

Terapia renal sustitutiva en pacientes con insuficiencia renal agudo grave secundario a riñón de mieloma: ventajas del uso de filtros de PMMA

Renal replacement therapy in patients with acute kidney injury due to cast nephropathy: benefits of PMMA filters

M.^a Teresa Fernández-Quirós^{1*}, M.^a Laura Sánchez-Fuentes^{1,2}, Aurora Polo-Moyano¹, Magdalena Palomares-Bayo¹, M.^a del Carmen Ruiz-Fuentes^{1,2,3} y M.^a José Espigares-Huete^{1,2}

¹Servicio de Nefrología, Hospital Universitario Virgen de las Nieves, Granada; ²Instituto de Investigación Biosanitaria ibs.GRANADA, Granada; ³RICORS 2040-RENAL. España

Resumen

Introducción: El fracaso renal agudo (FRA) por nefropatía por cilindros en el mieloma múltiple (MM) se asocia a alta morbilidad. **Objetivo:** Para reducir las cadenas ligeras libres (CLL) se emplean terapias extracorpóreas coadyuvantes a la quimioterapia. La hemodiálisis (HD) con membranas de polimetilmetacrilato (PMMA) podría lograr la eliminación de CLL con mínima pérdida de albúmina, suponiendo una opción viable para estos pacientes. **Material y métodos:** Estudio observacional, retrospectivo y unicéntrico. Incluimos pacientes con MM y FRA KDIGO 3 tratados entre junio de 2019 y diciembre de 2023 con HD intensiva mediante PMMA BK-2.1F como coadyuvancia a la quimioterapia. Se evaluaron la evolución de las CLL, la función renal y la supervivencia. **Resultados:** Se analizaron 13 pacientes. Al finalizar el tratamiento, el 61,5% lograron independencia de diálisis y algún grado de respuesta renal. El filtrado glomerular aumentó 20,37 ml/min/1,73 m² al final ($p < 0,001$) y 35,92 ml/min/1,73 m² a los 12 meses ($p < 0,001$). La mortalidad a 12 meses fue del 38,5% (5/13), concentrada en pacientes sin respuesta renal (tendencia, $p = 0,083$). **Conclusiones:** En los pacientes con MM y FRA KDIGO 3, la HD intensiva con PMMA como coadyuvancia se asocia a una alta tasa de independencia de diálisis, una mejoría sostenida del filtrado glomerular y señales favorables en supervivencia. Dada la muestra pequeña y la medición limitada por sesión, se precisan estudios comparativos de mayor tamaño para confirmar la eficacia y perfilar su papel frente a otras modalidades.

Palabras clave: Mieloma múltiple. Fracaso renal agudo. Terapia renal sustitutiva. Filtros de PMMA. Cadenas ligeras ligeras.

Abstract

Introduction: Acute kidney injury (AKI) due to cast nephropathy in multiple myeloma (MM) carries high morbidity and mortality. **Objective:** To reduce free light chains (FLC), extracorporeal therapies are used as adjuncts to chemotherapy. Hemodialysis (HD) with polymethylmethacrylate (PMMA) membranes may provide FLC removal with minimal albumin loss, representing a viable option for these patients. **Material and method:** Single-center, retrospective observational study. We included MM patients with KDIGO stage-3 AKI treated between June 2019 and December 2023 with intensive HD using PMMA BK-2.1F as an adjunct to chemotherapy. We assessed FLC trajectory, renal function, and survival. **Results:** 13 patients were analyzed. At treatment completion, 61.5% achieved dialysis independence and some degree of renal response. Glomerular

*Correspondencia:

M.^a Teresa Fernández-Quirós
E-mail: fernandezquirós@gmail.com

Fecha de recepción: 18-01-2026

Fecha de aceptación: 03-04-2026

DOI: 10.24875/SANGRE.26000003

Disponible en internet: 15-05-2026

Sangre. 2026;45(2):39-45

www.revistasangre.com

0036-4355 / © 2026 Sociedad Española de Hematología y Hemoterapia. Publicado por Permanyer. Éste es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

filtration rate increased by 20.37 mL/min/1.73 m² at completion ($p < 0.001$) and 35.92 mL/min/1.73 m² at 12 months ($p < 0.001$). Twelve-month mortality was 38.5% (5/13), concentrated among patients without renal response (trend, $p = 0.083$).

Conclusions: In patients with MM and KDIGO stage-3 AKI, intensive HD with PMMA as an adjunct is associated with a high rate of dialysis independence, sustained glomerular filtration rate improvement, and survival. Given the small sample and limited per-session measurement, larger comparative studies are needed to confirm effectiveness and define its role versus other modalities.

Keywords: Multiple myeloma. Acute kidney injury. Renal replacement therapy. PMMA Filters. Free light chains.

Introducción

El fracaso renal agudo (FRA) es una complicación frecuente del mieloma múltiple (MM), que afecta al 20-50% de los pacientes en el momento del diagnóstico^{1,2}. La nefropatía por cilindros, también conocida como riñón de mieloma, es la principal causa de insuficiencia renal en este contexto, provocada por la precipitación intratubular de cadenas ligeras monoclonales^{3,4}. Este proceso se asocia con una elevada morbimortalidad y predice una evolución desfavorable, incluyendo progresión a enfermedad renal crónica avanzada con necesidad de terapia renal sustitutiva (TRS) y una disminución significativa en la supervivencia global de los pacientes con MM⁵.

Las estrategias terapéuticas en el ámbito de la afectación renal han orientado sus esfuerzos hacia la disminución de las concentraciones de cadenas ligeras libres (CLL), ya que su reducción temprana ha demostrado mejorar tanto la supervivencia global como la renal. Destacan el uso de TRS coadyuvantes a la quimioterapia, como la hemodiálisis (HD) con filtros de alto *cut-off* (HCO) o de medio *cut-off*, la hemodiafiltración *online* posdilucional y la hemodiafiltración con reinfusión endógena del ultrafiltrado como modalidades utilizadas para este fin⁶⁻¹¹. Actualmente, las guías recomiendan el inicio precoz de quimioterapia y el uso de terapias extracorpóreas, en especial la HD con filtros de HCO¹². No obstante, los ensayos clínicos (MYRE y EuLITE) y un metaanálisis posterior no han demostrado un beneficio claro en cuanto a la mortalidad frente a la HD, y el impacto sobre la independencia de diálisis sigue siendo controvertido^{6,7,13}. Además, otras limitaciones de esta técnica son la pérdida de albúmina y su elevado coste^{14,15}.

En este contexto, las membranas de polimetilmetacrilato (PMMA) son una alternativa de bajo coste y clínicamente viable para la eliminación de CLL en pacientes con MM y FRA, con series en las que se describe no solo una reducción eficaz de las CLL, sino también una mejora de la función renal, disminuyendo la necesidad de TRS a largo plazo¹⁶.

En el presente estudio se analizan los resultados obtenidos en nuestro centro con el uso de TRS coadyuvante a la quimioterapia mediante hemodiálisis intensiva con filtros de PMMA (filtro BK 2.1-F), valorando su eficacia en la recuperación de la función renal, la reducción de las concentraciones séricas de CLL y la supervivencia de los pacientes con FRA secundario a MM.

Método

Diseño

Estudio observacional, retrospectivo, longitudinal y unicéntrico. Se incluyeron pacientes con MM y FRA KDIGO-3 que recibieron HD con membranas de PMMA entre junio de 2019 y diciembre de 2023.

Criterios de inclusión y exclusión

Se incluyeron pacientes que cumplían los siguientes criterios:

- Diagnóstico de MM según los criterios del International Myeloma Working Group (IMWG) y con indicación de tratamiento¹².
- Niveles de CLL séricas > 500 mg/l.
- FRA en estadio AKI-3 según los criterios KDIGO secundario a nefropatía por cilindros diagnosticados mediante criterios analíticos o por biopsia

Se excluyeron los pacientes que cumplían los siguientes criterios:

- Ausencia de consentimiento informado para la realización de HD.
- Contraindicación para HD.

Intervenciones terapéuticas

Todos los pacientes recibieron quimioterapia indicada por hematología. Se inició HD de alto flujo con filtros de PMMA como coadyuvancia para reducir las CLL, siendo el dializador utilizado el BK-2.1F (Toray®), cuyas características se resumen en la [tabla 1](#)¹⁷.

Tabla 1. Descripción de las características fundamentales del Filtro BK-2.1F (Toray®) utilizado en los pacientes del estudio

Material de la membrana	Polimetilmetacrilato
Área de superficie efectiva	2.1 m ²
Diámetro interno de la fibra	200 µm
Espesor de la membrana	30 µm
Aclaramiento de urea	195 ml/min
Aclaramiento de creatinina	181 ml/min
Aclaramiento de inulina	73 ml/min
Coefficiente de ultrafiltración	26 ml/h/mmHg

Datos obtenidos de la ficha técnica del fabricante¹⁷.

Protocolo de hemodiálisis

- Modalidad: HD de alto flujo con filtro BK-2.1F.
- Duración: 5 horas con recambio del filtro a las 2,5 horas.
- Anticoagulación: bemparina a dosis de 2500-3500 UI al inicio de la sesión si no existía contraindicación para esta.
- Frecuencia: inicialmente diaria, luego en días alternos al alcanzar CLL < 500 mg/l y suspendida cuando bajaron de 250 mg/l.
- Monitorización: CLL antes de cada sesión mediante inmunonefelometría.

Variables y mediciones

- Demográficas y clínicas: edad, sexo, diagnóstico de MM y tratamiento recibido.
- Bioquímicas:
 - Concentración de CLL antes (Cpre) y después (Cpost) de la HD. La eliminación de CLL se evaluó utilizando la tasa de reducción (RR), calculada mediante la siguiente fórmula¹⁴: $RR = (Cpre - Cpost) / Cpre$. Para corregir la hemoconcentración provocada por la ultrafiltración se aplicó el modelo monocompartimental descrito por Bergström y Wehle, utilizando la fórmula: $Cpost-corr = Cpost / (1 + (\Delta BW / 0.2 \times BW_{post}))$, donde ΔBW es la pérdida de peso intradiálisis y BW_{post} el peso tras la sesión. En caso de no disponer de la Cpost se utilizó la Cpre de la sesión del día siguiente como aproximación de la Cpost, sin ajuste por cambios de peso intradiálisis.

- Creatinina sérica y filtrado glomerular (FG) al inicio, postratamiento y a los 12 meses.
- Tratamiento: número total de sesiones.

Análisis estadístico

Se realizó un análisis descriptivo de todas las variables. Para las numéricas se calcularon medidas de tendencia central y dispersión, y las categóricas se describieron mediante frecuencias absolutas y relativas. La normalidad de las variables continua se evaluó mediante el test de Shapiro-Wilk.

Para analizar el cambio global de las CLL al inicio y al final del tratamiento se empleó la prueba no paramétrica de Wilcoxon para muestras pareadas. La comparación de variables cuantitativas entre dos grupos independientes se realizó mediante la prueba U de Mann-Whitney.

Para evaluar la evolución de la creatinina sérica a lo largo del tiempo se aplicó un modelo lineal mixto con el tiempo como efecto fijo y el paciente como efecto aleatorio, permitiendo ajustar para diferentes valores iniciales de creatinina. Los resultados muestran un descenso estadísticamente significativo de la creatinina al finalizar el tratamiento y a los 12 meses, respecto al valor basal ($p < 0,001$ en ambos casos). Las comparaciones múltiples se corrigieron mediante el método de Bonferroni.

Se utilizó la prueba exacta de Fisher para analizar la asociación entre la respuesta renal y la mortalidad.

Todos los análisis estadísticos se llevaron a cabo utilizando el software STATA 16.1.

Aspectos éticos

Este estudio fue diseñado conforme a los principios éticos de la Declaración de Helsinki y la normativa vigente en materia de protección de datos. Se trata de un estudio retrospectivo basado en la práctica clínica habitual. Cuenta con el dictamen favorable del Comité de Ética de Investigación Bioética de la provincia de Granada (Código Portal de Ética: SICEIA-2025-001556).

Este trabajo forma parte del proyecto de tesis doctoral de M.^a Teresa Fernández-Quirós en Medicina Clínica y Salud Pública de la Universidad de Granada.

Resultados

El estudio incluyó 13 pacientes con MM y FRA AKI-3 secundario a riñón de mieloma. De estos, cuatro tenían diagnóstico previo de MM y nueve fueron

diagnosticados *de novo*. La media de edad de los pacientes fue de 71 años en el momento del diagnóstico de MM. En cuanto a la distribución por sexo, ocho fueron mujeres (61,54%) y cinco hombres (38,46%).

Todos los pacientes fueron diagnosticados de nefropatía por cilindros mediante criterios analíticos, sin necesidad de realizar biopsia, siguiendo las recomendaciones del IMWG¹².

Respecto al tipo de CLL, siete pacientes (53,85%) presentaban cadenas ligeras lambda y seis (46,15%) kappa. La mayoría de los pacientes (76,92%) recibieron tratamiento quimioterápico de primera línea, mientras que tres (23,08%) se encontraban en líneas de tratamiento avanzadas, destacando un paciente que estaba en la undécima línea. El régimen de quimioterapia más utilizado fue VCD (bortezomib, ciclofosfamida y dexametasona), iniciado en el 50% de los pacientes con diagnóstico reciente. Cabe señalar que el 61,5% de los pacientes (n = 8) recibieron protocolos basados en el uso de bortezomib.

Los datos demográficos se detallan en la **tabla 2**.

Objetivo principal: respuesta renal e independencia de TRS

Al finalizar la TRS, 8 de los 13 pacientes (61,53%) pudieron quedar independientes de HD. Siguiendo los criterios del IMWG de respuesta renal al tratamiento¹², se obtuvieron un 23% de respuestas completas (n = 3), un 7% de respuestas parciales (n = 1), un 30% de respuestas menores (n = 4) y un 38% (n = 5) no presentaron respuesta renal.

De los pacientes con respuesta renal completa, uno falleció por causa infecciosa y los otros dos mantuvieron la respuesta completa al año. El paciente que presentó una respuesta parcial mantuvo el FG al año del seguimiento. De los cuatro pacientes con respuesta menor, dos continuaron mejorando el FG y presentaban una respuesta parcial al año del seguimiento. Por último, de los cinco pacientes con ausencia de respuesta, cuatro fallecieron y el otro recuperó progresivamente la función renal hasta presentar una respuesta renal menor.

En resumen, al finalizar el tratamiento, el FG aumentó significativamente en 20,37 ml/min/1.73 m² (p < 0,001) en comparación con el valor basal. Este incremento se mantuvo al año del tratamiento, con un aumento de 35.92 ml/min/1.73 m² (p < 0,001). Al realizar comparaciones entre los diferentes momentos de evaluación, se encontró una diferencia significativa entre el FG

basal, al finalizar el tratamiento (p = 0,001) y a los 12 meses (p < 0,001).

Objetivos secundarios

REDUCCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE CLL

Se objetivó una reducción de la concentración de CLL con el uso de la terapia mediante filtro BK. Esta reducción a la finalización del tratamiento fue estadísticamente significativa, siendo el valor p calculado con el test de Wilcoxon de 0,003 para las cadenas kappa y de 0,0024 para las cadenas lambda.

Se obtuvo una tasa media de reducción por sesión del 45,58% para las cadenas kappa y del 29% para las cadenas lambda. Sin embargo, solo se disponía de la Cpost de CLL en tres de los 13 pacientes analizados; en el resto, se utilizó como Cpost la Cpre del día siguiente, calculando la tasa de reducción sin ajustar por la pérdida de peso intrasesión.

El 61,5% de los pacientes alcanzaron una reducción superior al 50% en las concentraciones de CLL durante la primera semana tras el inicio de la TRS. Al desglosar por tipo de inmunoglobulina, dicha respuesta precoz se observó en el 60% de los pacientes con MM tipo kappa y en el 62,5% de aquellos con tipo lambda.

HEMODIÁLISIS CON FILTROS DE PMMA

Los pacientes recibieron una media de 11,5 sesiones de HD con membranas PMMA, con una desviación estándar de 4,64 sesiones. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en cuanto al número de sesiones necesarias para alcanzar una reducción significativa en las concentraciones de CLL según el tipo de mieloma (p = 0,17, prueba U de Mann-Whitney).

MORTALIDAD Y SUPERVIVENCIA

Fallecieron cinco de los 13 pacientes (38,46%) antes del año tras el inicio del tratamiento. De ellos, cuatro no presentaron respuesta renal y dos se encontraban en líneas de tratamiento avanzadas (9.^a y 11.^a). En los pacientes con diagnóstico *de novo*, la mortalidad al año fue del 30%; en estos, se observó una tendencia hacia la asociación de ausencia de respuesta renal y mayor mortalidad, sin alcanzar la significación estadística (p = 0,083).

Tabla 2. Resumen de las principales características demográficas, analíticas y de tratamiento de la serie de pacientes

Paciente	Edad (años)	Sexo	Tipo MM	Línea tratamiento	Esquema QT	FG al inicio	CLL al inicio	N.º sesiones	FG final	FG al año
1	75	M	Lambda	4	Dara-VD	5,65	1123	17	63,6	89
2	59	H	Kappa	1	DRD	3,93	23325	18	15,39	24,68
3	73	H	Kappa	1	Dara-VD	7,3	12507	8	9,68	-
4	62	M	Kappa	1	VCD	21	714	2	68,75	-
5	77	M	Lambda	1	VCD	12,87	10750	15	24,45	26,95
6	83	H	Lambda	1	VCD	6,5	2351	12	26,57	57,31
7	66	M	Lambda	1	VCD	10,44	2872	9	28,9	54,85
8	62	M	Kappa	9	Doxorubicina	8,9	21.134,02	6	10,38	-
9	84	H	Lambda	11	Isa-KD	13,8	14077	17	13,7	-
10	74	M	Lambda	1	VCD	2,95	199,5	10	9,08	-
11	73	M	Lambda	1	DRD	6,4	3788	13	8,85	27,33
12	74	H	Kappa	1	DRD	10,9	10688	11	41,82	33,73
13	62	M	Kappa	1	D-VRd	6,26	56270	12	60,53	-

Dara-Vd: daratumumab, bortezomib, dexametasona; DRD: daratumumab-lenalidomida-dexametasona; D-VRd: daratumumab-bortezomib-lenalidomida-dexametasona; FG: filtrado glomerular por CKD EPI ml/min/1,73 m²; H: hombre; Isa-KD: isatuximab-carfilzomib-dexametasona; M: mujer; MM: mieloma múltiple; VCD: bortezomib-ciclofosfamida-dexametasona.

La reducción $\geq 50\%$ de CLL en la primera semana tras iniciar la TRS se asoció con una menor mortalidad a los 12 meses (0% vs. 100%; $p < 0,001$; RR = 0.09; intervalo de confianza del 95%: 0,01-0,57).

Discusión

La afectación renal en pacientes con MM es un determinante mayor de morbilidad, siendo la nefropatía por depósitos de CLL uno de los mecanismos patogénicos clave^{3,4}. Diversos estudios apoyan que la reducción temprana de las CLL ($\geq 50-60\%$ en los primeros 12-21 días) se asocia con mayor probabilidad de recuperación renal¹⁸; además, alcanzar $\geq 50\%$ entre los días 12 y 30 se relaciona con menor mortalidad¹⁹. En este contexto, las membranas de PMMA constituyen una opción razonable como TRS coadyuvante a la quimioterapia¹⁶.

Las membranas de PMMA depuran CLL fundamentalmente por adsorción sobre la matriz microporosa de sus fibras. Su alta superficie interna accesible y carga prácticamente neutra favorecen interacciones hidrófobas con solutos de tamaño intermedio, a la vez que minimizan el paso difusivo/convectivo de albúmina (≈ 66 kDa). Un aspecto relevante es la saturación

progresiva del filtro y de su capacidad adsorptiva durante la sesión. De ahí que los protocolos intensivos con recambio de dializador a mitad de sesión (como el nuestro) aumenten la eliminación acumulada de CLL^{16,20}. En conjunto, este perfil fisicoquímico explica que PMMA sea una estrategia *albumin-sparing* con buena capacidad de captura para cadenas kappa y también para lambda (pese a su mayor masa y estructura dimérica), como se ha descrito en series clínicas y trabajos experimentales previos^{16,20}.

En nuestra cohorte, la HD intensiva con filtros de PMMA (BK-2.1F) se asoció con una reducción global significativa de las CLL entre el inicio y el fin de la TRS (Wilcoxon: kappa $p = 0,003$ y lambda $p = 0,0024$), y con una tasa de independencia de diálisis del 61,5%, en línea con lo descrito en estudios previos con membranas con capacidad adsorptiva^{16,20}. La recuperación de la función renal fue sostenida: los pacientes que alcanzaron la independencia de diálisis la mantuvieron durante el seguimiento, a excepción del paciente que falleció. Además, una parte de los pacientes progresaron de respuesta renal menor a parcial al año, lo que sugiere una trayectoria de mejora más allá de la fase aguda del proceso.

Es esencial señalar una limitación mayor: el cálculo de la tasa de reducción de las CLL por sesión solo fue posible en tres de los 13 pacientes (muestra pre/post en la misma sesión). En el resto, por falta de datos, se utilizó la Cpre de la sesión del día siguiente como Cpost, lo que impide evaluar la depuración lograda durante una única sesión (rebote posdialítico, síntesis continua de CLL por el clon, variaciones de volemia) y probablemente infraestime la reducción atribuible a esta técnica. Por ello, cualquier reducción por sesión se considera exploratoria y no sustenta las inferencias principales.

La mortalidad a 12 meses fue del 38,5% (5/13), concentrada en los pacientes sin respuesta renal; esta ausencia de respuesta mostró una tendencia a asociarse con mayor mortalidad ($p = 0,083$), en concordancia con lo reportado en estudios previos^{21,22}. En nuestro estudio, alcanzar $\geq 50\%$ de reducción en la primera semana se asoció con menor mortalidad ($p < 0,001$); dado el tamaño muestral y que la semana 1 no es un punto de corte validado, consideramos este hallazgo como exploratorio. La literatura sitúa las asociaciones más consistentes en los días 12-21 para la recuperación renal¹⁸ y los días 12-30 para la mortalidad¹⁹.

Con respecto a otras TRS, el IMWG (2023) recomienda el uso de HD con membranas de HCO si se recurre al uso de técnicas extracorpóreas¹². Esta recomendación se basa en su capacidad de eliminación de CLL y en la experiencia acumulada¹². Sin embargo, aunque los estudios avalen un efecto positivo sobre la recuperación renal²³, dichos beneficios no pudieron ser demostrados en los ensayos clínicos (MYRE y EuLITE) ni en metaanálisis posteriores^{6,7,13}. Además, no se ha encontrado una reducción de la mortalidad con HCO en comparación con la HD estándar de alto flujo^{6,7,13,23}. Una ventaja de las membranas de PMMA frente a las de HCO es su menor pérdida de albúmina^{16,19}, lo cual es muy relevante, pues los estudios señalan a la hipoalbuminemia como un predictor independiente de mortalidad²⁰.

Para intentar soslayar la pérdida de albúmina que presenta la HD con HCO se han empleado otras TRS, entre las que destaca la hemodiafiltración con reinfusión endógena del ultrafiltrado^{9,11,24}. Gracias a combinar los mecanismos de difusión, convección y adsorción, presenta reducciones de CLL kappa del 57-67% y lambda del 33-40%, consiguiendo una tasa de discontinuación de diálisis del 33-46% en series observacionales^{9,11,24}. En este mismo sentido, se ha utilizado la HD con membranas de MCO en FRA

secundario a nefropatía por cilindros. Las membranas de MCO han mostrado reducciones por sesión en torno al 58% de las CLL kappa y del 39% de las lambda, con una tasa de discontinuación de diálisis del 62% (34/55 en el subgrupo tratado con MCO), sin pérdidas significativas de albúmina^{8,25}. No obstante, existen pocos estudios que evalúen la efectividad de esta técnica en pacientes con MM. Por último, la hemodiafiltración *online* posdilucional puede alcanzar reducciones por sesión en torno al 70-80% para las CLL kappa y del 40-58% para las lambda^{10,25}; sin embargo, parte de estas determinaciones proceden de estudios en pacientes sin MM y el rendimiento de la técnica depende de altos volúmenes convectivos, a veces difíciles de lograr con catéteres venosos centrales^{10,25}. En este sentido, faltan estudios que analicen los desenlaces clínicos en pacientes con nefropatía por cilindros con esta técnica.

Para terminar, el estudio presenta algunas limitaciones que deben considerarse. La principal es la medición subóptima de la reducción por sesión (válida solo en tres de los 13 pacientes), lo que impide valorar su efecto directo. Por ello, tratamos el análisis por sesión como exploratorio y centramos la interpretación en el cambio global entre inicio y fin, y sobre todo en los desenlaces clínicos. Asimismo, el tamaño muestral reducido, el carácter unicéntrico y la ausencia de grupo control limitan la generalización de los resultados. Se precisan estudios comparativos de mayor tamaño que confirmen estos hallazgos y definan su aplicabilidad clínica.

Conclusiones

Nuestros resultados sugieren que las membranas de PMMA son una opción eficaz y coste-efectiva en la TRS para pacientes con FRA secundario a riñón de mieloma, con una respuesta clínica comparable a la de la HCO. Este estudio demuestra que los filtros de PMMA contribuyen a una reducción significativa de las CLL y favorecen la recuperación de la función renal. Sin embargo, dada la alta morbimortalidad en esta población, se requieren estudios adicionales para establecer un tratamiento estándar que optimice los desenlaces y reduzca la mortalidad en los pacientes con FRA grave.

Financiamiento

Ninguno.

Conflicto de intereses

Ninguno.

Consideraciones éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran haber seguido las normas éticas del comité de experimentación pertinente, de acuerdo con la Asociación Médica Mundial y la Declaración de Helsinki. Los procedimientos contaron con la aprobación del Comité de Ética institucional.

Confidencialidad, consentimiento informado y aprobación ética. Los autores han obtenido la aprobación del Comité de Ética para el análisis de datos clínicos obtenidos de forma rutinaria y anonimizados. Debido a la naturaleza del estudio, no fue necesario el consentimiento informado individual. Se han seguido las recomendaciones éticas pertinentes.

Declaración sobre el uso de inteligencia artificial. Los autores declaran que se utilizó Chat GPT para la corrección de estilo del manuscrito.

Referencias

- Korbet SM, Schwartz MM. Multiple myeloma. *J Am Soc Nephrol*. 2006;17:2533-45.
- Mohyuddin GR, Koehn K, Shune L, Aziz M, Abdallah AO, McClune B, et al. Renal insufficiency in multiple myeloma: a systematic review and meta-analysis of all randomized trials from 2005–2019. *Leuk Lymphoma*. 2021;62:1386-95. doi: 10.1080/10428194.2020.1867725.
- Hutchison CA, Batuman V, Behrens J, Bridoux F, Sirac C, Dispenzieri A, et al. The pathogenesis and diagnosis of acute kidney injury in multiple myeloma. *Nat Rev Nephrol*. 2011;8:43-51. doi: 10.1038/nrneph.2011.168.
- Sanders PW. Mechanisms of light chain injury along the tubular nephron. *J Am Soc Nephrol*. 2012;23:1777-81. doi: 10.1681/ASN.2012040388.
- Kleber M, Ihorst G, Terhorst M, Koch B, Deschler B, Wäsch R, et al. Comorbidity as a prognostic variable in multiple myeloma: comparative evaluation of common comorbidity scores and use of a novel MM-comorbidity score. *Blood Cancer J*. 2011;1:e35. doi: 10.1038/bcj.2011.34.
- Tarragón B, Ye N, Gallagher M, Sen S, Portolés JM, Wang AY. Effect of high cut-off dialysis for acute kidney injury secondary to cast nephropathy in patients with multiple myeloma: a systematic review and meta-analysis. *Clin Kidney J*. 2021;14:1894-900. doi: 10.1093/ckj/sfaa220.
- Bridoux F, Carron PL, Pegourie B, Alamartine E, Augeul-Meunier K, Karras A, et al. Effect of high-cut-off hemodialysis vs conventional hemodialysis on hemodialysis independence among patients with myeloma cast nephropathy: a randomized clinical trial. *JAMA*. 2017;318:2099-110. doi: 10.1001/jama.2017.17924.
- Schaaf CW, Braunisch MC, Holzmann-Littig C, Pfister F, Hannemann L, Hausinger RI, et al. Extracorporeal light-chain elimination in myeloma with simple medium cutoff membrane hemodialysis: a retrospective cohort study. *Front Oncol*. 2023;13:1193504. doi: 10.3389/fonc.2023.1193504.
- Pendón-Ruiz de Mier MV, Ojeda R, Álvarez-Lara MA, Navas A, Corona Alonso M, Caballero-Villaras J, et al. Hemodiafiltration with ultrafiltrate regeneration reduces free light chains without albumin loss in multiple myeloma patients. *BMC Nephrol*. 2020;21:227. doi: 10.1186/s12882-020-01885-8.
- Vallée AG, Chenine L, Leray-Moragues H, Patrier L, Cognot C, Cartron G, et al. Online high-efficiency haemodiafiltration achieves higher serum free light chain removal than high-flux haemodialysis in multiple myeloma patients: preliminary quantitative study. *Nephrol Dial Transplant*. 2011;26:3627-33. doi: 10.1093/ndt/gfr180.
- Murgia S, Quattrocchio G, Forneris G, Pozzato M, Fenoglio R, Ferro M, et al. Management of acute kidney injury in frail patients with biopsy-proven cast nephropathy: a combined approach with chemotherapy plus supra-hemodiafiltration with post-adsorption endogenous reinfusion. *J Nephrol*. 2022;35:1243-9. doi: 10.1007/s40620-021-01226-4.
- Dimopoulos MA, Merlini G, Bridoux F, Leung N, Mikhael J, Harrison SJ, et al. Management of multiple myeloma-related renal impairment: recommendations from the International Myeloma Working Group. *Lancet Oncol*. 2023;24:e293-311. doi: 10.1016/S1470-2045(23)00223-1.
- Hutchison CA, Cockwell P, Moroz V, Bradwell AR, Fifer L, Gillmore JD, et al. High cutoff versus high-flux haemodialysis for myeloma cast nephropathy in patients receiving bortezomib-based chemotherapy (Eu-LITE): a phase 2 randomised controlled trial. *Lancet Haematol*. 2019;6:e217-28. doi: 10.1016/S2352-3026(19)30014-6.
- Berni Wennekers A, Martín Azara MP, Dourdil Sahun V, Bergasa Liberal B, Ruiz Laiglesia JE, Vernet Perna P, et al. Treatment of acute renal failure secondary to multiple myeloma with high cut-off filters. *Nefrología (Engl Ed)*. 2016;36:418-26. doi: 10.1016/j.nefro.2016.10.003.
- Grima DT, Airlia P, Attard C, Hutchison CA. Modelled cost-effectiveness of high cut-off haemodialysis compared to standard haemodialysis in the management of myeloma kidney. *Curr Med Res Opin*. 2011;27:383-91. doi: 10.1185/03007995.2010.543125.
- Sens F, Chaintreuil D, Jolivet A, Guebre-Egziabher F, Robinson P, Karlin L, et al. Effectiveness of intermittent hemodialysis with adsorptive PMMA membrane in myeloma cast nephropathy: a cohort study. *Am J Nephrol*. 2017;46:355-63. doi: 10.1159/000481461.
- Toray Medical Co., Ltd. BK-2.1F Polymethylmethacrylate dialyzer: technical specifications. (Consultado el 20-11-2025.) Disponible en: https://www.toray-medical.com/en/products/dialysis/pdf/dia_0040.pdf.
- Hutchison CA, Cockwell P, Stringer S, Bradwell A, Cook M, Gertz MA, et al. Early reduction of serum-free light chains associates with renal recovery in myeloma kidney. *J Am Soc Nephrol*. 2011;22:1129-36. doi: 10.1681/ASN.2010080857.
- Donati G, Zappulo F, Maietti E, Scivo A, Gasperoni L, Zamagni E, et al. Early light chains removal and albumin levels with a double filter-based extracorporeal treatment for acute myeloma kidney. *Toxins (Basel)*. 2022;14:391. doi: 10.3390/toxins14060391.
- Fabbri P, Sirtori S, Casiraghi E, Pieruzzi F, Genovesi S, Corti D, et al. Polymethylmethacrylate membrane and serum free light chain removal: enhancing adsorption properties. *Blood Purif*. 2013;35(Suppl 2):52-8. doi: 10.1159/000350849.
- Royal V, Leung N, Troyanov S, Nasr SH, Écotière L, LeBlanc R, et al. Clinicopathologic predictors of renal outcomes in light chain cast nephropathy: a multicenter retrospective study. *Blood*. 2020;135:1833-46. doi: 10.1182/blood.2019003807.
- Haynes RJ, Read S, Collins GP, Darby SC, Winearls CG. Presentation and survival of patients with severe acute kidney injury and multiple myeloma: a 20-year experience from a single centre. *Nephrol Dial Transplant*. 2010;25:419-26. doi: 10.1093/ndt/gfp488.
- Gerth HU, Pohlen M, Görlich D, Thölking G, Kropff M, Berdel WE, et al. Impact of high cut-off dialysis on renal recovery in dialysis-dependent multiple myeloma patients: results from a case-control study. *PLoS One*. 2016;11:e0154993. doi: 10.1371/journal.pone.0154993.
- Pasquali S, Iannuzzella F, Corradini M, Mattei S, Bovino A, Stefani A, et al. A novel option for reducing free light chains in myeloma kidney: supra-hemodiafiltration with endogenous reinfusion (HFR). *J Nephrol*. 2015;28:251-4. doi: 10.1007/s40620-014-0130-8.
- Maduell F, Broseta JJ, Rodas L, Montagud-Marrahi E, Rodríguez-Espinosa D, Hermida E, et al. Comparison of solute removal properties between high-efficient dialysis modalities in low blood flow rate. *Ther Apher Dial*. 2020;24:387-92. doi: 10.1111/1744-9987.13440.