveduto a pesare le sacche acide, piene e vuote, disponibili presso il nostro Centro dialisi (3,8 litri e 4,5 litri, ditta Farmasol srl), le scatole dove vengono imballate e i bancali (da 25 kg come da normativa europea UNI-EN 13698-1); in seguito, utilizzando sedute dialitiche "campione" (eseguite con metodiche dialitiche differenti e di durata variabile) in cui sono state pesate rispettivamente le sacche acide prima e dopo il trattamento dialitico e poi i rifiuti generati dividendoli per materiale, abbiamo calcolato i litri di soluzione acida utilizzati e i chilogrammi di rifiuti generati tra legno, plastica, cartone e soluzione acida residua; infine abbiamo conteggiato il numero di sacche, scatole e bancali utilizzati in un anno solare (2019). Grazie a tali dati è stato possibile estrapolare anche i pesi movimentati dagli operatori in chilogrammi, derivanti dall'utilizzo dei vari materiali. Il medesimo procedimento è stato utilizzato per calcolare gli stessi parametri dopo l'avvio dell'impiego del sistema Granumix® e, più precisamente, nel periodo compreso tra il secondo semestre del 2022 e il primo semestre del 2023 (Post-Granumix).

Abbiamo quindi confrontato diversi fattori quali l'utilizzo di risorse umane, il consumo di materiali, il volume di rifiuti generati, i prodotti inutilizzati e quindi sprecati e la soddisfazione degli infermieri per documentare quale sistema fosse più sostenibile dal punto di vista ambientale.

Per quanto riguarda il minor carico di materiali trasportati si è tenuto conto che: a) ciascun bancale contiene 112 sacche acide da 4,5 litri (oppure 168 sacche da 3,8 litri); b) lo spazio occupato da una tanica di stoccaggio corrisponde allo spazio occupato da due bancali; c) ciascun bancale occupa lo spazio di 4 contenitori di soluzione Diamix® che consentono un totale di oltre 200 trattamenti dialitici ciascuno (Figura 2); d) ciascun contenitore Diamix® contiene 193 litri di soluzione iperconcentrata e produce 750 litri di soluzione acida; e) ogni contenitore Diamix® esausto può essere ritirato per un nuovo riutilizzo (fino a un massimo di dieci volte); f) ciascun bancale contenente le sacche acide equivale al peso complessivo della tanica di stoccaggio con il concentrato acido in essa contenuto ed è pari a circa 1'000 Kg (Figura 3); g) presso il Centro dialisi del Policlinico di Modena si eseguono circa 120 trattamenti dialitici al giorno, pertanto la fornitura di un contenitore Diamix® consente un'autonomia di circa 2 giorni, mentre 4 contenitori Diamix® consentono un'autonomia di circa una settimana.

Dopo un corso di formazione teorico di 3 ore e un corso di formazione pratico di 14 giorni per addestrare gli operatori, il sistema Granumix® è stato definitivamente avviato nel secondo semestre del 2022. Dopo circa un anno dalla transizione dall'impiego di sacche acide di 3,8 o di 4,5 litri all'impiego del sistema Granumix®, abbiamo somministrato un questionario di gradimento, anonimo, ai 60 infermieri in servizio presso il Centro dialisi allo scopo di valutare il grado di soddisfazione. Il questionario prevedeva 9 domande a risposta multipla con 3 gradi di soddisfazione (poco, indifferente, tanto) e verteva su argomenti quali la durata del training formativo, la preparazione del materiale per la seduta dialitica in termini di fatica e praticità, il tempo dedicato alla movimentazione dei pesi per lo stoccaggio dei materiali e la loro movimentazione dal deposito alla sala dialisi in ottica di "time consuming" e il grado di soddisfazione generale.

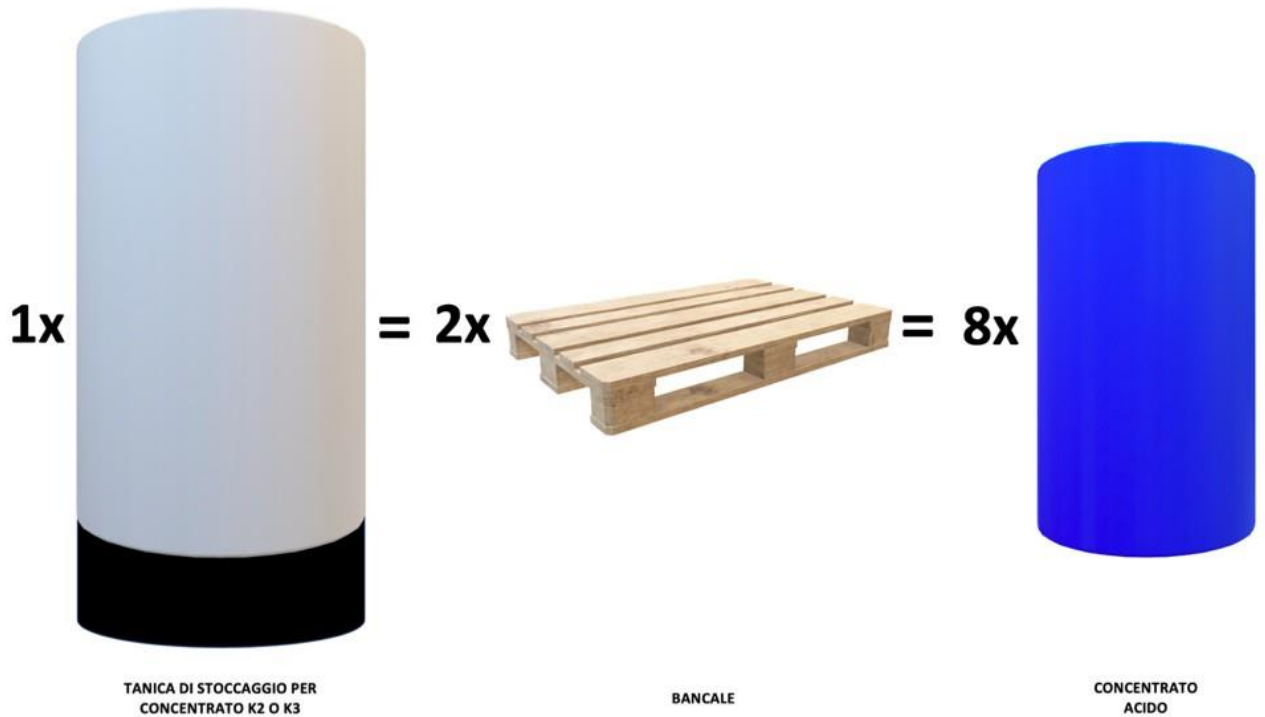


Figura 2. Confronto dello spazio occupato: tanica di stoccaggio vs. bancale contenente le sacche acide vs. contenitore di soluzione iperconcentrata Diamix®. Come è possibile notare dalla figura, lo spazio occupato da una tanica di stoccaggio corrisponde allo spazio occupato da 2 bancali, che a sua volta equivale allo spazio occupato da 8 contenitori di soluzione Diamix® (che consentono un totale di oltre 200 trattamenti dialitici ciascuno).

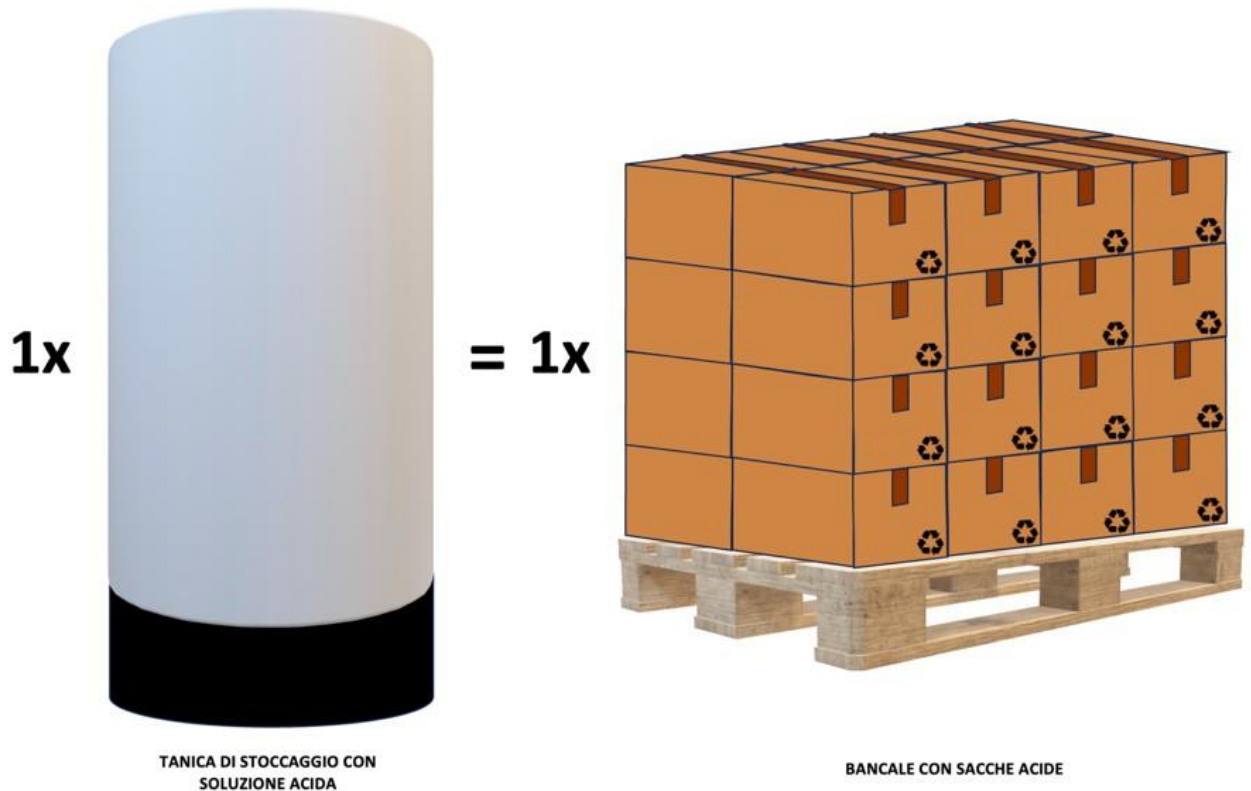


Figura 3. Confronto del peso: tanica di stoccaggio contenente il concentrato acido vs. bancale contenente le sacche acide. Come si evince dalla figura, il peso complessivo della tanica di stoccaggio e del concentrato acido in essa contenuto equivale a quello di ciascun bancale contenente le sacche acide ed è pari a circa 1'000 kg.

Risultati

Periodo Pre-Granumix

I dati raccolti nel 2019 presso il nostro Centro Dialisi (Tabella 1), prima dell'introduzione del sistema di distribuzione centralizzato del concentrato acido, hanno mostrato un consumo annuo pari a 30'000 sacche di concentrato acido (per un totale di più di 120'000 litri), 11'667 scatole di cartone e 208 bancali di legno. Questi materiali hanno generato più di 10'000 kg di rifiuti tra legno (3'750 kg), plastica (4'500 kg) e cartone (5'367 kg) e circa 12'000 litri di soluzione acida residua da smaltire, con una movimentazione di peso da parte degli operatori che ha raggiunto quasi i 160'000 kg (149'000 kg per le sacche acide piene, 3'750 kg per i bancali e 5'367 kg per le scatole in cartone).

Periodo Post-Granumix

Dai dati raccolti nel secondo semestre 2022 e primo semestre 2023 (Tabella 2), dopo l'introduzione del sistema Granumix®, appare invece evidente una netta riduzione del consumo di sacche di concentrato acido (circa 6'000 sacche impiegate per un totale di 23'520 litri) e di conseguenza di scatole e bancali utilizzati (rispettivamente 2'294 e 40). L'impiego del sistema di distribuzione centralizzato del concentrato acido ha prodotto un'importante riduzione dei rifiuti generati: poco più di 2'000 kg tra legno (720 kg), plastica (867 kg) e cartone (1'055 kg) e circa 2'000 litri di soluzione acida residua da smaltire, con una movimentazione di peso da parte degli operatori pari a 71'522 kg (69'747 kg per le sacche acide piene o Diamix®, 720 kg per i bancali e 1'055 kg per le scatole in cartone). Per quanto riguarda le 6'000 sacche acide utilizzate nonostante il passaggio al sistema di distribuzione centralizzato del concentrato acido, queste si sono rese necessarie principalmente per eseguire i trattamenti dialitici extra Centro dialisi e per i trattamenti dialitici speciali.

Differenze Pre-Granumix vs Post-Granumix

Dal confronto dei dati ricavati nel periodo Pre-Granumix e quelli ricavati nel periodo Post-Granumix (Tabella 3) è emerso che complessivamente in un anno si è registrata una riduzione di circa l'80% di tutto il materiale consumabile (sacche acide, scatole e bancali) e dei rifiuti generati e di più del 50% dei pesi movimentati dagli operatori: c'è stato infatti un risparmio di 24'203 pezzi (sacche acide e contenitori Diamix®), 9'373 scatole, 168 bancali e 74'320 litri di soluzione acida utilizzati. Per quanto riguarda i rifiuti generati, il risparmio è stato di 3'030 kg di legno, 3'633 kg di plastica, 4'312 kg di cartone e 9'749 litri di soluzione acida residua da smaltire, mentre la differenza nei pesi movimentati dagli operatori è stata di 79'253 kg per le sacche acide piene o contenitori Diamix®, 3'030 kg per i bancali e 4'312 kg per il cartone, per un totale di oltre 86'000 kg.

Questionario

Su 60 infermieri ai quali era stato somministrato il questionario di gradimento 54 (90%) hanno risposto al questionario. L'analisi delle risposte del questionario somministrato (Tabella 4) ha mostrato che il 96,4% degli intervistati si è definito soddisfatto circa il passaggio dalle sacche acide al sistema di distribuzione centralizzato del concentrato acido, il restante 3,6% è dovuto a preferenza non espressa o indifferente soddisfazione. Il training formativo è stato ritenuto adeguato nel 79,6% dei casi, mentre il rimanente 20,4% avrebbe preferito un periodo di formazione maggiore. Il 94,5% degli intervistati ha riscontrato una minor fatica e una maggiore praticità nella preparazione del materiale per la seduta dialitica e infine l'85,1% degli intervistati ha notato un guadagno di tempo effettivo da dedicare all'allestimento del circuito extracorporeo e al paziente per la gestione degli accessi vascolari e di eventuali imprevisti (il 5,5% e il 14,9% rispettivamente non hanno notato differenze).

Tipologia	SACCHE ACIDE TRADIZIONALI				RIFIUTI GENERATI					PESI MOVIMENTATI IN KG			
	Pezzi (n)	Scatole (n)	Bancali (n)	Litri	Legno (kg)	Plastica (kg)	Cartone (kg)	Totale (kg)	Sol. Acida residua (litri)	Sacche acide piene	Bancali	Cartone	Totale
Concentrato Acido sacca da 3,8 litri	20'000	6'667	119	76'000	2'143	3'000	3'067	8'210	7'600	94'000	2'143	3'067	99'210
Concentrato Acido sacca da 4,5 litri	10'000	5'000	89	45'000	1'607	1'500	2'300	5'407	4'500	55'000	1'607	2'300	58'907
Totale	30'000	1'667	208	121'000	3'750	4'500	5'367	13'617	12'100	149'000	3'750	5'367	158'117

Tabella 1. Dati raccolti nel 2019 (Pre-Granumix) presso l'AOU di Modena – SC Nefrologia, Dialisi e Trapianto renale. Il consumo annuo è stato pari a 30'000 sacche di concentrato acido, 11'667 scatole di cartone e 208 bancali di legno. I rifiuti generati sono stati più di 10'000 kg tra legno (3'750 kg), plastica (4'500 kg) e cartone (5'367 kg), con circa 12'000 litri di soluzione acida residua da smaltire e una movimentazione di peso da parte degli operatori che ha raggiunto quasi i 160'000 kg (149'000 kg per le sacche acide piene, 3'750 kg per i bancali e 5'367 kg per le scatole in cartone).

Tipologia	SACCHE ACIDE + DIAMIX				RIFIUTI GENERATI					PESI MOVIMENTATI IN KG			
	Pezzi (n)	Scatole (n)	Bancali (n)	Litri	Legno (kg)	Plastica (kg)	Cartone (kg)	Totale (kg)	Soluzione Acida residua (litri)	Sacche acide piene o Diamix	Bancali	Cartone	Totale
Concentrato Acido sacca da 3,8 litri	3'588	1'196	21	13'634	378	538	550	1'466	1'363	16'864	378	550	17'792
Concentrato Acido sacca da 4,5 litri	2'197	1'098	19	9'886	342	329	505	1'176	988	12'083	342	505	12'930
Diamix	12	0	0	23'160	0	0	0	0	0	40'800	0	0	40'800
Totale	5'797	2'294	40	46'680	720	867	1'055	2'642	2'351	69'747	720	1'055	71'522

Tabella 2. Dati raccolti nel secondo semestre 2022 – primo semestre 2023 (Post-Granumix) presso l'AOU di Modena – SC Nefrologia, Dialisi e Trapianto renale. Il consumo annuo è stato pari a poco meno di 6'000 sacche di concentrato acido, 2'294 scatole di cartone e 40 bancali di legno. L'impiego del sistema di distribuzione centralizzato del concentrato acido ha prodotto un'importante riduzione dei rifiuti generati: sono stati infatti poco più di 2'000 kg tra legno (720 kg), plastica (867 kg) e cartone (1'055 kg), con circa 2'000 litri di soluzione acida residua da smaltire ed una movimentazione di peso da parte degli operatori pari a 71'522 kg (69'747 kg per le sacche acide piene o Diamix®, 720 kg per i bancali e 1'055 kg per le scatole in cartone)

Tipologia	SACCHE ACIDE+DIAMIX				RIFIUTI GENERATI				PESI MOVIMENTATI IN KG				
	Pezzi (n)	Scatole (n)	Bancali (n)	Litri	Legno (kg)	Plastica (kg)	Cartone (kg)	Totale (kg)	Sol. Acida residua (litri)	Sacche acide piene o Diamix	Bancali	Cartone	Totale
Totale Pre-Granumix	30'000	11'667	208	121'000	3'750	4'500	5'367	13'617	12'100	149'000	3'750	5'367	158'117
Totale Post-Granumix	5'797	2'294	40	46'680	720	867	1'055	2'642	2'351	69'747	720	1'055	71'522
Differenza (n)	24'203	9'373	168	74'320	3'030	3'633	4'312	10'957	9'749	79'253	3'030	4'312	86'595
Differenza (%)	- 80,67	- 80,33	- 80,77	- 61,42	- 80,8	- 80,73	- 80,34	- 80,46	- 80,57	- 53,19	- 80,8	- 80,34	- 54,76

Tabella 3. Confronto Pre-Granumix vs Post-Granumix. Dal confronto dei dati ricavati nel periodo Pre-Granumix e quelli ricavati nel periodo Post-Granumix si può notare che complessivamente in un anno si è registrata una riduzione di circa l'80% di tutto il materiale consumabile (sacche acide, scatole e bancali) e dei rifiuti generati e di più del 50% dei pesi movimentati dagli operatori. Il risparmio è stato di 24'203 pezzi (sacche acide e contenitori Diamix®), 9'373 scatole, 168 bancali e 74'320 litri di soluzione acida utilizzati. Per quanto riguarda i rifiuti generati, la riduzione è stata di 3'030 kg di legno, 3'633 kg di plastica, 4'312 kg di cartone e 9'749 litri di soluzione acida residua da smaltire, mentre la differenza nei pesi movimentati dagli operatori è stata di 79'253 kg per le sacche acide piene o contenitori Diamix®, 3'030 kg per i bancali e 4'312 kg per il cartone, per un totale di oltre 86'000 kg.

DOMANDE RISPOSTE	ADEGUATEZZA DEL				
	SODDISFAZIONE GENERALE	TRAINING FORMATIVO	MINOR FATICA NELLA PREPARAZIONE DEL MATERIALE	MAGGIORE PRATICITÀ NELLA PREPARAZIONE DEL MATERIALE	GUADAGNO DI TEMPO EFFETTIVO
Non espresso	1,8%	0%	0%	0%	0%
Poco	0%	20,4%	0%	0%	0%
Indifferente	1,8%	0%	5,5%	5,5%	14,9%
Tanto	96,4%	79,6%	94,5%	94,5%	85,1%

Tabella 4. Analisi delle risposte al questionario somministrato al personale infermieristico (%). La tabella mostra come il 96,4% degli intervistati si è definito soddisfatto circa il passaggio dalle sacche acide al sistema di distribuzione centralizzato del concentrato acido, il training formativo è stato ritenuto adeguato nel 79,6% dei casi, il 94,5% degli intervistati ha riscontrato una minor fatica e una maggiore praticità nella preparazione del materiale per la seduta dialitica e infine l'85,1% degli intervistati ha notato un guadagno di tempo effettivo da dedicare all'allestimento del circuito extracorporeo e al paziente per la gestione degli accessi vascolari e di eventuali imprevisti.

Discussione

I risultati del nostro studio documentano come l'impiego dell'impianto di distribuzione centralizzata del concentrato acido abbia portato notevoli vantaggi nella gestione del paziente emodializzato cronico. I benefici di questa innovazione tecnologica, che ha sensibilmente modificato la gestione del trattamento emodialitico del nostro Centro, sono multipli e riguardano nello specifico: (i) semplificazione nella distribuzione del concentrato acido, (ii) riduzione del carico di lavoro del personale di dialisi, (iii) ottimizzazione del tempo dedicato al paziente ed (iv) eco-sostenibilità.

Con l'implementazione del sistema di distribuzione centralizzato del concentrato acido il nostro Centro riesce a produrre e distribuire on-line alle macchine di dialisi una soluzione acida concentrata senza l'utilizzo delle sacche monouso. Le concentrazioni di K^+ che abbiamo adottato sono K^+ 2 mEq/L e K^+ 3 mEq/L. Entrambe le linee di distribuzione forniscono una concentrazione fissa di Ca^{2+} pari a 1,5 mmol/L.

Nel primo anno di utilizzo di questo sistema abbiamo nettamente ridotto di circa l'80% il consumo di sacche di concentrato acido (5'805 vs 30'000), con un notevole risparmio in termini di rifiuti generati (legno dei bancali, plastica, carta per imballaggi e soluzione acida residua da smaltire). In parallelo, il carico di lavoro del personale di dialisi si è ridotto complessivamente di circa il 50% poiché sono state movimentate dal magazzino alla macchina di dialisi 24'215 sacche in meno in un anno. Inoltre, in questo computo dobbiamo considerare il lavoro dedicato allo smaltimento delle sacche monouso (esauste e non), al cambio sacca durante il trattamento dialitico per far fronte a un prolungamento dello stesso, al cambio della metodica (HD>HDF) oppure al cambio di concentrazione del bagno di K^+ . È innegabile che il tempo impiegato per movimentare le sacche, smaltirle ed eventualmente cambiarle in corso di dialisi sia "time consuming". Il personale di dialisi ha quindi una maggiore disponibilità di tempo da dedicare all'assistenza del paziente, alla prescrizione medica del trattamento dialitico e di eventuali terapie e al termine della dialisi. Il grado di soddisfazione del personale infermieristico ha mostrato che il 96,4% degli intervistati si è definito soddisfatto circa il passaggio dalle sacche acide al sistema di distribuzione centralizzato del concentrato acido. L'aspetto più interessante della "survey" interna è stato che l'85,1% degli infermieri ha notato un guadagno di tempo effettivo da dedicare alle proprie mansioni che si riflette in un alleggerimento del carico di lavoro e in una maggiore qualità del processo lavorativo.

L'implementazione del concentrato acido inoltre apporta un risparmio in termini di risorse naturali utilizzate e di rifiuti generati. Se per il legno dei bancali e la carta degli imballaggi si può ipotizzare un loro riutilizzo (bancali) o riciclo (carta), la plastica delle sacche del concentrato acido segue un percorso improntato sullo smaltimento secondo i riferimenti dell'European Waste Catalogue (CER 18 01 07). Quando l'esterno delle sacche risulta contaminato da fluidi biologici (sangue, dialisato), queste vengono inviate, insieme alle linee e agli aghi, come rifiuti pericolosi a rischio infettivo a impianti di incenerimento, percorso che comporta una notevole produzione di CO_2 e una notevole spesa sanitaria.

La riduzione nell'utilizzo delle sacche acide monouso e quindi della loro distribuzione riduce anche il trasporto su gomma con vantaggi in termini di ecosostenibilità.

In letteratura non sono ancora presenti molti studi a riguardo, però in uno studio del Bradford Teaching Hospitals NHS Foundation Trust, realizzato tra il 2008 e il 2011, sono emersi dati interessanti in seguito al passaggio dall'uso di sacche acide al sistema centralizzato di distribuzione: si sono osservate una riduzione dello spreco di concentrato acido di oltre 50'000 litri/anno e delle emissioni di CO_2 stimata in 16 tonnellate/anno. Il risparmio economico è stato di circa £ 23'000 a fronte di un investimento di circa £ 44'000 per l'installazione dei serbatoi di stoccaggio, per l'anello di distribuzione e per i lavori accessori [3]. In Giappone da circa 45 anni si utilizza il sistema

centralizzato di erogazione del liquido di dialisi (CDDS): nel 1968 il CDDS era utilizzato nel 56% dei casi nei vari Centri dialisi, mentre nel 2014 con l'aumento del numero dei Centri dialisi questa percentuale è arrivata al 90%. L'introduzione di questo sistema ha semplificato l'attività dei vari Centri dialisi, combinando l'ottima affidabilità del CDDS e il buon profilo di sicurezza microbiologica [4].

È doveroso sottolineare che la gestione del sistema giapponese risulta alquanto complessa, poiché la preparazione del dialisato (mixing dell'acqua ultrapura, concentrato acido e bicarbonato di sodio) avviene prima della sua distribuzione alle macchine da HD. Pertanto, la ridotta variabilità nella composizione del dialisato, il rischio di precipitazione di sali di calcio e il mantenimento della sterilità del circuito riducono la sua praticità se confrontata con il sistema di distribuzione centralizzato del concentrato acido.

L'implementazione del concentrato acido centralizzato è stata recentemente riconosciuta e promossa come una moderna strategia eco-sostenibile in una *call for action* dell'*European Kidney Health Alliance (EKHA)*. Tale documento intende accrescere la consapevolezza delle dimensioni del carico ambientale della malattia renale e motivare tutta la comunità nefrologica affinché promuova una rapida transizione ecologica dei trattamenti dialitici [5]. A sua volta, la Società Italiana di Nefrologia ha proposto strategie che abbiano l'intento di conservare la funzione renale e ritardare l'inizio del trattamento emodialitico; uno stile di vita sano, con esercizio fisico e alimentazione equilibrata; la riduzione del consumo di acqua ed energia, preferendo fonti di energia rinnovabili; il riciclo di carta, vetro e plastica non contaminati; l'impiego di criteri di impatto ambientale nelle *checklist* per la valutazione delle forniture per dialisi e nella costruzione di nuove infrastrutture [6].

Nonostante i risultati favorevoli ottenuti, bisogna segnalare che un impianto di distribuzione centralizzata del concentrato acido ha dei costi di realizzazione e di mantenimento. I bilanci di ammortamento della spesa sono Centro-specifici e necessitano di analisi di costo dettagliate. È necessario avere inoltre un locale con adeguati requisiti edilizi per l'impianto di produzione e stoccaggio del concentrato acido in pesanti taniche. Nonostante ciò, resta valida la necessità di mantenere uno spazio adeguato anche per lo stoccaggio di sacche acide nel Centro dialisi. I motivi alla base di tale stoccaggio di riserva sono: a) la previsione di un eventuale malfunzionamento dell'impianto; b) eventuali trattamenti senza eparina mediante sacche acide contenenti citrato; c) trattamenti dialitici speciali che prevedono sacche di concentrato acido specifiche per i trattamenti senza acetato o per l'impiego di modelli matematici che controllano profili di sodio e ultrafiltrazione; d) i trattamenti dialitici extra Centro dialisi, mediante l'ausilio di osmosi portatili [7, 9].

Conclusione

I dati del nostro studio mostrano come l'implementazione del sistema di distribuzione centralizzata del concentrato acido abbia ridotto dell'80% il numero di sacche acide monouso utilizzate, con un notevole impatto "green" nell'utilizzo di risorse umane e nella produzione di rifiuti. Anche se i dati disponibili riguardo tale sistema di distribuzione del concentrato acido per emodialisi sono limitati in termini di investimento e di risparmio economico, ciò che risulta evidente è che negli ultimi anni stiamo assistendo a una crescente attenzione in diversi Paesi circa il suo utilizzo e la speranza è che presto possa essere il primo passo in ambito nefrologico e dialitico verso un approccio sempre più "green".

BIBLIOGRAFIA

1. Mancini E. Emodialisi e sostenibilità ambientale. *G Clin Nefrol Dial* 2020; 32: 107-110. <https://doi.org/10.33393/gcnd.2020.2150>
2. Granumix, Istruzioni per l'uso, Versione software: 3.52, Edizione: 08A-2021, Data di pubblicazione: 2022-08 Cod. art.: F50008072.
3. Bradford Teaching Hospitals NHS Foundation Trust. Central Delivery of Acid for Haemodialysis. Mapping Greener Healthcare. 2011. <https://map.sustainablehealthcare.org.uk/bradford-teaching-hospitals-nhs-foundation-trust/central-delivery-acid-haemodialysis>.
4. Kawanishi H, Moriishi M, Takahashi N, Tsuchiya S. The central dialysis fluid delivery system (CDDS): is it specialty in Japan? *Ren Replace Ther*. 2016; 2 (1). <https://doi.org/10.1186/s41100-016-0016-4>.
5. Vanholder R, Agar J, Braks M, Gallego D, et al. The European Green Deal and nephrology: a call for action by the European Kidney Health Alliance. *Nephrol Dial Transplant*. 2023;38(5):1080-1088. <https://doi.org/10.1093/ndt/gfac160>.
6. Piccoli GB, Cupisti A, Aucella F, Regolisti G, Lomonte C, et al. On the Behalf of Conservative treatment, Physical activity, and Peritoneal dialysis project groups of the Italian Society of Nephrology. Green nephrology and eco-dialysis: a position statement by the Italian Society of Nephrology. *Journal of Nephrology* (2020), 33:681–698. <https://doi.org/10.1007/s40620-020-00734-z>.
7. Meijers B, Metalidis C, Vanhove T, Poesen R, Kuypers D, Evenepoel P. A noninferiority trial comparing a heparin-grafted membrane plus citrate-containing dialysate versus regional citrate anticoagulation: results of the CiTED study. *Nephrol Dial Transplant*. 2017;32(4):707-714. <https://doi.org/10.1093/ndt/gfw461>.
8. Tessitore N, Santoro A, Panzetta GO, Wizemann V, Perez-Garcia R, Martinez Ara J, Perrone B, Mantovani W, Poli A. Acetate-free biofiltration reduces intradialytic hypotension: a European multicenter randomized controlled trial. *Blood Purif*. 2012;34(3-4):354-63. <https://doi.org/10.1159/000346293>.
9. Donati G, Ursino M, Spazzoli A, Natali N, Schillaci R, Conte D, Angeletti A, Croci Chiochini AL, Capelli I, Baraldi O, La Manna G. Sodium Prescription in the Prevention of Intradialytic Hypotension: New Insights into an Old Concept. *Blood Purif*. 2018;45(1-3):61-70. <https://doi.org/10.1159/000480221>.