GCND
G Clin Nefrol Dial 2026; 38 (Suppl. 1): 37-39
ISSN 2705-0076 | DOI: 10.33393/gcnd.2026.4102
CONGRESS PROCEEDING

# Le nuove membrane dialitiche per la gestione di: infiammazione, nutrizione, immunogenicità

**Mario D'Agostino, Lucia Palma, Antonio Nicoletti, Irma Figlia**

Azienda Sanitaria Provinciale di Cosenza: Rete Emodialitica Territoriale, Cosenza - Italy

**New dialysis membranes for the management of inflammation, nutrition, and immunogenicity**

Dialysis membranes represent a key component of hemodialysis therapy, influencing not only purification efficiency but also the patient's biological response. Traditional membranes are effective in removing small molecules but have limited efficacy against medium- and high-molecular-weight uremic toxins, including those within the spectrum of middle and large molecules, which are involved in the chronic pathophysiological processes underlying the uremic condition.

New-generation membranes, ranging from medium cut-off (MCO) membranes to biomimetic surfaces and adsorptive membranes, enable more effective removal of these molecules, with potential benefits on inflammatory status and nutritional profile. Furthermore, advances in biocompatibility implemented in biomimetic membranes contribute to reducing the activation of the immune cascade and immune responses associated with blood-membrane contact at the biological interface.

Despite promising results, the long-term clinical impact remains to be fully established. The use of these technologies should therefore be integrated into a comprehensive patient assessment, pending further evidence on clinically relevant outcomes.

**Keywords:** Biocompatibility, Dialysis membranes, Hemodialysis, Inflammation, Medium cut-off, Uremic toxins

## Introduzione

L'emodialisi (HD) rappresenta una terapia sostitutiva salvavita per i pazienti con insufficienza renale cronica terminale, ma rimane incapace di riprodurre completamente la funzione depurativa fisiologica del rene. In particolare, la rimozione delle tossine uremiche di medio e alto peso molecolare è spesso incompleta, contribuendo allo stato infiammatorio cronico e alle complicanze cardiovascolari del paziente in dialisi. In questo contesto, le membrane dialitiche rivestono un ruolo centrale nel determinare l'efficacia e la biocompatibilità del trattamento (1).

L'uremia va interpretata non solo come accumulo di tossine, ma come complessa alterazione della biologia sistemica, caratterizzata da infiammazione cronica, disfunzione immunitaria e alterazioni metaboliche.

## Limiti delle membrane tradizionali

Le membrane convenzionali, incluse quelle ad alto flusso, garantiscono un'adeguata rimozione delle piccole molecole idrosolubili e di parte delle middle molecules, ma risultano meno efficaci nei confronti delle middle/large molecules (2), che comprendono molecole il cui peso molecolare ricade dai 15.000 Da, come la β-2-microblogulina, ai 55.000 Da, come alcune citochine proinfiammatorie, come per esempio il Fattore di Necrosi Tumorale-alfa (TNF-α).

Inoltre, la scarsa capacità di interazione con molecole legate a proteine e l'assenza di meccanismi adsorbenti limitano ulteriormente l'efficacia depurativa. Tali limiti contribuiscono al mantenimento di uno stato uremico residuo, con impatto negativo su infiammazione, stato nutrizionale e outcome clinici.

## Nuove membrane dialitiche

Le membrane di nuova generazione, tra cui le medium cut-off (MCO), sono state sviluppate per migliorare la rimozione delle middle/large molecules. Grazie a modifiche ultrastrutturali, quali maggiori dimensioni medie dei pori con loro distribuzione più uniforme e distribuzione uniforme dei diametri dei pori, queste membrane consentono una maggiore permeabilità selettiva, con fenomeni di convezione interna anche in modalità emodialitica standard (3), consentendo di ottenere, anche in modalità emodialitica standard, un effetto assimilabile all'expanded hemodialysis (HDx) (4).

Parallelamente, membrane con proprietà adsorbenti (5), come quelle a base di polimetilmetacrilato (PMMA), permettono la rimozione di mediatori infiammatori attraverso

**Received:** July 16, 2026
**Accepted:** July 20, 2026
**Published online:** September 24, 2026

**Indirizzo per la corrispondenza:**
Mario D'Agostino
email: mariodagostino1092@gmail.com


© 2026. The Authors. This article is published by AboutScience and licensed under Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0).
Commercial use is not permitted and is subject to Publisher's permissions. Full information is available at www.aboutscience.eu

meccanismi non esclusivamente dipendenti dalle dimensioni molecolari, a differenza dei meccanismi diffusivi e convettivi delle membrane tradizionali. Ulteriori sviluppi includono superfici biomimetiche (5), vale a dire che imitano le superfici biologiche o incorporano polimeri biologici presenti nel nostro organismo come l'eparansolfato o l'acido ialuronico. Sono inoltre disponibili particolari rivestimenti di superficie della membrana, responsabili degli eventi molecolari a livello dell'interfaccia sangue-membrana, di tipo antitrombotico e antifouling, volti a migliorare la biocompatibilità globale del trattamento emodialitico, riducendo l'attivazione del complemento e delle cellule immunitarie e della cascata coagulativa e diminuendo la formazione della cosiddetta protein cake.

Queste nuove membrane sono dunque progettate per ridurre e mitigare l'interazione tra sangue e membrana (Fig. 1).

Negli ultimi anni è stata inoltre posta attenzione all'ecosostenibilità dei materiali impiegati nelle membrane dialitiche, considerata la rilevante produzione di rifiuti associata al trattamento emodialitico, nel contesto della *Green Nephrology*.

## Impatto su infiammazione, nutrizione e immunogenicità

L'impiego di membrane avanzate ha mostrato una maggiore efficacia nella rimozione delle tossine uremiche di medio/alto peso molecolare, con possibile riduzione dei livelli di mediatori infiammatori. Questo potrebbe tradursi in un miglioramento dello stato infiammatorio cronico, noto fattore di rischio per morbilità e mortalità nei pazienti dializzati.

Dal punto di vista nutrizionale, una migliore rimozione delle tossine potrebbe contribuire a ridurre il catabolismo proteico e a migliorare il bilancio metabolico, con perdita di albumina generalmente contenuta.

In termini di immunogenicità, le membrane più biocompatibili riducono l'attivazione del sistema immunitario che avviene all'interfaccia sangue/membrana, con potenziali benefici clinici a lungo termine.

## Limiti e prospettive future

Nonostante i risultati promettenti, le evidenze disponibili derivano spesso da studi di dimensioni limitate o con endpoint surrogati. L'impatto su outcome clinicamente rilevanti, quali mortalità ed eventi cardiovascolari, rimane ancora da definire.

Pertanto, l'adozione di queste tecnologie deve essere guidata da una valutazione clinica individualizzata, in attesa di studi più ampi e a lungo termine che ne confermino i benefici.

## Conclusioni

Le nuove membrane dialitiche rappresentano un'importante evoluzione tecnologica nella terapia emodialitica, con potenziali benefici su infiammazione, nutrizione e biocompatibilità. In questa prospettiva, la membrana dialitica si configura sempre più come un'interfaccia attiva, in grado non solo di depurare ma anche di modulare la biologia dell'uremia, aprendo la strada a un approccio integrato e personalizzato della terapia dialitica. La scelta della membrana dialitica rappresenta una vera decisione clinica, che deve essere orientata in base allo stato di salute del paziente, nell'ottica attuale di una medicina di precisione, non solo più standardizzata.

## Disclosures

**Conflict of interest:** The Authors declare no conflict of interest.

**Financial support:** This research received no specific grant from any funding agency in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

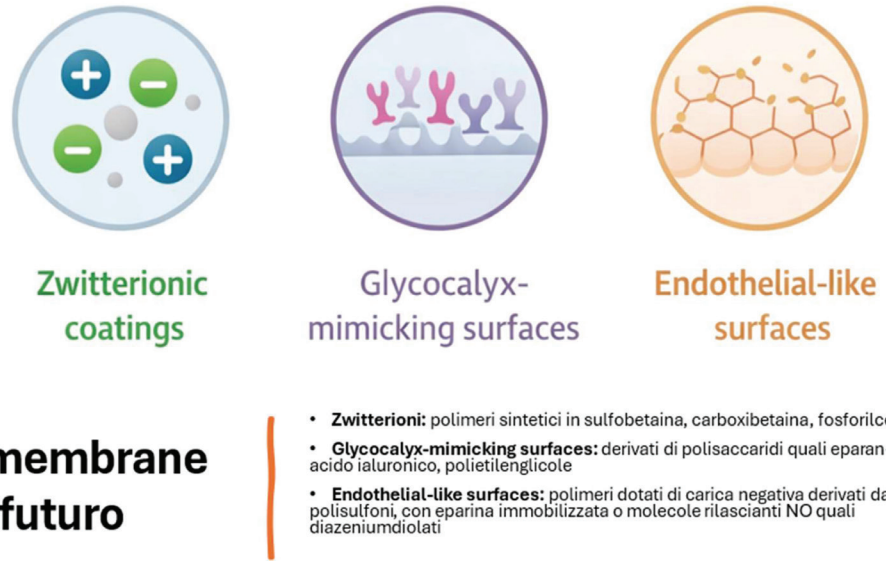



**FIGURA 1 -** Strategie biomimetiche e rivestimenti emergenti nella progettazione delle membrane dialitiche, volti a migliorare l'emocompatibilità e a modulare l'interazione sangue-membrana.
**NO:** ossido nitrico.

© 2026 The Authors. Giornale di Clinica Nefrologica e Dialisi - ISSN 2705-0076 - www.aboutscience.eu/gcnd

## Bibliografia


1. Ronco C, Marchionna N, Brendolan A, Neri M, Lorenzin A, Martínez Rueda AJ. Expanded haemodialysis: from operational mechanism to clinical results. Nephrol Dial Transplant. 2018;33(suppl 3):iii41-iii47. CrossRef PubMed
2. Kirsch AH, Lyko R, Nilsson LG, et al. Performance of hemodialysis with novel medium cut-off dialyzers. Nephrol Dial Transplant. 2017;32(1):165-172. CrossRef PubMed
3. Boschetti-de-Fierro A, Voigt M, Storr M, Krause B. MCO Membranes: Enhanced Selectivity in High-Flux Class. Sci Rep. 2015; 5(1):18448. CrossRef PubMed
4. Zickler D, Schindler R, Willy K, et al. Medium Cut-Off (MCO) Membranes Reduce Inflammation in Chronic Dialysis Patients-A Randomized Controlled Clinical Trial. PLoS One. 2017;12(1): e0169024. CrossRef PubMed
5. He M, Gao K, Zhou L, et al. Zwitterionic materials for antifouling membrane surface construction. Acta Biomater. 2016;40: 142-152. CrossRef PubMed


© 2026 The Authors. Published by AboutScience - www.aboutscience.eu