



Fondazione IRCCS Ca' Granda
Ospedale Maggiore Policlinico

Sistema Socio Sanitario



Processo di dialisi: appropriatezza e sostenibilità



Carlo Alfieri

Unit of Nephrology Dialysis and Renal Transplantation
Fondazione IRCCS Cà Granda Ospedale Maggiore Policlinico Milan

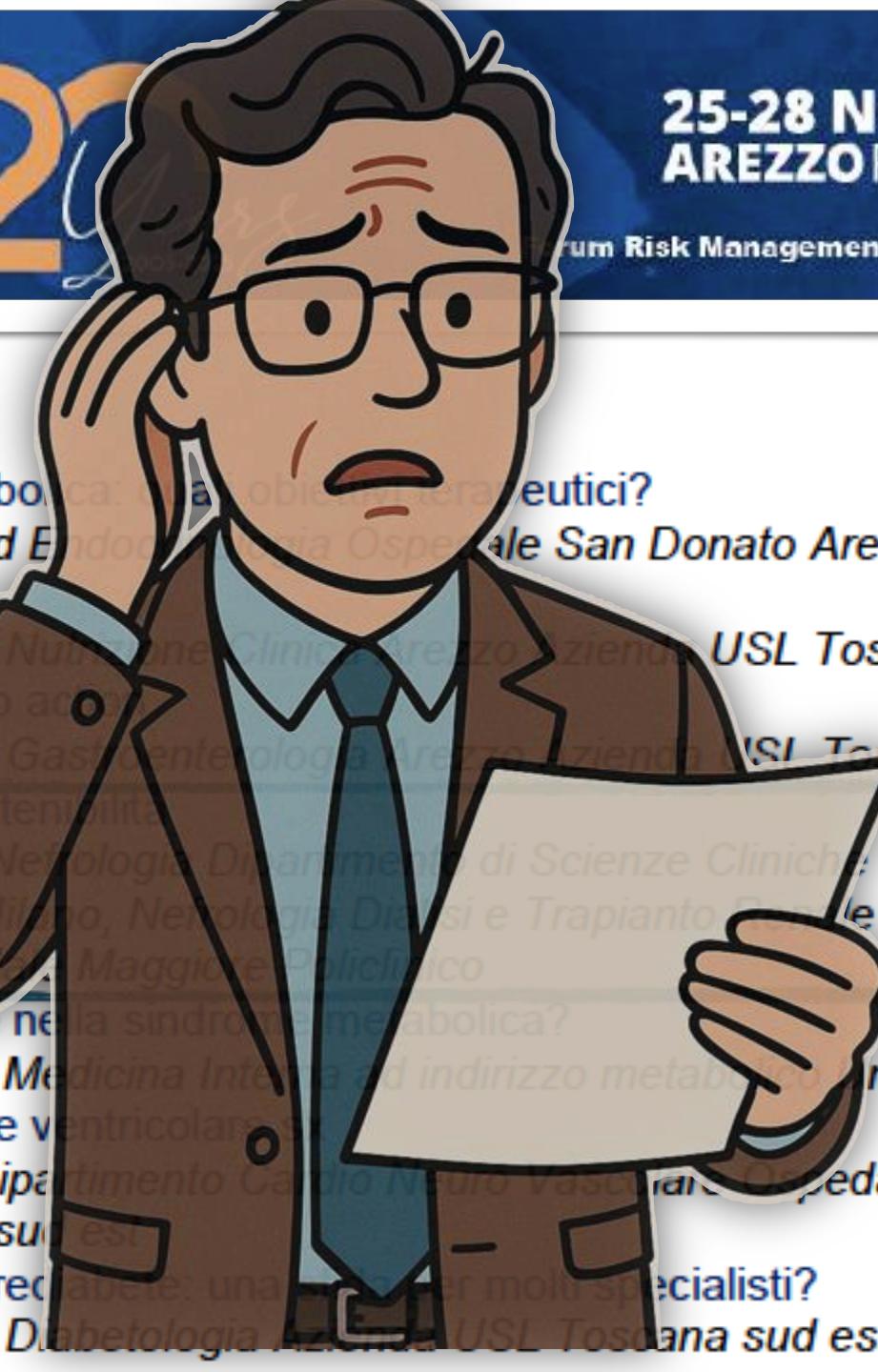
Department of Clinical Sciences and Community Health, University of Milan, Italy



@carlo_alfieri



Nothing to declare



Il paziente con obesità e sindrome metabolica: obiettivi terapeutici?

Cristina Ciuoli Direttore UOSd Endocrinologia Ospedale San Donato Arezzo Azienda USL Toscana sud est

Luci ed ombre della terapia nutrizionale

Rocco Zocco Direttore UOS Nutrizione Clinica Azienda USL Toscana sud est

Il fegato e la sindrome metabolica: call to action

Marco Rossi Direttore UOC Gastroenterologia Azienda USL Toscana sud est

Processo di dialisi: appropriatezza e sostenibilità

Carlo Maria Alfieri Professore di Nefrologia Dipartimento di Scienze Cliniche e Salute della Comunità Università di Milano, Nefrologia Dialisi e Trapianto Poliambulatorio Fondazione IRCCS Ca' Granda Ospedale Maggiore Policlinico

Quando è il momento di pensare all'acne nella sindrome metabolica?

Anna Solini Direttore SOD Medicina Interna ad indirizzo metabolico Università degli Studi di Pisa

La cardiopatia ischemica e la disfunzione ventricolare

Leonardo Bolognese già Direttore Dipartimento Cardio Neuro Vascolare Ospedale San Donato, Arezzo Azienda USL Toscana sud est

Il paziente con sindrome metabolica e prediabete: una sfida per molti specialisti?

Alessia Scatena Direttore UOC Diabetologia Azienda USL Toscana sud est

 Le informazioni riportate non sono consigli medici e potrebbero non essere accurate. I contenuti hanno solo fine illustrativo e non sostituiscono il parere medico: [leggi le avvertenze](#).

In medicina si definisce **adeguatezza dialitica** in senso stretto la capacità del trattamento dialitico di rimuovere dal sangue le molecole (dette anche tossine uremiche) che si accumulano nell'organismo degli individui affetti da grave insufficienza renale. Un'accezione più ampia del termine comprende la valutazione di tutti gli aspetti riguardanti lo stato di [salute](#) che risultano compromessi nelle persone affette da insufficienza renale in trattamento dialitico, che possono influenzarne la sopravvivenza e la [morbilità](#) e che possono essere corretti dosando bene il trattamento dialitico.^[1]

Significato e misurazione [\[modifica\]](#) [\[modifica wikitesto\]](#)

L'importanza della quantificazione dell'adeguatezza dialitica è legata all'evidenza dell'associazione tra accumulo di soluti uremici (suddivisi in molecole inorganiche e organiche e queste ultime in molecole piccole, medie e legate alle proteine) e aumentata mortalità dei pazienti in dialisi. In particolare le molecole di medie dimensioni (>500 d), come [beta 2 microglobulina](#), [interleuchina 6](#), [TNFa](#) e [FGF-23](#)) sono ritenute responsabili dell'aumentato [rischio cardiovascolare](#) nei pazienti dializzati.^[2]

Tuttavia i metodi tradizionalmente utilizzati per quantificare l'adeguatezza dialitica prendono in considerazione solo l'[urea](#), una piccola molecola organica (60 d) derivante dal [catabolismo](#) degli [aminoacidi](#) e quindi, in ultima analisi, delle [proteine](#) introdotte con l'alimentazione o generate nell'organismo. L'urea è però una molecola semplice da studiare grazie alla sua [idrosolubilità](#) e alla sua relativa abbondanza nell'organismo. Oggi è noto che la rimozione dell'urea dal sangue da parte delle membrane per dialisi non coincide con quella di altre molecole di medie dimensioni e nemmeno con quella di molecole altrettanto piccole e idrosolubili.^[3]

 Lo stesso argomento in dettaglio: [Kt/V](#).

Poiché la concentrazione dell'urea nel sangue (o meglio nel [plasma](#)) riflette anche l'introito e la produzione endogena di proteine, che nei pazienti uremici possono essere compromesse, i metodi per valutare l'efficienza dialitica prendono in considerazione le concentrazioni di urea all'inizio e al termine della seduta oltre ad altre variabili come la [massa](#) corporea. Fra i sistemi di questo tipo più usati nella pratica clinica si ricordano l'[urea reduction ratio](#) ([URR](#)) e il [Kt/V](#) con le sue varianti "single pool" (spKt/V), equilibrato (eKt/V) e standardizzato settimanale (std-Kt/V).

Depuration

Water balance

Endocrine function



@carlo_alfieri

Il concetto di "sostenibilità dialitica" si riferisce principalmente all'**impatto ambientale significativo della dialisi renale** e alle strategie per ridurlo, un argomento non trattato in una voce Wikipedia italiana dedicata, ma affrontato nell'ambito della "nefrologia verde" (o "green nephrology") e nelle discussioni generali sulla sostenibilità. ☀

Impatto Ambientale della Dialisi

L'emodialisi, in particolare quella praticata nei centri clinici, è un trattamento medico ad alta intensità di risorse che genera una notevole impronta ecologica. I principali fattori di impatto includono: ☀

- Consumo di acqua ed energia:** Una singola sessione di emodialisi in un centro consuma in genere circa 400 litri di acqua potabile per produrre il dialisato, che viene poi smaltito come rifiuto liquido. Il processo richiede anche un notevole dispendio energetico per il funzionamento delle macchine e dei sistemi di purificazione dell'acqua.
- Produzione di rifiuti:** Ogni trattamento genera una quantità significativa di rifiuti, principalmente plastica monouso (come dializzatori e set di tubi) e materiali di imballaggio. Si stima che una singola sessione possa produrre da 2,5 a 8 kg di rifiuti, molti dei quali sono considerati pericolosi o potenzialmente contaminati e quindi non riciclabili secondo le normative locali.
- Impronta di carbonio (CO₂eq):** L'intero processo, includendo la produzione di attrezzature mediche, l'energia utilizzata nelle strutture, e il trasporto dei pazienti e del personale, contribuisce in modo significativo alle emissioni di gas serra. L'impronta di carbonio annuale per paziente è paragonabile alle emissioni medie totali annuali di una persona. ☀



4	6	$\pm 2, \pm 4$
	C	
2,267 g/cm ³	12,011	
-	2,55	
[3642 °C]	75 pm	
1087 kJ/mol	Stabile (2)	
[He]2s ² 2p ²	CHI HA PAURA DEL BUIO?	



Treatment of ESRD



**CONSERVATIVE
THERAPY**



**SUBSTITUTIVE
THERAPY**



DIALYSIS TRANSPLANT



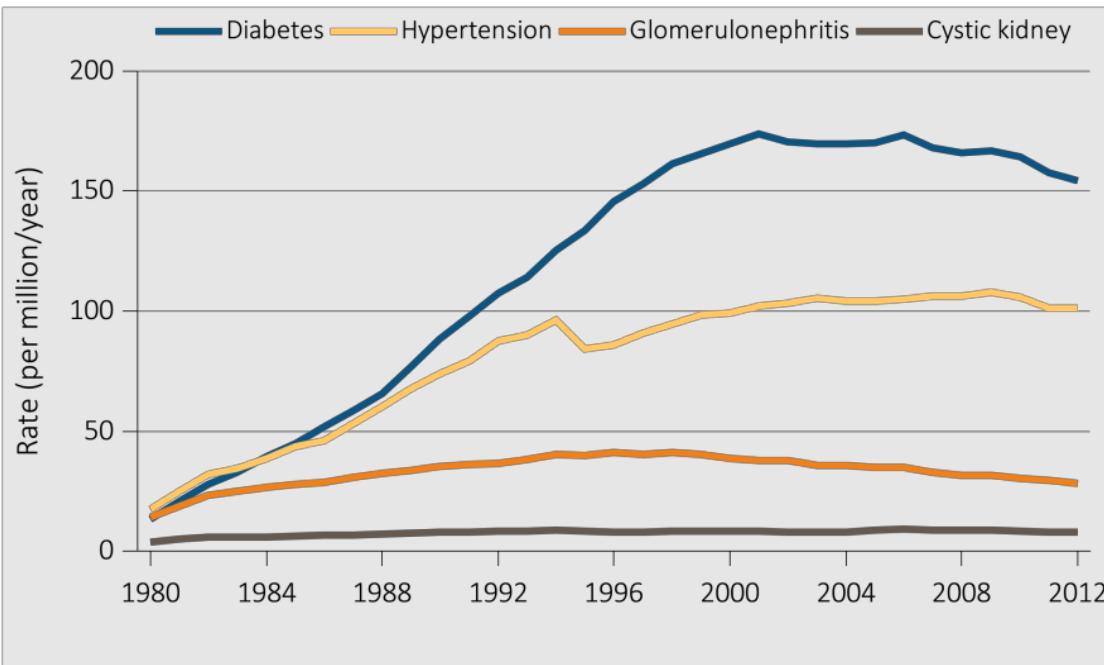
HD DP



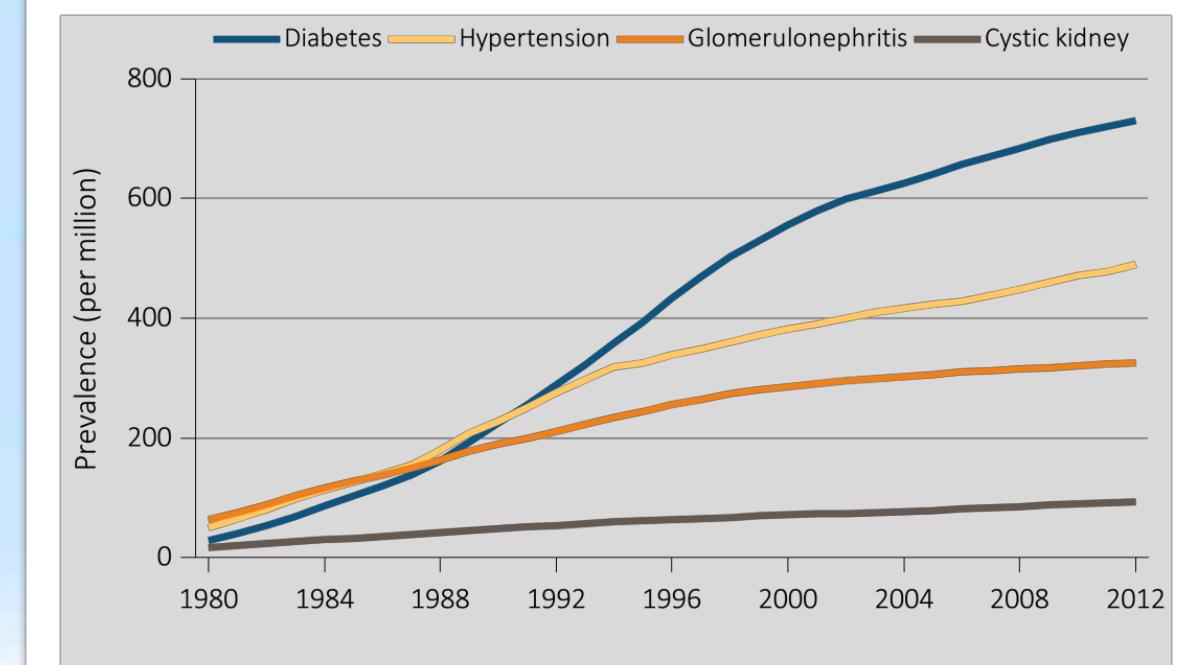
@carlo_alfieri



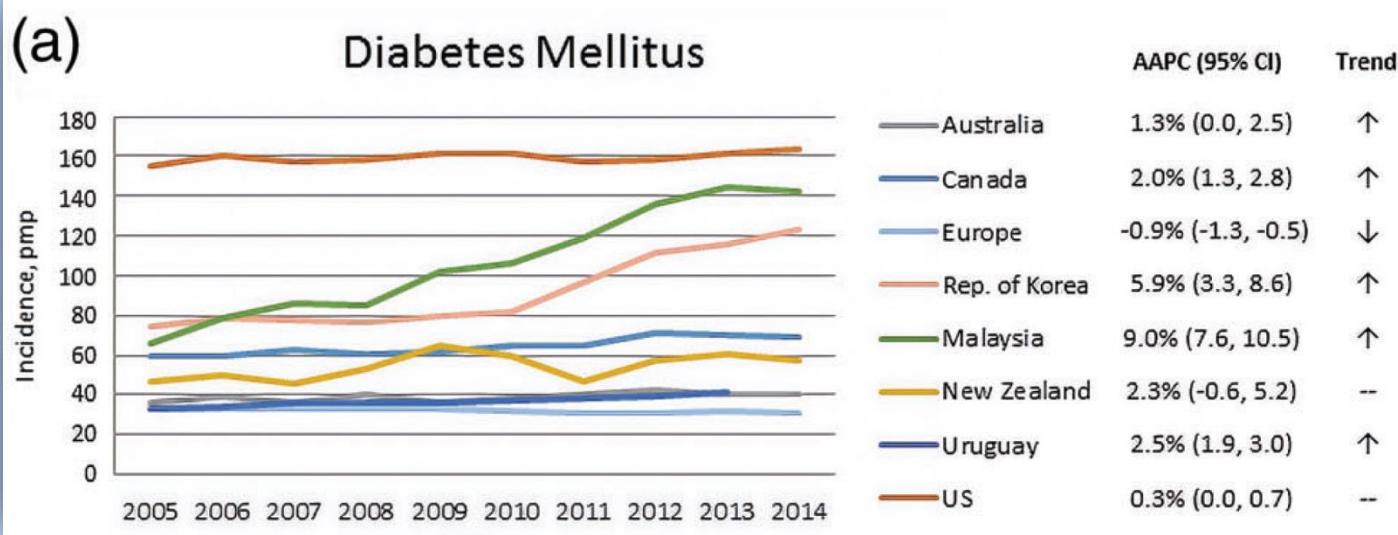
Incidence Rates



Prevalence Rates



Trends in incidence and prevalence ESRD cases, per million, by primary cause of ESRD, in the U.S. population, 1980-2012

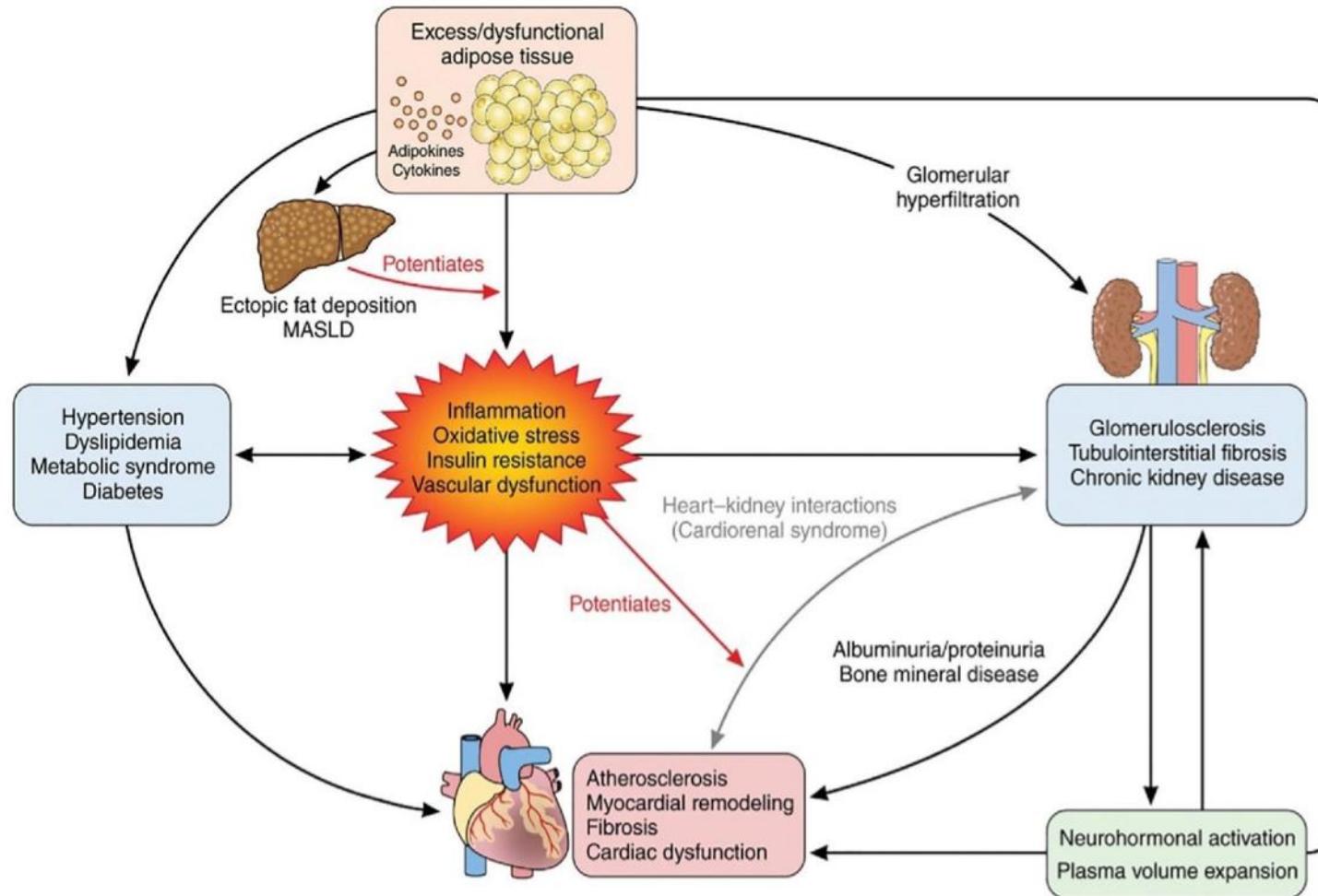


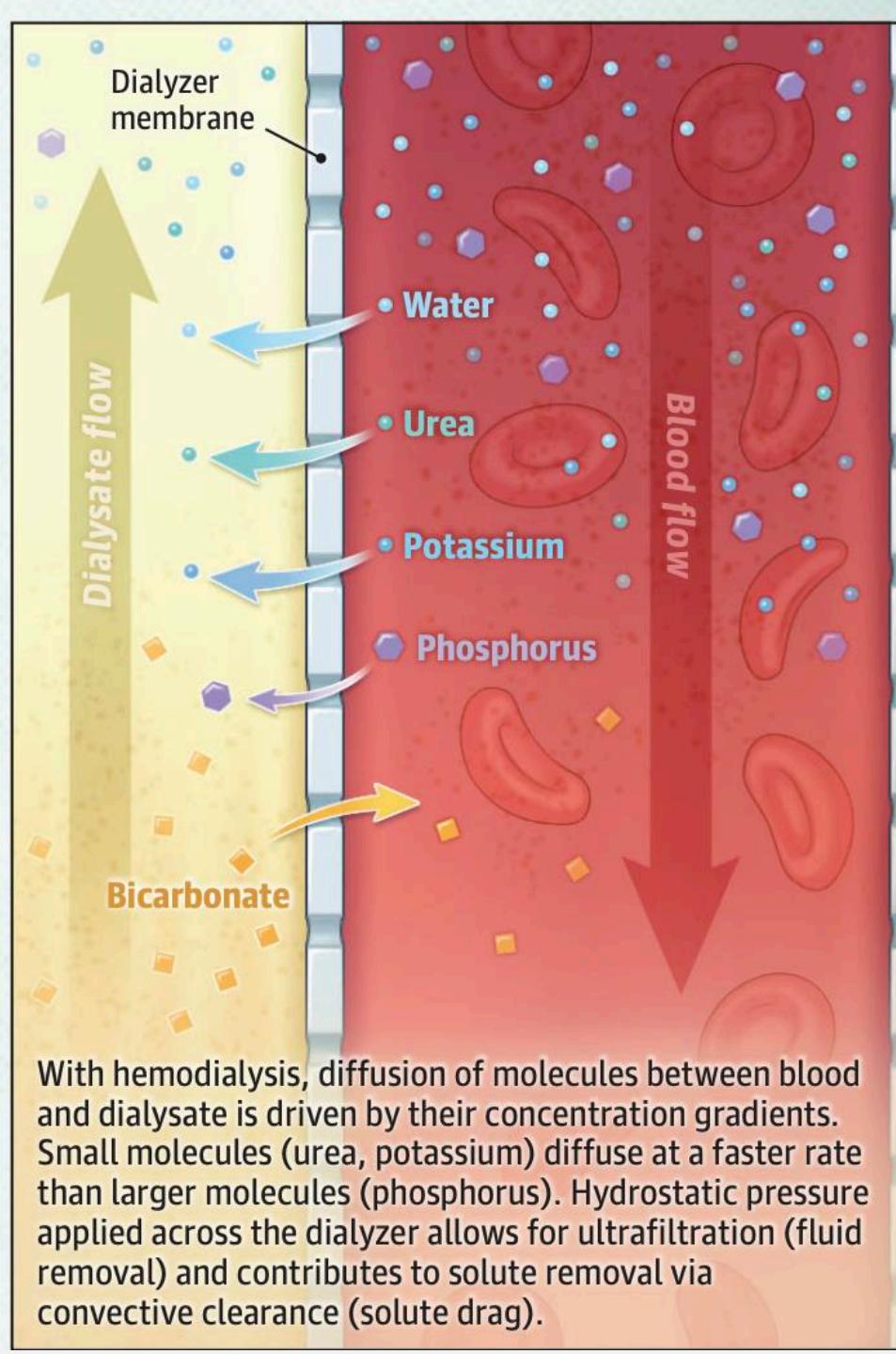
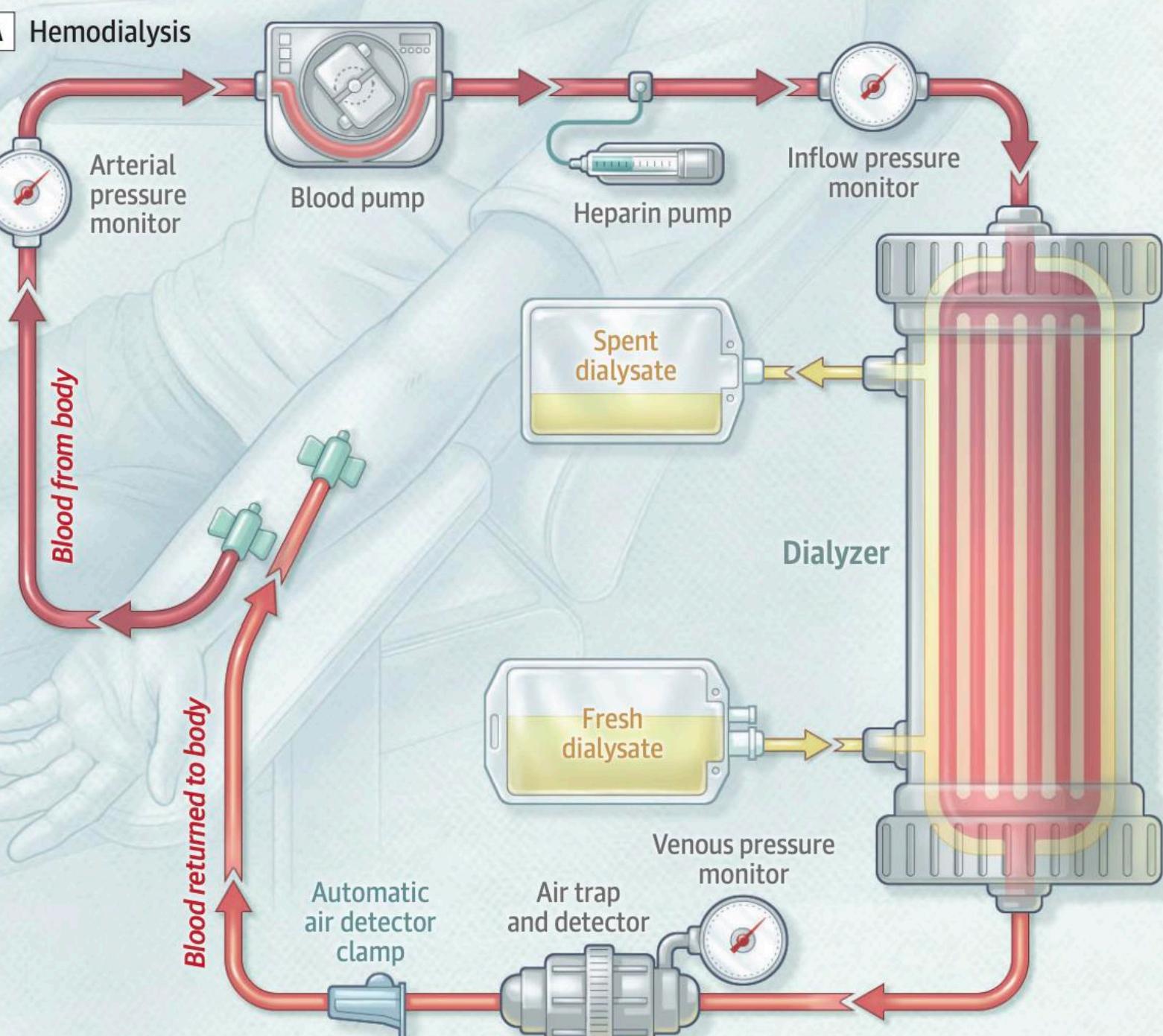
Diabetic kidney disease (DKD) continues to be the leading cause of end-stage renal disease (ESRD) worldwide, being the cause of ESRD in 24–55% of patients

- United States had the highest incidence rate of RRT for ESRD due to DM (155.6 pmp in 2005 and 163.6 pmp in 2014)
- The incidence of RRT for ESRD due to DM increased in most countries with Malaysia (AAPC 9.0%, 95% CI: 7.6, 10.5) and the Republic of Korea (AAPC 5.9%, 95% CI: 3.3, 8.6) showing the highest average annual percentage change in incidence among all countries throughout the study period.
- *Europe had the lowest number of patients starting RRT with DM as a PRD throughout the study period (32.9 pmp in 2005 and 31.4 pmp in 2014), with the incidence rate decreasing significantly throughout the study period (AAPC -0.9%, 95% CI: -1.3, -0.5).*

The incidence did not increase in any of the European countries (when analysed individually).

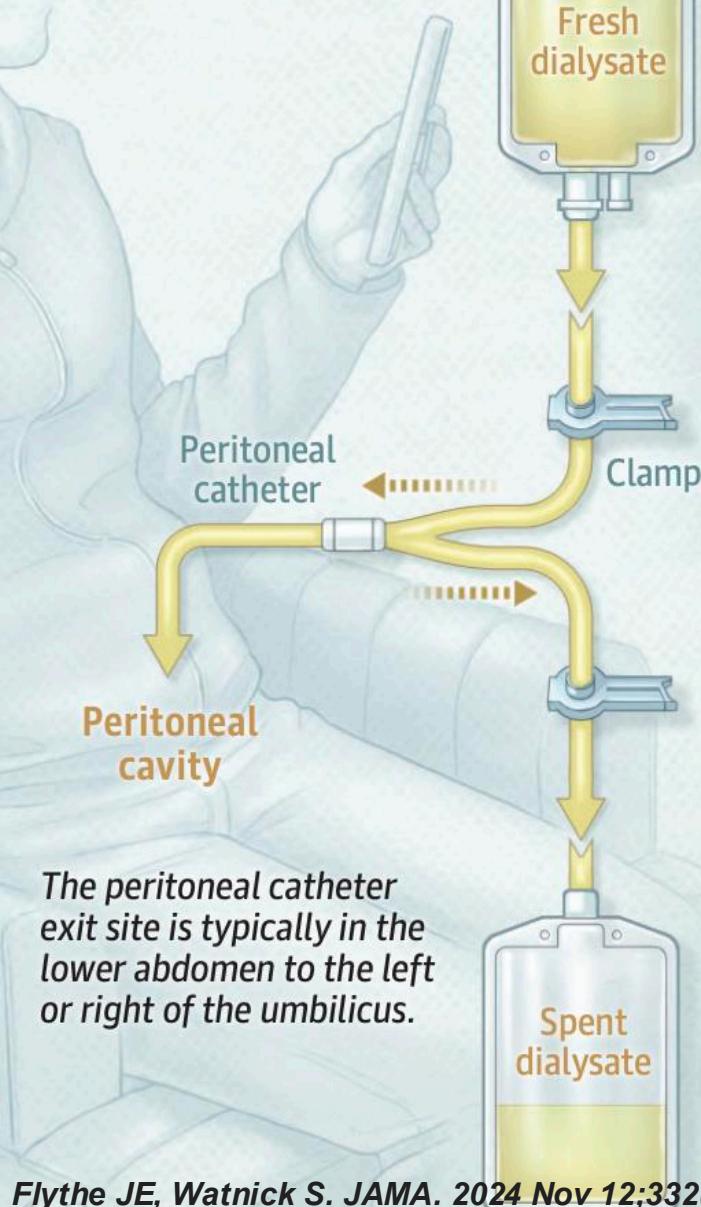
Figure 1: Conceptual representation of CKM syndrome. The image displays the pathophysiology underlying CKM syndrome. ...





B Peritoneal dialysis

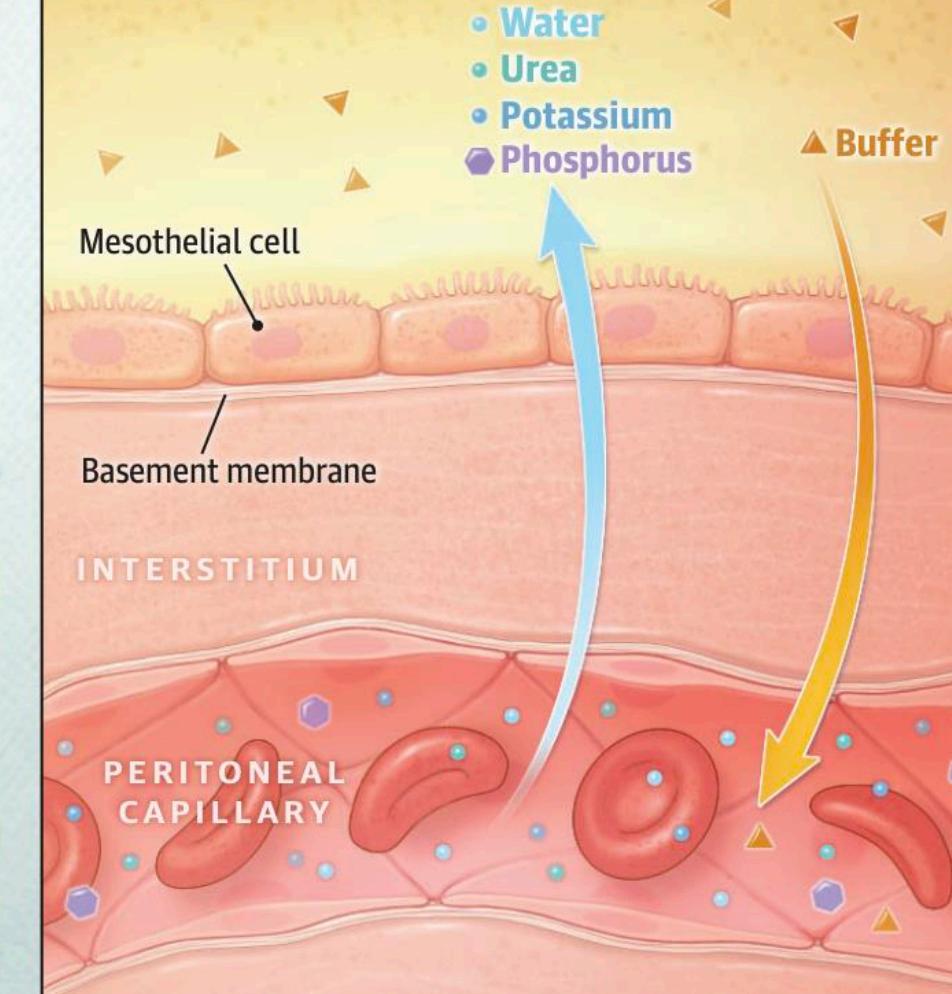
Continuous ambulatory peritoneal dialysis (CAPD)



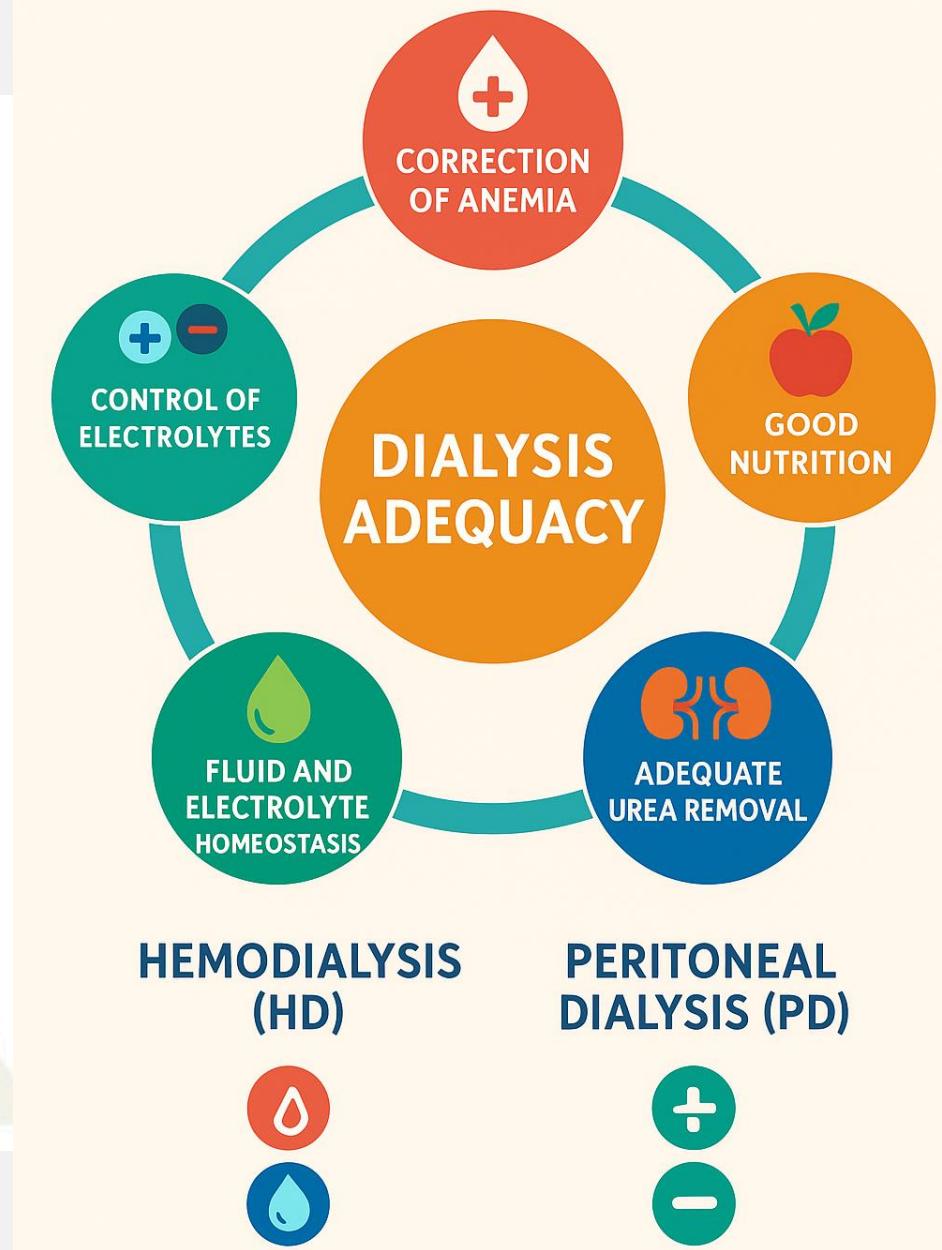
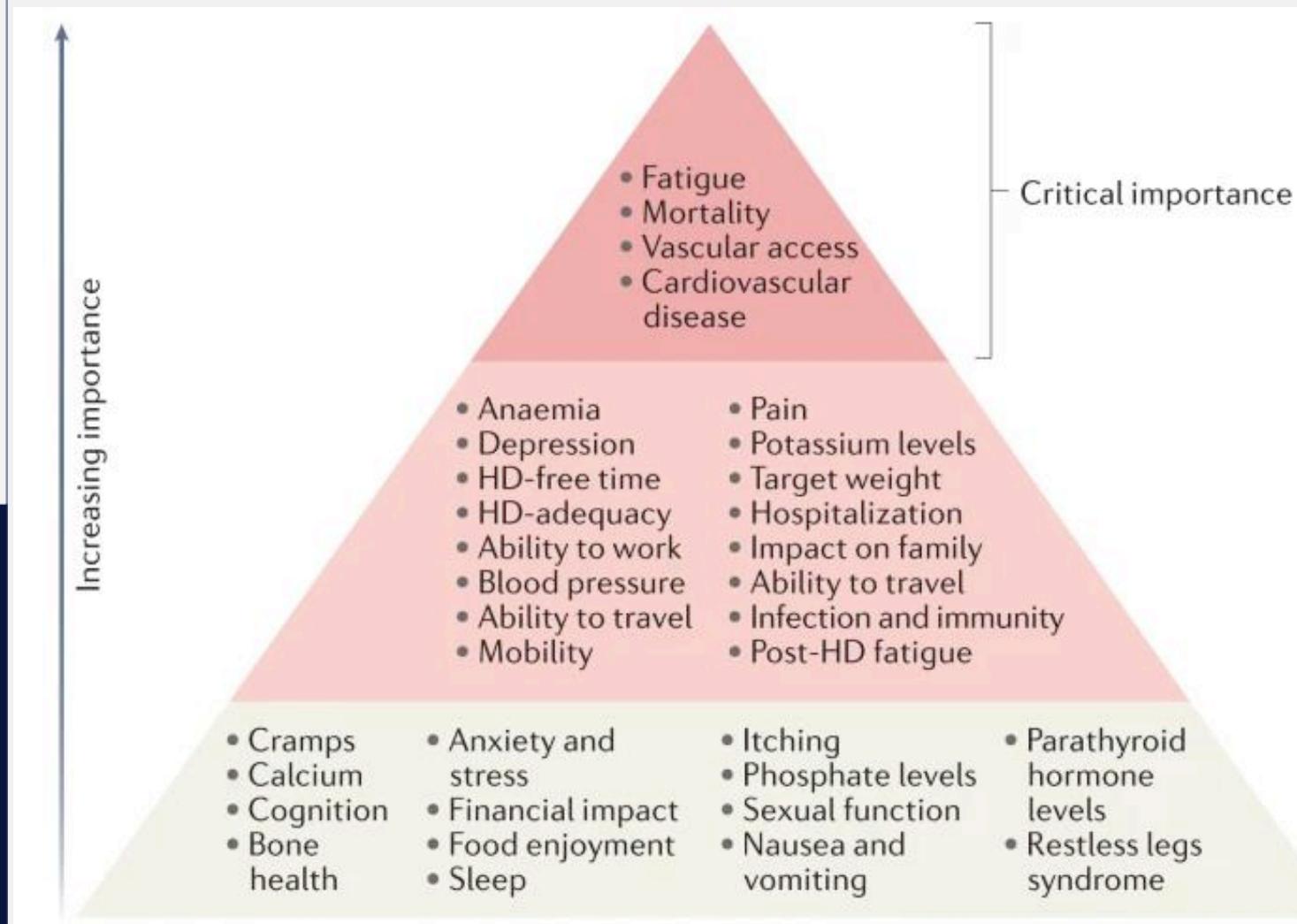
Automated peritoneal dialysis (APD)



PERITONEAL CAVITY WITH DIALYSATE



With peritoneal dialysis, chemical and osmotic gradients across the peritoneal membrane facilitate toxin removal, ultrafiltration, and electrolyte homeostasis. The amount of solute exchange depends on the magnitude of solute gradients, peritoneal membrane characteristics, and the peritoneal surface area in contact with dialysate.





Compared with other therapeutic areas, nephrology care, and especially dialysis, creates an excessive burden via water consumption, greenhouse gas emission and waste production

Ecologic problem	Contributing factors	Solutions
Water consumption	<ul style="list-style-type: none">• Manufacturing• Dialysate production• RO reject	<ul style="list-style-type: none">• Reduce or recycle water used for manufacturing• Reduce RO reject water• Use RO reject water for other purposes Dialysate regeneration• Reduction dialysate flow• Water distillation
Energy consumption Greenhouse gas emissions Pollution	<ul style="list-style-type: none">• Manufacturing• Dialysis processs• Dialysate production• Dialysatie warming• Monitoring• Unit climatization• Unit lighting• Transport of materials ad patients• Waste incineration	<ul style="list-style-type: none">• Reduction used material• Careful triage of waste• Recycling of dialyzer rplastic• Refurbishing dialysis machines• Biodegradable material• Recyclable material• Plastics based on organic oil• Dialyzer reuse• Waste management of auxiliary material• Repurposing of dialysis water
Waste production	<ul style="list-style-type: none">• Dialyzers• Tubing• Machines• Auxiliary material• Spent dialysis water	



Although PD is often considered more ecologically sound than HD, because of the lower carbon footprint and water consumption of the treatment per se, this is presumably offset in part by the water and energy needed to produce the considerable quantity of plastic composing dialysate bags and dialysate per se and for transporting those bags

Category	Modality	Water consumption	Greenhouse gas emissions	Pollution	Waste production
Manufacturing	PD	++++	++	+	+
	HD	++	++	+	+
Treatment	PD	+	-/+	-/+	+++
	HD	++++	+++	+++	++
Auxiliaries	PD	++	++	+	+++
	HD	+	+	+	++
Transport	PD	-	+	+	-
	HD	-	++	++	-

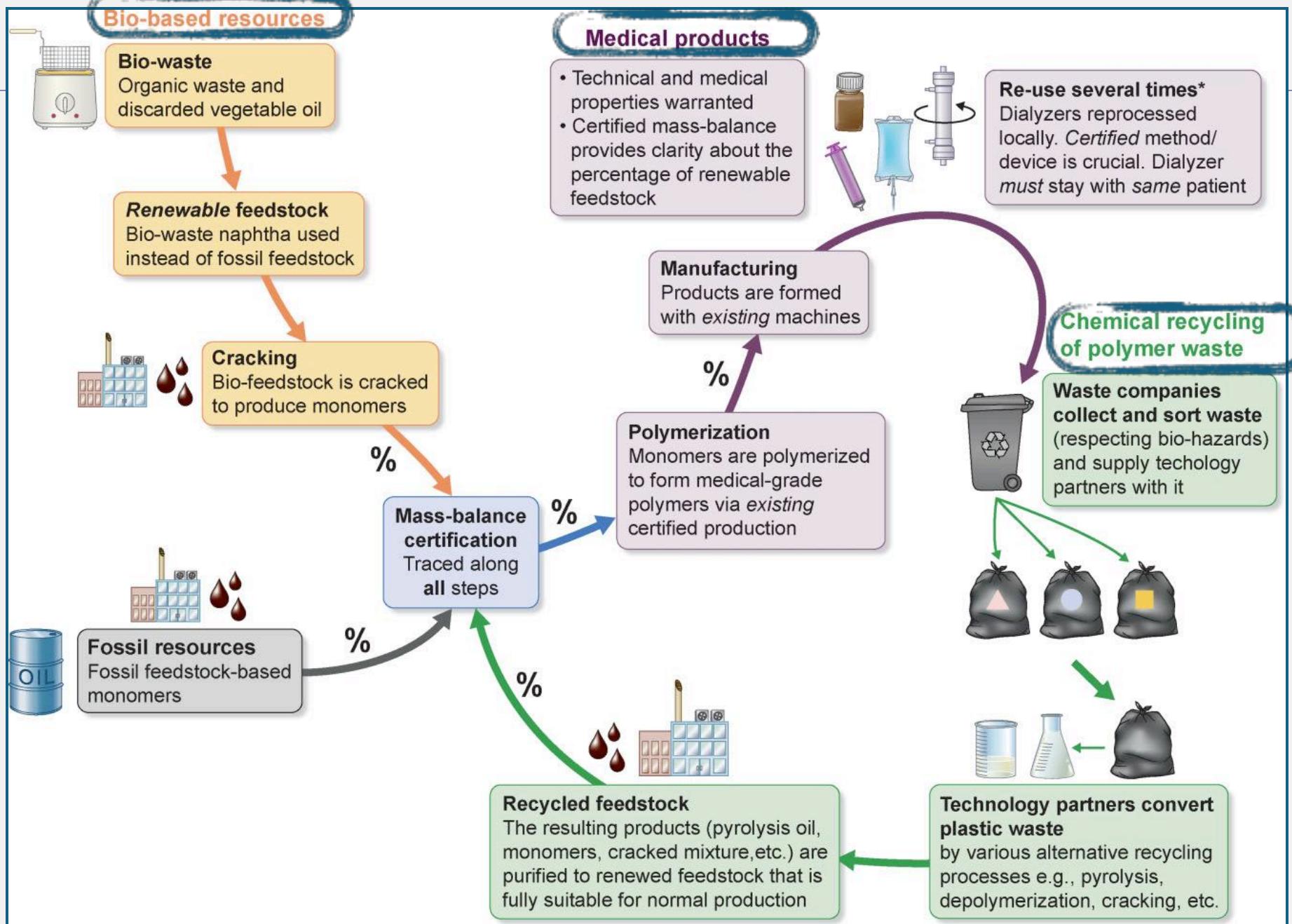
Vanholder R, et al. Nephrol Dial Transplant. 2023 May 4;38(5):1080-1088. PMID: 35481547.

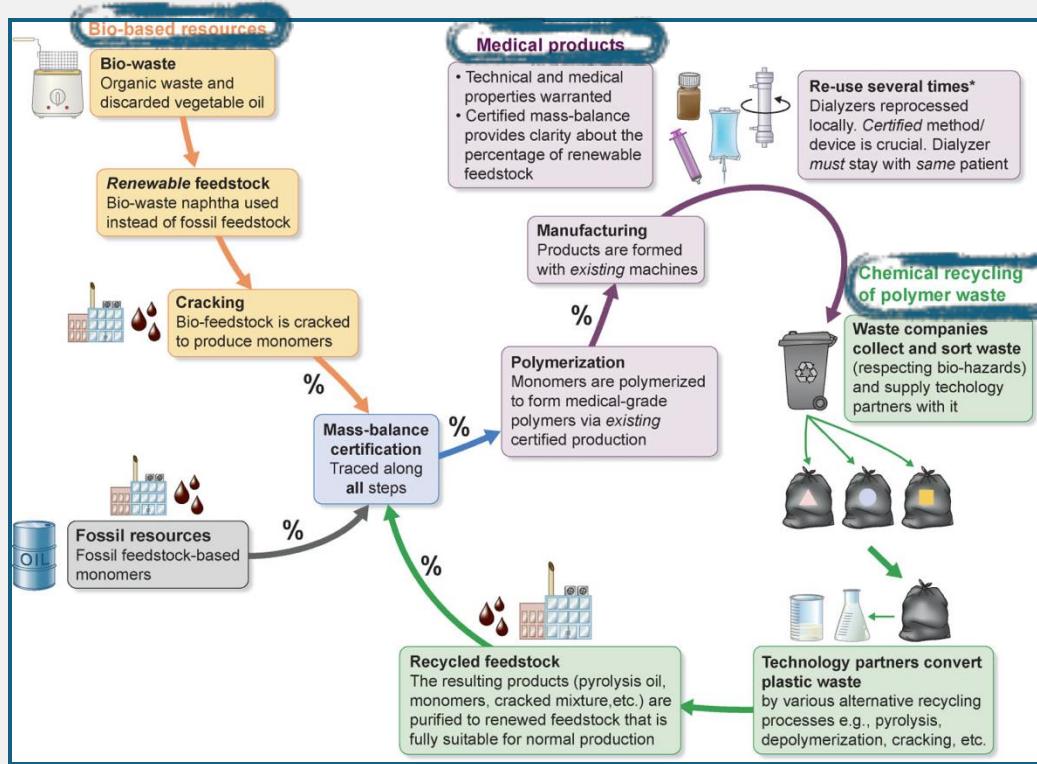
While the impact of transplantation is 90–95% less

Grafals M. Et al Am J Transplant 2016; 16: C74



@carlo_alfieri





Improvements can be taken by

- packaging**
- transportation**
- delivery**

Reverse osmosis reject water is usually discarded but could easily be used for everyday purposes like toilet flushing, laundry or bathing

Spent dialysate may also be recycled as fertilizer, considering its high phosphorus and nitrogen content.



GREEN DIALYSIS

A new model of care that integrates sustainability, safety, and clinical quality

ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY

- **Reduced water consumption**
New RO systems
Wastewater recovery
More efficient machines
- **Energy efficiency**
LED lighting, photovoltaic
Smart climate control
- **Waste reduction**
Lighter materials
Recycling of uncontaminated

CLINICAL SAFETY

- **Higher water quality**
→ Less inflammation,
fewer infectious risks
- **Advanced technologies**
 - Biofeedback
 - Intelligent UF
 - Online monitoring
- **More standardized procedures**
→ Less variability, fewer errors

TREATMENT QUALITY

- **More stable dialysis sessions**
Fewer hypotensive episodes
Personalized profiling
- **Improved patient comfort**
Quieter dialysis units,
optimal lighting
- **Home dialysis**
Greater autonomy
Better environmental sustainability

Green Dialysis is not an ecological exercise, but a new paradigm that combines efficiency.



@carlo_alfieri





Carlo Alfieri
email: carlo.alfieri@unimi.it

 @carlo_alfieri

Nova Vas, Slovenia, sept 2024