UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

FACULTAD DE MEDICINA

Hospital Regional de Alta Especialidad ‘Dr. Ignacio Morones Prieto’

Trabajo de investigación para obtener el diploma en la especialidad de Nefrología

# Desenlaces clínicos asociados a hemodiálisis expandida versus hemodiafiltración y/o hemodiálisis de alto flujo en pacientes adultos con ERC en terapia de reemplazo renal


Presentado por

**Cristian Emmanuel Barajas Hernández**

DIRECTOR CLÍNICO

Jaime Antonio Borjas García

DIRECTOR METODOLÓGICO


Octubre de 2026



Desenlaces clínicos asociados a hemodiálisis expandida versus hemodiafiltración y/o hemodiálisis de alto flujo en pacientes adultos con ERC en terapia de reemplazo renal © 2026 por Cristian Emmanuel Barajas Hernández se distribuye bajo Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International. Para ver una copia de esta licencia, visite https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

FACULTAD DE MEDICINA

Hospital Regional de Alta Especialidad 'Dr. Ignacio Morones Prieto'

Trabajo de investigación para obtener el diploma en la especialidad de Nefrología

**Desenlaces clínicos asociados a hemodiálisis expandida versus hemodiafiltración y/o hemodiálisis de alto flujo en pacientes con adultos con ERC en terapia de reemplazo renal**

Presentado por

Cristian Emmanuel Barajas Hernández

ORCID iD: 0009-0000-4273-6356

No. CVU: 968417

DIRECTOR CLÍNICO

Jaime Antonio Borjas García

ORCID iD: 0000-0002-1474-0283

No. CVU:13756

DIRECTOR METODOLÓGICO

Andrés Flores García

ORCID iD: 0000-0003-0688-3134

No. CVU: 1342792

| Sinodales | |
|---|---|
| Dr. José Alejandro Chevaile Ramos | |
| Presidente | |
| Dr. Francisco Aranda Verastegui | |
| Sinodal | |
| Dr. Gerardo Alfaro Abundiz | |
| Sinodal | |
| Dr. Osvaldo Chapa Castillo | |
| Sinodal suplente | |

Octubre de 2026

# Resumen

**Introducción:** La enfermedad renal crónica (ERC) en terapia de reemplazo renal se asocia con una elevada morbilidad y mortalidad, además de una mayor tasa de hospitalizaciones. La hemodiálisis permite una adecuada eliminación de solutos de bajo peso molecular, sin embargo, la depuración de solutos de peso molecular medio y alto es limitada y esto se ha relacionado con inflamación, enfermedad cardiovascular, mayor enfermedad mineral ósea, neuropatía entre otros desenlaces adversos. Por ello se han desarrollado otras terapias que mejoran la depuración de estas moléculas, entre ellas la hemodiálisis de alto flujo (HF-HD), la hemodiafiltración (HDF) y la hemodiálisis expandida (HDx). Esta última permite incrementar la eliminación de moléculas de tamaño medio mediante difusión y convección interna, sin requerir líquido de reposición y únicamente requiriendo filtros de corte medio (MCO).

**Objetivo:** Determinar los desenlaces clínicos asociados con la hemodiálisis expandida en comparación con la hemodiafiltración y la hemodiálisis de alto flujo en adultos con ERC en terapia de reemplazo renal.

**Metodología:** Se realizó una revisión sistemática de estudios en personas ≥18 años con ERC sometidas a hemodiálisis crónica. Se incluyeron estudios que evaluaran HDx, definida por el empleo de membranas MCO, sin reposición de líquido, que compararan esta modalidad con HDF y/o HF-HD. Se consideraron estudios que reportaran desenlaces clínicos, síntomas y tolerancia al tratamiento. Se excluyeron reportes de casos, series sin comparación, estudios sin grupo control, revisiones, estudios in vitro y trabajos que no reportaran desenlaces clínicos de relevancia. La búsqueda bibliográfica se realizó en PubMed, Web of Science, Biblioteca Virtual en Salud y Ovid. De 344 registros identificados de manera inicial, se eliminaron los duplicados y se finalmente se seleccionaron por título, resumen y texto completo, incluyéndose finalmente 18 estudios en la síntesis cualitativa. La calidad metodológica y el riesgo de sesgo se evaluaron mediante JBI.

**Resultados:** Los 18 estudios incluidos presentaron tamaños de muestra y periodos de seguimiento heterogéneos. La evidencia directa de HDx frente a HDF fue limitada y la mayoría de los estudios comparó HDx con HF-HD. En comparación con HF-HD, la HDx se asoció con una menor tasa de hospitalización y menor frecuencia de eventos cardiovasculares en algunos estudios, aunque no se identificaron diferencias significativas en mortalidad. Algunos ensayos y estudios longitudinales reportaron mejoría en aspectos como calidad de vida, reducción del prurito y menor tiempo de recuperación postdiálisis. No se observaron diferencias relevantes y consistentes en hipotensión intradialítica. Frente a HDF, se mostraron resultados similares en parámetros cardiovasculares, ecocardiográficos y mortalidad, aunque los estudios son pocos. Se encontraron nueve estudios con riesgo de sesgo alto y nueve con riesgo moderado según la evaluación metodológica.

**Conclusiones:** La HDx puede asociarse con algunos desenlaces clínicos favorables frente a la HF-HD, principalmente en hospitalización, eventos cardiovasculares no fatales y desenlaces evaluados por el paciente, sin observarse diferencias consistentes en mortalidad ni en tolerancia hemodinámica. La evidencia directa frente a HDF es limitada y hasta el momento, muestra resultados equiparables, por lo que la interpretación debe realizarse con cautela. Se requieren ensayos multicéntricos con mayores tamaño de muestra, seguimientos prolongados y estandarización de las prescripciones dialíticas, que permitan determinar el efecto de la HDx sobre desenlaces clínicos relevantes para definir su papel sobre otras modalidades.

## Tabla de contenidos


Resumen ..... 5
Lista de abreviaturas ..... 8
Lista de tablas y figuras ..... 9
Lista de figuras ..... 9
Lista de tablas ..... 9
Agradecimientos ..... 10
Reconocimientos ..... 11
1. Antecedentes ..... 12
1.1 Hemodiálisis de alto flujo y depuración de toxinas medianas ..... 12
1.2 Hemodiafiltración ..... 13
1.3 Hemodiálisis expandida (HDx) con membranas de corte medio ..... 14
2. Pregunta de investigación ..... 16
3. Justificación ..... 17
4. Hipótesis ..... 18
5. Objetivos ..... 19
5.1 Objetivo general ..... 19
5.2 Objetivos específicos ..... 19
6. Material y métodos ..... 20
6.1 Pregunta PICO ..... 21
7. Análisis de la información ..... 21
8. Recursos ..... 22
8.1 Recursos humanos ..... 22
8.2 Recursos materiales ..... 22
8.3 Capacitación de personal ..... 22
9. Registros ..... 23
10. Resultados ..... 24
10.1 Resultados de la búsqueda ..... 24
10.2 Síntesis de resultados ..... 25
10.2.1 Características de los estudios incluidos ..... 25
10.2.2 Resultados de la evaluación de calidad ..... 27
10.2.3 Síntesis narrativa por comparación ..... 30
11. Discusión ..... 35

12. Limitaciones y nuevas perspectivas ..... 39
13. Conclusiones ..... 41
15. Bibliografía ..... 42
16. Anexos ..... 48

## Lista de abreviaturas

- **ERC:** Enfermedad renal crónica
- **HD:** Hemodiálisis
- **HDF:** Hemodiafiltración
- **HDx:** Hemodiálisis expandida
- **HF-HD:** Hemodiálisis de alto flujo
- **MCO:** Membranas dializadoras de corte medio
- **PRO:** Resultados reportados por el paciente (Patient-reported outcomes)

# Lista de tablas y figuras

## Lista de figuras

Diagrama de flujo de selección de estudios ..... 25

## Lista de tablas

Tabla de características de los estudios incluidos. HDx: hemodiálisis expandida; HDF: hemodiafiltración online; HF-HD: hemodiálisis de alto flujo; ECA: ensayo clínico aleatorizado ..... 26

Tabla de evaluación de calidad metodológica de los estudios incluidos. JBI: Joanna Briggs Institute. ..... 28

## Agradecimientos

A mis padres Roque Barajas Pozos y Ma. Del Socorro Hernández Hernández.

A mi novia Elizabeth Ferrer Enríquez

A mis maestros, los doctores Jaime Antonio Borjas García, José Alejandro Chevaile, Francisco Aranda Verastegui y Gerardo Alfaro Abundiz

# Reconocimientos

Agradezco primeramente a mis padres, por su apoyo en todo momento durante estos años de tantos cambios en mi vida. A mi madre que siempre me ha acompañado y ha estado para mi incondicionalmente con las palabras precisas para seguir en este camino. A mi padre que siempre ha confiado y esperado lo mejor de mi y me ha impulsado a ser la persona que soy.

A Eli, mi compañera, mi mejor amiga y la principal razón de que pueda culminar la subespecialidad a traves de todas las dificultades que se nos presentaron.

Al doctor Jaime Antonio Borjas García, que ha sido mi maestro desde que entré a la especialidad de medicina interna, me inculcó el interés por la nefrología y me animó a tomar este camino y a darme cuenta de mis cualidades.

Al doctor José Alejandro Chevaile Ramos y al doctor Francisco Aranda Verastegui, por transmitirme su pasión por la nefrología a traves de sus conocimientos, por exigirme a dar más de mi y finalmente por confiar en mi a traves de los resultados.

Al doctor Gerardo Alfaro Abundiz, por su visión práctica de la medicina interna y la nefrología. Y principalmente por que me orientó, me motivó y confió en mi en los momentos de mayor dificultad durante estos años.

A Jorge Alberto Chávez Contreras y Osvaldo Chapa Castillo, mis compañeros y amigos durante esta etapa, por que siempre nos apoyamos y nunca nos dimos por vencidos.

# 1. Antecedentes

La enfermedad renal crónica (ERC) terminal en terapia de reemplazo renal con hemodiálisis conlleva una elevada morbilidad y mortalidad, a pesar de los avances en el tratamiento dialítico. Los pacientes en hemodiálisis (HD) presentan tasas anuales de hospitalización superiores a la población general, con más de un ingreso por año en la mayoría, principalmente por complicaciones cardiovasculares e infecciones, que constituyen las principales causas de muerte en esta población. Este exceso de mortalidad indica que la hemodiálisis convencional sigue siendo un tratamiento subóptimo, incapaz de suplantar por completo las funciones depuradoras del riñón. La HD estándar elimina eficazmente las toxinas urémicas de bajo peso molecular (p. ej., urea), pero tiene una capacidad limitada para depurar sustancias de mayor tamaño molecular o unidas a proteínas, que permanecen acumuladas en el medio interno del paciente[1].

Actualmente se reconoce que la acumulación de toxinas urémicas de peso molecular medio (aproximadamente 0.5 a 50 kDa) contribuye de forma significativa a múltiples complicaciones en los pacientes con ERC en diálisis, incluyendo amiloidosis β2-microglobulínica, inflamación crónica, enfermedad cardiovascular, alteraciones óseo-minerales y neuropatía, abarcando prácticamente todos los sistemas orgánicos. Estas complicaciones pueden presentarse incluso en pacientes con diálisis aparentemente “adecuada” según parámetros convencionales (Kt/V óptimo), lo que sugiere que la depuración insuficiente de solutos urémicos medianos juega un papel clave en su desarrollo. En concordancia, niveles séricos elevados de β2 microglobulina se han asociado con mayor riesgo de mortalidad en hemodiálisis, así como con complicaciones como la amiloidosis[1,2].

## 1.1 Hemodiálisis de alto flujo y depuración de toxinas medianas

Para mejorar la eliminación de toxinas urémicas de mayor tamaño, se introdujeron membranas de hemodiálisis de alto flujo a partir de la década de 1990. A diferencia de las membranas de bajo flujo, las de alto flujo poseen mayor permeabilidad al

agua y solutos medianos, permitiendo un claro incremento en la depuración de moléculas como la β2-microglobulina. Estudios clínicos iniciales, como el ensayo HEMO, compararon directamente membranas de alto vs. bajo flujo en HD convencional. Los resultados globales del HEMO (2002) no demostraron una reducción significativa de la mortalidad total con membranas de alto flujo frente a las de bajo flujo (riesgo relativo ~0.95, p=0.4). Sin embargo, se observaron beneficios no inmediatos en subgrupos de pacientes de más larga permanencia en diálisis, sugiriendo que el uso de alto flujo podría conferir ventajas a largo plazo al mitigar complicaciones por depósitos de β2-microglobulina (como la amiloidosis dialítica). De hecho, se ha documentado que la HD de alto flujo reduce sustancialmente la concentración sérica de β2-microglobulina y otros productos de glicación u oxidación en comparación con la HD de bajo flujo, lo cual se asocia a menor incidencia de amiloidosis osteoarticular y podría mejorar el estado inflamatorio crónico del paciente urémico[1,3,4].

## 1.2 Hemodiafiltración

La hemodiafiltración (HDF) es una modalidad híbrida que combina hemodiálisis difusiva con hemofiltración convectiva, incrementando la eliminación de solutos medianos al forzar el ultrafiltrado de plasma a través de la membrana y reponer el volumen ultrafiltrado con solución estéril (infusión de reinyección). En la HDF, se filtran grandes volúmenes de plasma por sesión (usualmente 20 a 30 litros) y se reemplazan por líquido ultrapuro obtenido del dializado mediante filtros en serie, logrando así una “diálisis convectiva” segura. Gracias a este proceso convectivo, la HDF logra remover con mayor eficacia moléculas de tamaño medio que la HD convencional, al tiempo que mantiene una excelente depuración de solutos pequeños por difusión. No sorprende entonces que la introducción de la HDF haya mejorado la eliminación de toxinas urémicas medianas previamente difíciles de depurar y haya mostrado potencial para reducir las complicaciones y mejorar la supervivencia de los pacientes[1].

Diversos estudios clínicos y ensayos controlados aleatorizados han evaluado los desenlaces en pacientes prevalentes de hemodiálisis al cambiar a HDF. Un punto

de referencia lo constituye el ensayo español ESHOL (2013), en el que 906 pacientes fueron aleatorizados a HD de alto flujo convencional vs. HDF posdilucional de alta eficacia. Los resultados demostraron un beneficio significativo de la HDF: una reducción de aproximadamente el 30% en el riesgo de mortalidad por todas las causas comparada con HD (hazard ratio [HR] 0.70; IC95% 0.53, 0.92; p=0.01), así como una tendencia a menor mortalidad cardiovascular (HR 0.67; p=0.06) y una marcada reducción de la mortalidad por infecciones (HR 0.45; p=0.03). De hecho, se estimó que por cada 8 pacientes tratados con HDF en lugar de HD durante un año, se podría evitar una muerte (NNT=8)[5].

Además de prolongar la supervivencia, en este estudio la HDF redujo otras complicaciones: los pacientes en HDF tuvieron menos episodios de hipotensión intradialítica y menos hospitalizaciones que aquellos en HD estándar. Otros ensayos, como el estudio turco de HDF en línea (Turkish OL-HDF Study, 2013), no mostraron diferencias estadísticamente significativas en la mortalidad entre HDF y HD de alto flujo, posiblemente debido a volúmenes convectivos más bajos o menor tamaño muestral. Sin embargo, el conjunto de la evidencia acumulada apuntaba a un beneficio de la HDF especialmente cuando se lograban altos volúmenes de intercambio convectivo[4–7].

## 1.3 Hemodiálisis expandida (HDx) con membranas de corte medio

En años recientes ha cobrado interés una nueva modalidad conocida como hemodiálisis expandida (HDx, por sus siglas en inglés). La HDx se basa en el empleo de membranas dializadoras de “corte medio” (medium cut-off, MCO), una nueva generación de filtros con poros de tamaño intermedio entre las membranas de alto flujo convencionales y las de alto corte. Estas membranas MCO poseen un diseño especial (por ejemplo, un diámetro interno de fibra más pequeño) que promueve altos flujos de filtración interna y retrofiltración dentro del dializador. En términos funcionales, la HDx con membranas de corte medio permite remover eficientemente moléculas de mayor peso molecular que las eliminadas por la HD convencional, acercándose al rendimiento convectivo de la HDF, pero sin necesidad

de infundir líquido de reemplazo. Dicho de otro modo, la HDx amplía el espectro de solutos dializados principalmente mediante difusión y convección interna en el propio dializador, simplificando el procedimiento al no requerir equipos especiales ni fluidos adicionales más allá del dializado estándar. Esto la hace potencialmente más accesible y económica, pues puede implementarse en máquinas de HD convencionales sin modificaciones mayores[8–11].

## 2. Pregunta de investigación

¿Cuáles son los desenlaces clínicos asociados a hemodiálisis expandida versus hemodiafiltración y/o hemodiálisis de alto flujo en pacientes con adultos con ERC en terapia de reemplazo renal?

## 3. Justificación

A pesar de los avances tecnológicos, los pacientes con ERC en hemodiálisis siguen presentando una elevada carga de morbimortalidad y hospitalización. Buena parte de este riesgo se atribuye a la depuración insuficiente de toxinas urémicas de tamaño medio y grande, y a fenómenos inflamatorios de bajo grado que no se resuelven con la hemodiálisis difusiva convencional, incluso usando membranas de alto flujo. En este contexto, las modalidades que incrementan el componente convectivo o amplían el espectro de depuración han cobrado relevancia clínica y científica. Entre ellas, la HDF ha mostrado de forma consistente beneficios en desenlaces duros, incluida reducción de mortalidad frente a HD, sobre todo cuando se alcanzan altos volúmenes convectivos; a su vez, la HDx con MCO se propone como alternativa que amplía la depuración de moléculas medianas y grandes sin requerir líquido de reposición, potencialmente simplificando la logística y el costo del procedimiento. Sin embargo, la comparación directa y global de desenlaces clínicos entre HDx, HDF y HF-HD sigue sin estar completamente establecida. Dentro de los estudios realizados, existe heterogeneidad (p. ej., tipos de membranas MCO, estrategias de dilución y volúmenes convectivos en HDF, flujos sanguíneos y de dializado, pureza del agua, tiempos de sesión), la cual puede modificar el efecto sobre desenlaces y dificulta la extrapolación. Además, la variabilidad de definiciones y la mezcla de comparadores (HF-HD, HDF pre-/mixta-/posdilucional) pueden diluir desenlaces verdaderos si no se abordan con análisis detallados. Finalmente, faltan síntesis centradas en el paciente (calidad de vida, síntomas urémicos, fatiga posdiálisis) y en seguridad (incluida pérdida de albúmina y eventos adversos), lo cual es esencial para decisiones terapéuticas individualizadas.

## 4. Hipótesis

- Existen diferencias en los desenlaces clínicos asociados a la hemodiálisis expandida en comparación con la hemodiafiltración y hemodiálisis de alto flujo en pacientes adultos con ERC.

# 5. Objetivos

## 5.1 Objetivo general

- Determinar los desenlaces clínicos asociados a la hemodiálisis expandida en comparación con la hemodiafiltración y hemodiálisis de alto flujo en pacientes adultos con ERC.

## 5.2 Objetivos específicos

- Realizar una estrategia de búsqueda orientada a desenlaces clínicos
- Recuperar estudios que comparen directa o indirectamente las intervenciones
- Realizar una síntesis de la información recolectada
- Discutir los hallazgos

# 6. Material y métodos

Criterios de selección:

- Inclusión:
    - Adultos (≥18 años) con hemodiálisis crónica (≥1 mes de terapia de mantenimiento).
    - HDx definida operacionalmente por uso de membranas MCO (medium cut-off) con dializado estándar y sin reposición de fluido.
    - Cualquier fabricante/modelo MCO equivalente.
    - Reporte de más de 1 desenlace primario con relevancia clínica o un desenlace sintomático/de tolerancia.
- Exclusión
    - Estudios centrados en síndromes agudos específicos (p. ej., sepsis, “riñón de mieloma”) con membranas de alto cut-off (HCO) o terapias de adsorción hemoperfusiva sin brazo HDx/HDF/HF-HD pertinente.
    - Series de casos sin comparador; estudios pre-post sin grupo control; reportes de caso; editoriales; revisiones
    - Estudios con solo cinética de solutos in vitro o simulaciones sin datos clínicos en humanos.
    - Únicamente desenlaces técnicos de máquina sin ningún desenlace clínico/sintomático/biomarcador en pacientes.
- Eliminación:
    - Estudios duplicados
    - Estudios mal clasificados por población
    - Datos numéricos de efecto insuficientes

## 6.1 Pregunta PICO

| Paciente | Intervención | Comparación | Resultado |
|---|---|---|---|
| Adultos con ERC en TRR | Hemodiálisis expandida | Hemodiafiltración y hemodiálisis de alto flujo | Desenlaces clínicos |

# 7. Análisis de la información

Para el análisis de la información se utilizarán las herramientas provistas por el instituto Joanna Briggs (JBI Critical Appraisal Tools) para evaluar la calidad de la evidencia. Se utilizaron las herramientas correspondientes al diseño del estudio evaluado.

# 8. Recursos

## 8.1 Recursos humanos

- Investigador principal
- Residente

## 8.2 Recursos materiales

- Computadora con conexión a internet
- Hojas de papel
- Memorias USB

## 8.3 Capacitación de personal

Tanto el investigador principal como el tesista asistirán al taller de revisiones sistemáticas ofrecido por el departamento de enseñanza del Hospital Regional de Alta Especialidad “Dr. Ignacio Morones Prieto”. De manera paralela, el tesista realizará el taller para la elaboración de revisiones sistemáticas y búsqueda bibliográfica del campus virtual de la Organización Panamericana en Salud.

## 9. Registros

El presente estudio se registró ante el Comité de Ética en Investigación del Hospital Regional de Alta Especialidad “Dr. Ignacio Morones Prieto” con el número de registro RS-07-26.

# 10. Resultados

## 10.1 Resultados de la búsqueda

La búsqueda sistemática recuperó un total de 344 estudios, de los cuales 46 fueron recuperados en PubMed, 147 en Web of Science, 40 en BVS y 111 Ovid. Tras el proceso de eliminación de duplicados se recuperaron 234 estudios. Tras el proceso de selección de título y abstract se incluyeron de forma preliminar 43 estudios, de los cuales se recuperaron 40 estudios.

Finalmente y tras la selección por texto completo se incluyeron 18 estudios en la síntesis cualitativa.

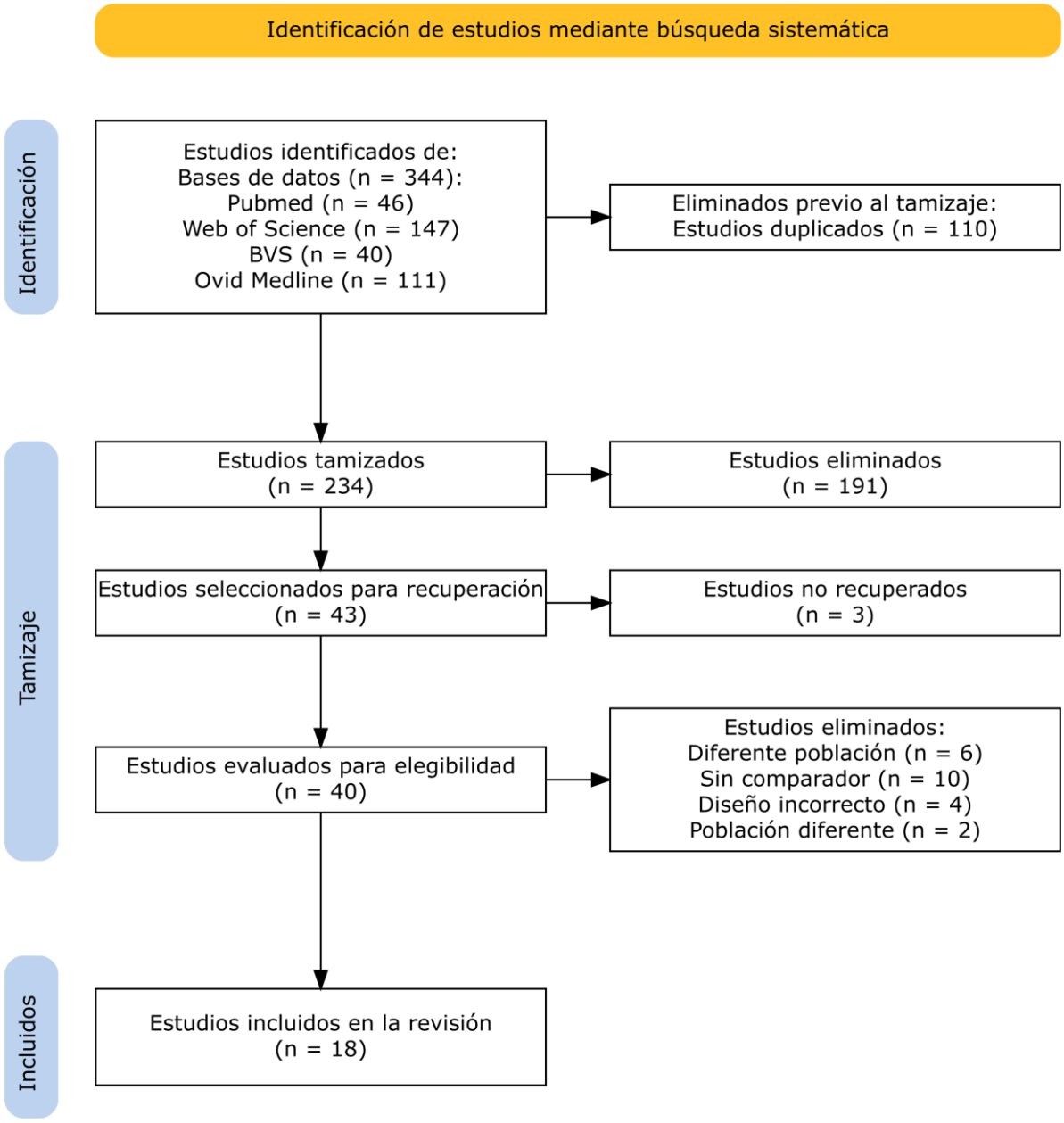



*Diagrama de flujo de selección de estudios*

## 10.2 Síntesis de resultados

### 10.2.1 Características de los estudios incluidos

Se incluyeron 18 estudios que evaluaron hemodiálisis expandida (HDx) con membranas “medium cut-off” en adultos con enfermedad renal crónica en hemodiálisis, con tamaños muestrales que variaron de 8 a 1,098 participantes y duraciones de seguimiento desde una sesión hasta 3 años. La evidencia directa

frente a hemodiafiltración online (HDF) fue limitada (un ECA multicéntrico de 12 meses), mientras que la mayor parte de la evidencia comparó HDx contra hemodiálisis de alto flujo (HF-HD) mediante ensayos aleatorizados (paralelos y cruzados), cohortes comparativas y estudios antes-después.

*Tabla de características de los estudios incluidos. HDx: hemodiálisis expandida; HDF: hemodiafiltración online; HF-HD: hemodiálisis de alto flujo; ECA: ensayo clínico aleatorizado.*

| Estudio | Diseño | Comparación | Seguimiento | n (reportado) |
|---|---|---|---|---|
| Lee-2021[12] | ECA paralelo | HDx vs HDF | 5-12 meses | 80 |
| Bolton-2021[13] | Cohorte antes-después | HDx vs HDF y HF-HD | 5-12 meses | 110 |
| Belmouaz-2023[14] | ECA crossover (agudo) | HDx vs HDF y HF-HD | Agudo | 8 |
| Molano-2022[15] | Cohorte | HDx vs HF-HD | >12 meses | 1098 |
| Ariza-2021[16] | Cohorte antes-después | HDx vs HF-HD | 5-12 meses | 81 |
| Sanabria-2021[17] | Cohorte antes-después | HDx vs HF-HD | 5-12 meses | 81 |
| Silva-2024[18] | ECA crossover | HDx vs HF-HD | 1-4 meses | 32 |
| Ozarli-2024[19] | Observacional comparativo | HDx vs HF-HD | 1-4 meses | 51 |
| Lim-2020 (QOL)[20] | ECA paralelo | HDx vs HF-HD | 1-4 meses | 24 |

| Estudio | Diseño | Comparación | Seguimiento | n (reportado) |
|---|---|---|---|---|
| Penny-2021[21] | Antes-después no aleatorizado | HDx vs HF-HD | 1-4 meses | 28 |
| Lim-2025 (THREAD)[22] | ECA paralelo | HDx vs HF-HD | 5-12 meses | 80 |
| Mok-2025[23] | ECA paralelo | HDx vs HF-HD | 5-12 meses | 60 |
| Cho-2022[24] | Observacional 3 años | HDx vs HF-HD | >12 meses | 139 |
| Cozzolino-2019[25] | Piloto controlado | HDx vs HF-HD | 1-4 meses | 20 |
| Krishnasamy-2020[26] | Dispositivo/no aleatorizado | HDx vs HF-HD | 5-12 meses | 591 |
| Sahutoglu-2024[27] | Observacional (asignación no aleatoria) | HDx vs HF-HD | 5-12 meses | 50 |
| Belmouaz-2020[14] | ECA crossover | HDx vs HF-HD | 1-4 meses | 40 |
| Armani-2023[28] | ECA crossover | HDx vs HF-HD | 1-4 meses | 32 |

### 10.2.2 Resultados de la evaluación de calidad

De los 18 estudios incluidos, la evaluación con herramientas JBI mostró un perfil de calidad heterogéneo, ya que 9 estudios se clasificaron con riesgo de sesgo alto y 9 con riesgo de sesgo moderado. El riesgo alto se concentró principalmente en diseños antes-después sin control concurrente (p. ej., Ariza-2021, Bolton-2021, Sanabria-2021, Penny-2021) y en comparaciones no aleatorizadas con asignación por disponibilidad o logística (p. ej., Sahutoglu-2024; Ozarli-2024), así como en

estudios con muestras pequeñas y/o reporte incompleto de resultados principales (p. ej., Belmouaz-2023; Cozzolino-2019). Las razones dominantes para riesgo alto fueron ausencia de grupo control paralelo (alto riesgo de confusión temporal y cointervenciones), asignación no aleatoria (confusión o selección residual), pérdidas relevantes o sesgo por supervivencia o el tiempo de seguimiento en cohortes antes-después, y desenlaces subjetivos sin cegamiento con riesgo de sesgo de desempeño o detección.

Los estudios con riesgo moderado correspondieron principalmente a ensayos aleatorizados (paralelos o crossover) y a cohortes con estrategias explícitas de control de confusión. En los ECA (p. ej., Lee-2021; Lim-2020; Lim-2025; Mok-2025; Belmouaz-2020; Silva-2024; y el análisis crossover de Armani-2023) se documentó, en general, aleatorización y comparabilidad basal, y en varios crossover se incluyeron periodos de limpieza y evaluación del efecto de carga (carryover). En las cohortes con evaluación moderada (p. ej., Molano-2022; Cho-2022) se describieron exposiciones definidas y desenlaces clínicos a partir de registros, con control de confusión mediante métodos como ponderación por propensión en el estudio de mayor tamaño. Aun así, los factores que impidieron calificar estos estudios como bajo riesgo fueron consistentes como predominio de diseños abiertos (sin cegamiento), seguimientos cortos en varios ensayos, pérdidas considerables en algunos ECA a 12 meses, y posibilidad de confusión residual en los observacionales.

A pesar de estas limitaciones, se identificaron fortalezas como la definición clara de la exposición (tipo de membrana y prescripción), desenlaces clínicos relevantes (hospitalización, eventos cardiovasculares, mortalidad) en estudios grandes y, en varios trabajos, mediciones objetivas o uso de instrumentos estandarizados para desenlaces centrados en el paciente.

*Tabla de evaluación de calidad metodológica de los estudios incluidos. JBI: Joanna Briggs Institute.*

| Estudio | Herramienta JBI | Juicio global |
|---|---|---|
| Lee-2021 | JBI Ensayo aleatorizado | Moderado |

| Estudio | Herramienta JBI | Juicio global |
|---|---|---|
| Bolton-2021 | JBI Cuasi-experimental (antes-después) | Alto |
| Belmouaz-2023 | JBI Cuasi-experimental / medidas repetidas intraindividual | Alto |
| Molano-2022 | JBI Cohorte | Moderado |
| Ariza-2021 | JBI Cuasi-experimental (antes-después) | Alto |
| Sanabria-2021 | JBI Cuasi-experimental (antes-después) | Alto |
| Silva-2024 | JBI Ensayo aleatorizado (crossover) | Moderado |
| Ozarli-2024 | JBI Cohorte (comparativo no aleatorizado) | Alto |
| Lim-2020 (QOL) | JBI Ensayo aleatorizado | Moderado |
| Penny-2021 | JBI Cuasi-experimental (antes-después) | Alto |
| Lim-2025 (THREAD) | JBI Ensayo aleatorizado | Moderado |
| Mok-2025 | JBI Ensayo aleatorizado | Moderado |
| Cho-2022 | JBI Cohorte | Moderado |
| Cozzolino-2019 | JBI Cuasi-experimental (crossover no aleatorizado) | Alto |
| Krishnasamy-2020 | JBI Cuasi-experimental (crossover no aleatorizado) | Alto |

| Estudio | Herramienta JBI | Juicio global |
|---|---|---|
| Sahutoglu-2024 | JBI Cohorte (comparativo no aleatorizado) | Alto |
| Belmouaz-2020 | JBI Ensayo aleatorizado (crossover) | Moderado |
| Armani-2023 | JBI Ensayo aleatorizado (crossover) | Moderado |

## 10.2.3 Síntesis narrativa por comparación

### *10.2.3.1 Hemodiálisis expandida vs hemodiafiltración (HDF)*

En el ECA multicéntrico, abierto y paralelo de 12 meses realizado por Lee et al. (2021) (n=80; HDx n=43 vs HDF online n=37), no se observaron diferencias entre grupos en la velocidad de onda de pulso braquial-tobillo ni en parámetros ecocardiográficos a 6 o 12 meses. En el puntaje de calcio coronario, se reportó una diferencia entre grupos a 12 meses (HDx-HDF: 118.3; IC95% 26.3 a 210.2; p=0.012). La mortalidad a 12 meses fue 3/43 pacientes en HDx y 3/37 en HDF; los desenlaces reportados por el paciente no mostraron diferencias entre grupos[12].

En el estudio prospectivo intraindividual de medidas repetidas realizado por Belmouaz et al. (2023) (n=8; sesiones en distintas modalidades), las razones de reducción de urea fueron similares entre modalidades, mientras que HDx mostró mayor remoción de algunas moléculas medianas frente a HF-HD y una remoción comparable a HDF online en ciertos solutos; adicionalmente se reportó pérdida de albúmina en dializado como desenlace secundario (comparada entre modalidades dentro del mismo paciente)[14].

En la cohorte antes-después realizada por Bolton et al. (2021) (N=110), tras el cambio a HDx se documentó reducción del tiempo de recuperación postdiálisis en el subgrupo con datos longitudinales hasta 12 meses (mediana 210 min basal vs 60 min a 6 meses [p=0.002] y 105 min a 12 meses [p=0.001]). La carga total de síntomas (evaluado mediante la escala POS-S) disminuyó a 6 meses (p=0.003) sin

diferencias frente a basal en 9 y 12 meses; el porcentaje con recuperación >360 min se redujo de 36% a 9% a 12 meses[13].

#### *10.2.3.2 Hemodiálisis expandida vs hemodiálisis de alto flujo (HF-HD)*

##### *10.2.3.2.1 Hospitalización, eventos cardiovasculares y mortalidad.*

En la cohorte retrospectiva multicéntrica con ponderación por propensión realizada por Molano et al. (2022) (n=1,098; medio cut-off n=564 vs alto flujo n=534; con seguimiento medio de 18-20 meses), HDx se asoció con menor tasa de hospitalización por cualquier causa (0.93 vs 1.13 eventos/paciente-año; razón 0.82 [IC95% 0.68-0.99]; p=0.04) y menor tasa de eventos cardiovasculares no fatales (0.18 vs 0.28; razón 0.66 [0.46-0.96]; p=0.03), sin diferencias en días de hospitalización por paciente-año ni en tiempo a muerte por cualquier causa (HR 0.88 [0.64-1.23]; p=0.48)[15].

En los estudios antes-después multicéntricos realizados por Ariza et al. (2021) y Sanabria et al. (2021) (ambos con n=81, comparando 1 año en HF-HD vs 1 año en HDx), la tasa global de hospitalización fue similar entre periodos (0.77 vs 0.71 eventos/paciente-año; p=0.698 en Sanabria et al.), mientras que los días de hospitalización por paciente-año fueron menores durante HDx (5.94 vs 4.41; p<0.01 en Ariza et al. y p<0.001 en Sanabria et al.). En Sanabria et al., no se observaron diferencias por causa de hospitalización (cardiovascular, relacionada con diálisis, infecciosa u otras)[16,17].

En el estudio observacional a 3 años realizado por Cho et al. (2022) (retrospectivo para eventos clínicos), no se identificaron diferencias entre HF-HD y HDx en muerte, eventos cardiovasculares, eventos infecciosos u hospitalizaciones durante el seguimiento[24].

En el ECA paralelo de 12 meses realizado por Mok et al. (2025) (n=60; MCO-HD n=30 vs alto flujo n=30), se reportaron 0 eventos cardiovasculares en el grupo MCO-HD y 6 en el grupo control, con mejor supervivencia libre de evento cardiovascular

(log-rank p=0.017). La mortalidad fue 1 evento en cada grupo (muerte súbita en MCO-HD y muerte cardiovascular en control)[23].

En el ECA multicéntrico de 12 meses realizado por Lim et al. (2025; THREAD) (n=80; 40 vs 40), como desenlaces de seguridad se reportaron hospitalización 6/40 vs 5/40 (RR 1.13 [0.38-3.37]) y mortalidad 0/40 vs 2/40 (RR 0.18 [0.01-3.80]) para HDx vs alto flujo, respectivamente[22].

#### *10.2.3.2.2 Tolerancia hemodinámica e hipotensión intradiálisis.*

En el ECA cruzado de 28 semanas realizado por Silva et al. (2024) (n=32), la presión arterial por monitoreo ambulatorio de 24 horas no mostró diferencias globales entre tratamientos. La hipotensión sintomática intradiálisis ocurrió en 5 (17%) con HDx y 7 (24%) con alto flujo (p=0.625), con incidencias similares de episodios por 100 sesiones[18].

En el estudio prospectivo observacional comparativo realizado por Ozarli et al. (2024) (n=51; HDx n=25 vs alto flujo n=26; 12 semanas), la proporción de hipotensión intradiálisis fue 27.3% en HDx y 17.4% en alto flujo (p=0.3). En rigidez arterial, la velocidad de onda de pulso disminuyó dentro del grupo HDx (8.8±1.93 a 8.13±1.68; p=0.03), sin diferencias entre grupos al final del seguimiento[19].

#### *10.2.3.2.3 Desenlaces reportados por el paciente: calidad de vida, prurito y recuperación.*

En el ECA paralelo de 12 semanas realizado por Lim et al. (2020) (medio cut-off n=24 vs alto flujo n=25), se observaron puntajes mayores en dominios físicos de calidad de vida con HDx (funcionamiento físico 75.2±20.8 vs 59.8±30.1; p=0.042; rol físico 61.5±37.6 vs 39.0±39.6; p=0.047), con resultados consistentes en modelos multivariables. Para prurito urémico, HDx mostró valores menores en distribución matutina (p=0.034) y menor frecuencia de rascado durante el sueño (p=0.023), con asociaciones persistentes en los modelos de regresión[20].

En el estudio piloto antes-después realizado por Penny et al. (2021) (n=22 completaron 12 semanas), el puntaje global LEVIL aumentó de 59.1±14.4 en basal

a 71.9±16.8 a 12 semanas (p<0.001), con mejorías también en dominios como energía y sueño[21].

En la cohorte antes-después de PROMs realizada por Bolton et al. (2021), el tiempo de recuperación postdiálisis disminuyó a 6 y 12 meses respecto a basal, y el porcentaje de pacientes con recuperación >360 min se redujo a 12 meses[13].

En el ECA paralelo de 12 meses realizado por Mok et al. (2025), el tiempo de recuperación postdiálisis aumentó en el grupo control en mediciones intermedias, mientras que se mantuvo estable en MCO-HD; no se reportaron diferencias entre grupos para este desenlace[23].

#### *10.2.3.2.4 Función renal residual, albúmina y otros desenlaces clínicamente relevantes.*

En el ECA multicéntrico de 12 meses realizado por Lim et al. (2025; THREAD), el desenlace primario fue el cambio en tasa de filtración glomerular medida por orina de 24 h, reportándose una diferencia de cambio a 12 meses de -1.4 mL/min/1.73 $m^2$ (IC95% -2.4 a -0.5), consistente con menor declive en el grupo HDx[22].

En relación con albúmina, en el estudio longitudinal de dispositivo realizado por Krishnasamy et al. (2020) el cambio en albúmina predialítica entre semanas 4 y 28 no fue significativo (-0.7 g/L; IC95% -1.5 a 0.1; p=0.1), sin reducciones sostenidas >25% reportadas. En el estudio piloto cruzado realizado por Cozzolino et al. (2019), se observó reducción mediana de albúmina (-0.45 g/dL; p=0.025), sin requerimiento de infusión de albúmina; además, se reportaron menos episodios de infección durante HDx (7) que durante hemodiálisis convencional de alto flujo (18). En Cho et al. (2022), el análisis seriado mostró albúmina promedio menor en el grupo MCO frente a HF (diferencia media -0.180; p=0.001), sin diferencias en la tendencia temporal[24–26,29].

Para anemia y uso de eritropoyetina, en el estudio prospectivo con asignación por disponibilidad realizado por Sahutoglu et al. (2024) (6 meses; n=50), no se observaron diferencias significativas entre HDx y alto flujo en hemoglobina, dosis semanal de ESA ajustada a peso ni en el índice de resistencia a eritropoyetina. En

Sanabria et al. (2021) se documentó disminución de la mediana mensual de epoetina alfa y del hierro intravenoso durante el periodo en HDx[17,27].

En estudios centrados en desenlaces intermedios, el ECA cruzado realizado por Belmouaz et al. (2020) reportó mayores razones de reducción de mioglobina y otras moléculas medianas con HDx frente a HF-HD; el subestudio del ECA cruzado realizado por Armani et al. (2023) no mostró diferencias atribuibles al tratamiento en niveles séricos de leptina, con cambios en el tiempo en ambos periodos[28,30].

## 11. Discusión

De acuerdo con los resultados obtenidos, la modalidad HDx frente a HDF mostró un patrón de ausencia de diferencias en parámetros de evaluación cardiovascular como velocidad de onda de pulso y ecocardiografía, así como en la mortalidad global y cardiovascular. Además, la modalidad HDx mostró menos eventos cardiovasculares, hospitalizaciones, síntomas relacionados con diálisis, calidad de vida y marcadores nutricionales, lo que sugiere una mejores desenlaces clínicos conforme lo evaluado[31,32].

Esta equivalencia clínica es congruente ya que, incluso cuando se contrasta HDF contra hemodiálisis convencional, los cambios en marcadores cardiovasculares subrogados (masa ventricular izquierda, fracción de eyección, rigidez arterial) no han sido consistentes a través de ensayos aleatorizados, de modo que el efecto estructural o hemodinámico puede ser pequeño o requerir mayor tiempo de exposición para hacerse evidente[31].

Del mismo modo, la evidencia clínica de HDF sobre mortalidad ha sido heterogénea (con reducción en algunos escenarios y ausencia de diferencia global en otros), lo que sugiere que el impacto en desenlaces duros depende de la “dosis” convectiva, el riesgo basal y el seguimiento, por lo que no resulta inesperado que HDx y HDF se comporten de forma comparable a 12 meses en la mayoría de variables clínicas[5,7,32].

El hallazgo discordante de menor incremento del puntaje de calcio coronario con HDx podría estar más influido por determinantes del balance mineral o por la propensión sérica a calcificar que por la modalidad per se, ya que intervenciones farmacológicas en hemodiálisis han modificado la progresión de calcificación coronaria y valvular, mientras que la reducción de eventos cardiovasculares no siempre se observa, obligando a interpretar el calcio coronario como desenlace subrogado sensible a confusión, variabilidad biológica y azar en tamaños de muestra reducidos[33–36].

Pese a esto, que HDx logre reducción de moléculas medianas sin diferencias en seguridad o eficacia global es coherente con estudios clínicos donde membranas de corte medio (MCO) incrementan la eliminación de toxinas de peso molecular intermedio mediante una combinación de difusión y filtración interna, acercando su rendimiento al de técnicas convectivas sin requerir sustitución[37–39].

En la comparación HDx vs hemodiálisis de alto flujo, los estudios incluidos reportaron de forma consistente una mayor depuración de solutos intermedios con HDx, aunque con incremento de la pérdida de albúmina en el efluente, generalmente sin cambios relevantes en la albúmina sérica; este perfil concuerda con evidencia clínica de que las membranas MCO aumentan el aclaramiento de moléculas medianas a costa de una pérdida dialítica limitada de albúmina que no siempre se traduce en hipoalbuminemia, probablemente por compensación por síntesis o redistribución y por el comportamiento cinético de varios solutos[37,38].

La heterogeneidad en resultados reportados por el paciente como el tiempo de recuperación, síntomas físicos y calidad de vida (mejoría en algunos estudios longitudinales y ausencia de diferencia en otros ensayos) es compatible con la naturaleza multifactorial de la fatiga posdiálisis (por ejemplo, ultrafiltración e inestabilidad hemodinámica, además de toxinas), y con que aumentos de depuración intradiálisis no necesariamente se traducen en descensos sostenidos prediálisis por redistribución o producción continua[37,39].

En este contexto, se ha observado que incluso en ensayos controlados de estrategias convectivas frente a alto flujo, el tiempo de recuperación puede no mejorar de manera uniforme, resaltando que los PRO dependen del contexto clínico, la comorbilidad y el comparador[40–42].

En cuanto a la mejoría de síntomas y parámetros específicos, existen estudios en humanos donde el uso de MCO se asocia con cambios favorables en marcadores inflamatorios y de estrés oxidativo, lo que podría contribuir a menor carga de síntomas aun cuando algunos ensayos no detecten cambios en los biomarcadores seleccionados[43,44].

La mejoría de prurito descrita tras el cambio a HDx también es coherente con evidencia clínica que relaciona el prurito urémico con acumulación de toxinas urémicas (incluyendo solutos de eliminación difícil) y con peor estado clínico; por ello, una modalidad que modifique el perfil de depuración de mediadores inflamatorios o moléculas medianas podría modular este síntoma, aunque el vínculo causal específico requiere confirmación[43,45].

Asimismo, la ausencia de cambios en leptina pese a mejoras en otros solutos intermedios puede explicarse por cinética de distribución (gran compartimento extravascular), producción continua y/o unión a proteínas, de modo que no todas las moléculas medianas muestran descensos sostenidos con cambios de membrana aunque aumente la reducción intradiálisis[37,39].

Respecto a desenlaces duros, la ausencia de diferencias en mortalidad observada en varios estudios de HDx vs alto flujo, pese a señales de menor hospitalización y menos eventos cardiovasculares no fatales en algunas cohortes, es congruente con la experiencia previa de que incrementar la dosis o “intensidad” dialítica, o el tipo de membrana no garantiza reducir mortalidad en ensayos grandes, por lo que los beneficios pueden manifestarse antes como reducción de morbilidad o requerir ensayos con tamaño de muestra mayor así como mayor tiempo de seguimiento para evidenciarse[2,5,46].

La ausencia de diferencias en hipotensión intradiálisis sugiere que HDx no empeora la estabilidad hemodinámica respecto a alto flujo, lo cual es relevante ya que en humanos una ultrafiltración rápida se asocia con declive de función renal residual, de modo que la preservación de función residual reportada con HDx podría depender tanto de estabilidad hemodinámica como de prácticas de ultrafiltración[47].

Dado que en cohortes incidentes de hemodiálisis la diuresis residual se asocia con menor mortalidad, mejor calidad de vida, menor inflamación y menor requerimiento de eritropoyetina, la preservación de función residual observada en algunos estudios de HDx podría contribuir a menos hospitalizaciones y mejor bienestar; sin embargo, la falta de diferencias en anemia en ensayos de ~52 semanas es

compatible con el hecho de que la magnitud de preservación sea insuficiente, el seguimiento sea corto o que dominen otros determinantes de anemia[48].

La señal de menor tasa de infecciones debe interpretarse con cautela debido a la baja frecuencia de eventos y posible variación aleatoria, aunque es compatible con la hipótesis de que una menor inflamación crónica con MCO podría asociarse a un perfil inmunitario o metabólico más estable[43,44].

## 12. Limitaciones y nuevas perspectivas

Una limitación de la evidencia disponible es la notoria heterogeneidad metodológica entre estudios (ECA abiertos, diseños cruzados, antes-después y cohortes retrospectivas con ponderación por propensión), lo que aumenta el riesgo de sesgo por falta de cegamiento, confusión residual y regresión a la media, especialmente para desenlaces como síntomas, prurito y calidad de vida. Además, varios estudios incluyeron tamaños muestrales pequeños y seguimientos relativamente cortos (semanas a aproximadamente12 meses, con pocos datos más allá), por lo que la capacidad para detectar diferencias en desenlaces duros (mortalidad, eventos cardiovasculares adjudicados) es limitada y los hallazgos “positivos” en eventos poco frecuentes pueden ser inestables. También existe variabilidad clínica relevante en el “comparador”: HDF depende de la dosis convectiva efectiva y del desempeño de la técnica (p. ej., volúmenes convectivos, anticoagulación, accesos vasculares), mientras que en alto flujo y HDx pueden diferir el tipo de dializador, superficies, flujos y objetivos de ultrafiltración; esta variación puede diluir diferencias reales o generar aparentes similitudes. Por último, algunos desenlaces empleados son subrogados o intermedios (p. ej., depuración de moléculas medianas, puntaje de calcio coronario, albúmina en efluente), cuya traducción a beneficios clínicos sostenidos no es directa, y la evaluación de seguridad (pérdida de albúmina, infecciones, estabilidad hemodinámica) puede quedar subpotenciada por baja frecuencia de eventos y mediciones no estandarizadas.

Esto podría justificar priorizar ensayos pragmáticos y multicéntricos con poder suficiente y seguimiento prolongado que comparen HDx vs HDF y vs alto flujo con prescripciones estandarizadas y, en el caso de HDF, con control explícito de la dosis convectiva, para reducir la contaminación por variabilidad técnica. Además de ser necesario definir un conjunto mínimo de desenlaces clínicos y centrados en el paciente (hospitalización total y por causa, eventos cardiovasculares con adjudicación, mortalidad, tiempo de recuperación, prurito, sueño y fatiga), usando instrumentos consistentes y puntos de corte clínicamente interpretables, de modo que los resultados sean comparables entre estudios y útiles para decisiones.

Asimismo, hace falta clarificar qué subgrupos podrían beneficiarse más (pacientes con alta carga inflamatoria, prurito refractario, fragilidad, o con mayor riesgo de pérdida de función renal residual) y cómo equilibrar el potencial beneficio por mayor depuración de moléculas medianas frente al riesgo de pérdidas de albúmina a largo plazo (incluyendo evaluación nutricional longitudinal). Finalmente, de ser posible, podrían incorporarse análisis de costo-efectividad y de implementación (recursos, logística, requisitos de agua/monitorización, adherencia y preferencias del paciente), lo cual ayudaría a determinar si HDx debe verse como alternativa equivalente, escalón intermedio o competidor directo de HDF en distintos contextos de práctica real.

## 13. Conclusiones

La hemodiálisis expandida (HDx) mostró, en comparación con hemodiálisis de alto flujo (HF-HD), menor carga de hospitalización (reducción de tasa y/o de días de hospitalización) y menor tasa de eventos cardiovasculares no fatales en la evidencia observacional de mayor tamaño, mientras que no se observaron diferencias consistentes en mortalidad.

En desenlaces hemodinámicos, HDx presentó tolerancia similar a HF-HD, sin diferencias relevantes en hipotensión intradiálisis.

En desenlaces centrados en el paciente, HDx mostró mejoría en algunos dominios físicos de calidad de vida y reducción de prurito en ensayos a corto plazo, además de menor tiempo de recuperación postdiálisis en estudios antes–después.

En seguridad/nutrición, los cambios en albúmina fueron heterogéneos (desde ausencia de cambios clínicamente relevantes hasta descensos modestos), sin una señal uniforme de daño.

Frente a hemodiafiltración (HDF), la evidencia directa es escasa y en general sugiere resultados similares entre HDx y HDF para parámetros vasculares y ecocardiográficos, con hallazgos aislados en calcio coronario; por ello, las conclusiones comparativas con HDF deben interpretarse con mayor cautela.

## 15. Bibliografía


1. Bratsiakou A, Papasotiriou M, Davoulou P, Georgopoulou GA, Papachristou E, Goumenos DS. Efficacy of Expanded Hemodialysis and Comparison with Standard Hemodialysis and Online Hemodiafiltration. International Journal of Molecular Sciences. enero de 2025;26(12):5747.

2. Eknoyan G, Beck GJ, Cheung AK, Daugirdas JT, Greene T, Kusek JW, et al. Effect of Dialysis Dose and Membrane Flux in Maintenance Hemodialysis. New England Journal of Medicine. diciembre de 2002;347(25):2010-9.

3. El-Wakil HS, Abou-Zeid AA, El-Gohary IE, Abou El-Seoud NA, Abou El-Yazeed MA, El-Leithy MA. Effect of High Flux versus Low Flux Hemodialysis on Serum Beta-2 Microglobulin, Advanced Oxidation Protein Products and Protein Carbonyl. Alexandria Journal of Medicine. marzo de 2011;47(1):37-42.

4. Palmer SC, Rabindranath KS, Craig JC, Roderick PJ, Locatelli F, Strippoli GF. High-flux versus Low-flux Membranes for End-stage Kidney Disease - Palmer, SC - 2012 Cochrane Library.

5. Maduell F, Moreso F, Pons M, Ramos R, Mora-Macià J, Carreras J, et al. High-Efficiency Postdilution Online Hemodiafiltration Reduces All-Cause Mortality in Hemodialysis Patients. Journal of the American Society of Nephrology. marzo de 2013;24(3):487.

6. Maduell F, Moreso F, Mora-Macià J, Pons M, Ramos R, Carreras J, et al. Reanálisis Del Estudio ESHOL: Mortalidad Por Todas Las Causas Considerando Riesgos de Competición y Tiempo-Dependientes Para Trasplante Renal. Nefrología. marzo de 2016;36(2):156-63.

7. Ok E, Asci G, Toz H, Ok ES, Kircelli F, Yilmaz M, et al. Mortality and Cardiovascular Events in Online Haemodiafiltration (OL-HDF) Compared with High-Flux Dialysis: Results from the Turkish OL-HDF Study. Nephrology Dialysis Transplantation. enero de 2013;28(1):192-202.

8. García-Prieto A, de la Flor JC, Coll E, Iglesias E, Reque J, Valga F. Expanded Hemodialysis: What's up, Doc? Clinical Kidney Journal. julio de 2023;16(7):1071-80.

9. Jonny J, Teressa M. Expanded Hemodialysis: A New Concept of Renal Replacement Therapy. Journal of Investigative Medicine: The Official Publication of the American Federation for Clinical Research. enero de 2023;71(1):38-41.

10. Kosmadakis G, Necoara A, Baudenon J, Deville C, Enache I, Chelaru E. The Multidimensional Impact of Expanded Hemodialysis: A Comprehensive Review. Seminars in Dialysis. 2025;38(3):176-86.

11. Ronco. Expanded Hemodialysis: Innovative Clinical Approach in Dialysis. S.Karger AG; 2017.

12. Lee JL MJ; Jeon. Cardiovascular Risk Comparison between Expanded Hemodialysis Using Theranova and Online Hemodiafiltration (CARTOON): A Multicenter Randomized Controlled Trial. SCIENTIFIC REPORTS. 11(1).

13. Bolton LM R; Nilsson. Clinical Assessment of Dialysis Recovery Time and Symptom Burden: Impact of Switching Hemodialysis Therapy Mode. PATIENT-RELATED OUTCOME MEASURES. 12(101551170):315-21.

14. Belmouaz FS G; Joly. Comparison of High-Flux, Super High-Flux, Medium Cut-Off Hemodialysis and Online Hemodiafiltration on the Removal of Uremic Toxins. BLOOD PURIFICATION. 52(3):309-17.

15. Molano AP, Hutchison CA, Sanchez R, Rivera AS, Buitrago G, Dazzarola MP, et al. Medium Cutoff Versus High-Flux Hemodialysis Membranes and Clinical Outcomes: A Cohort Study Using Inverse Probability Treatment Weighting. Kidney Medicine. febrero de 2022;4(4):100431.

16. Ariza JG; Walton SM; Suarez AM; Sanabria M; Vesga JI. An Initial Evaluation of Expanded Hemodialysis on Hospitalizations, Drug Utilization, Costs, and Patient Utility in Colombia. 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. 25(5):621-7.

17. Sanabria JA CA; Vesga. Expanded Hemodialysis and Its Effects on Hospitalizations and Medication Usage: A Cohort Study. NEPHRON. 145(2):179-87.

18. Silva MVR; Carvalho AB; Manfredi SR; Cassiolato JL; Canziani MEF. Effect of Medium Cut-off and High-Flux Hemodialysis Membranes on Blood Pressure Assessed by Ambulatory Blood Pressure Monitoring. Artificial organs. 48(5):433-43.

19. Ozarli YC H; Sener. Effects of a Medium Cut-off Dialyzer on Inflammation and Cardiac and Vascular Function in Hemodialysis Patients with Heart Failure. 28(3):326-35.

20. Lim JC Y; Yook. Medium Cut-off Dialyzer Improves Erythropoiesis Stimulating Agent Resistance in a Hepcidin-Independent Manner in Maintenance Hemodialysis

Patients: Results from a Randomized Controlled Trial. SCIENTIFIC REPORTS. 10(1).

21. Penny FL P; Salerno. Impact of Expanded Hemodialysis Using Medium Cut-off Dialyzer on Quality of Life: Application of Dynamic Patient-Reported Outcome Measurement Tool. KIDNEY MEDICINE. 3(6):992-+.

22. Lim JH, Seo YJ, Jeon Y, Jeon YH, Jung HY, Choi JY, et al. Expanded Hemodialysis with Theranova Dialyzer and Residual Kidney Function in Patients Starting Long-Term Hemodialysis: A Randomized Controlled Trial. Journal of the American Society of Nephrology. agosto de 2025;36(8):1614.

23. Mok MMY, Yung S, Kwan LPY, Yip TPS, Lui SL, Chan TM. Expanded Hemodialysis with Theranova Compared with Conventional High-Flux Hemodialysis. Kidney360. marzo de 2025;6(7):1143-57.

24. Cho NJ; Jeong SH; Lee KY; Yu JY; Park S; Lee EY; Gil HW. Clinical Safety of Expanded Hemodialysis Compared with Hemodialysis Using High-Flux Dialyzer during a Three-Year Cohort. Journal of clinical medicine. 11(8).

25. Cozzolino PC L; Ciceri. SP464Medium Cut-Off (Theranova(R)) Dialyzer Reduces the Number of Infections in Hemodialysis Patients: A Prospective, Cross-over Study. 34.

26. Krishnasamy MR CM; Jardine. A tRial Evaluating Mid Cut-Off Value Membrane Clearance of Albumin and Light Chains in HemoDialysis Patients: A Safety Device Study. BLOOD PURIFICATION. 49(4):468-78.

27. Sahutoglu FN Osman; Avsar. Theranova versus FX80: The Impact on Anemia Management in Hemodialysis. The International journal of artificial organs. 47(4):260-8.

28. Armani MV AB; Silva. Effect of Hemodialysis with Medium Cut-Off versus High-Flux Membranes on Endothelial Function of Patients with Chronic Kidney Disease. BLOOD PURIFICATION. 53(7):565-73.

29. Krishnasamy MR CM; Jardine. Design and Methods of the REMOVAL-HD Study: A tRial Evaluating Mid Cut-Off Value Membrane Clearance of Albumin and Light Chains in HaemoDialysis Patients. BMC NEPHROLOGY. 19.

30. Belmouaz M, Bauwens M, Hauet T, Bossard V, Jamet P, Joly F, et al. Comparison of the Removal of Uraemic Toxins with Medium Cut-off and High-Flux

Dialysers: A Randomized Clinical Trial. Nephrology Dialysis Transplantation. febrero de 2020;35(2):328-35.

31. Mostovaya IM, Bots ML, Van Den Dorpel MA, Grooteman MPC, Kamp O, Levesque R, et al. A Randomized Trial of Hemodiafiltration and Change in Cardiovascular Parameters. Clinical Journal of the American Society of Nephrology. marzo de 2014;9(3):520-6.

32. Grooteman MPC, Van Den Dorpel MA, Bots ML, Penne EL, Van Der Weerd NC, Mazairac AHA, et al. Effect of Online Hemodiafiltration on All-Cause Mortality and Cardiovascular Outcomes. Journal of the American Society of Nephrology. junio de 2012;23(6):1087-96.

33. Chertow GM, Burke SK, Raggi P, For The Treat To Goal Working Group. Sevelamer Attenuates the Progression of Coronary and Aortic Calcification in Hemodialysis Patients. Kidney International. julio de 2002;62(1):245-52.

34. Raggi P, Chertow GM, Torres PU, Csiky B, Naso A, Nossuli K, et al. The ADVANCE Study: A Randomized Study to Evaluate the Effects of Cinacalcet plus Low-Dose Vitamin D on Vascular Calcification in Patients on Hemodialysis. Nephrology Dialysis Transplantation. abril de 2011;26(4):1327-39.

35. Dekker M, Pasch A, Van Der Sande F, Konings C, Bachtler M, Dionisi M, et al. High-Flux Hemodialysis and High-Volume Hemodiafiltration Improve Serum Calcification Propensity. Schneditz D, editor. PLOS ONE. abril de 2016;11(4):e0151508.

36. Ogata H, Fukagawa M, Hirakata H, Kagimura T, Fukushima M, Akizawa T, et al. Effect of Treating Hyperphosphatemia With Lanthanum Carbonate vs Calcium Carbonate on Cardiovascular Events in Patients With Chronic Kidney Disease Undergoing Hemodialysis: The LANDMARK Randomized Clinical Trial. JAMA. 2021;325(19):1946.

37. Kirsch AH, Lyko R, Nilsson LG, Beck W, Amdahl M, Lechner P, et al. Performance of Hemodialysis with Novel Medium Cut-off Dialyzers. Nephrology Dialysis Transplantation. enero de 2017;32(1):165-72.

38. García-Prieto A, Vega A, Linares T, Abad S, Macías N, Aragoncillo I, et al. Evaluation of the Efficacy of a Medium Cut-off Dialyser and Comparison with Other High-Flux Dialysers in Conventional Haemodialysis and Online Haemodiafiltration. Clinical Kidney Journal. octubre de 2018;11(5):742-6.

39. Macías N, Vega A, Abad S, Aragoncillo I, García-Prieto AM, Santos A, et al. Middle Molecule Elimination in Expanded Haemodialysis: Only Convective Transport? Clinical Kidney Journal. junio de 2019;12(3):447-55.

40. Smith JR, Zimmer N, Bell E, Francq BG, McConnachie A, Mactier R. A Randomized, Single-Blind, Crossover Trial of Recovery Time in High-Flux Hemodialysis and Hemodiafiltration. American Journal of Kidney Diseases. junio de 2017;69(6):762-70.

41. Morena M, Jaussent A, Chalabi L, Leray-Moragues H, Chenine L, Debure A, et al. Treatment Tolerance and Patient-Reported Outcomes Favor Online Hemodiafiltration Compared to High-Flux Hemodialysis in the Elderly. Kidney International. junio de 2017;91(6):1495-509.

42. Pecoits-Filho R, Larkin J, Poli-de-Figueiredo CE, Cuvello-Neto AL, Barra ABL, Gonçalves PB, et al. Effect of Hemodiafiltration on Measured Physical Activity: Primary Results of the HDFIT Randomized Controlled Trial. Nephrology Dialysis Transplantation. 2021;36(6):1057-70.

43. Zickler D, Schindler R, Willy K, Martus P, Pawlak M, Storr M, et al. Medium Cut-Off (MCO) Membranes Reduce Inflammation in Chronic Dialysis Patients—A Randomized Controlled Clinical Trial. Eller K, editor. PLOS ONE. enero de 2017;12(1):e0169024.

44. Yeter HH, Korucu B, Akcay OF, Derici K, Derici U, Arinsoy T. Effects of Medium Cut-off Dialysis Membranes on Inflammation and Oxidative Stress in Patients on Maintenance Hemodialysis. International Urology and Nephrology. septiembre de 2020;52(9):1779-89.

45. Yamamoto S, Tanaka T, Omori K, Ei I, Kikuchi K, Konagai A, et al. Pruritus and Protein-Bound Uremic Toxins in Patients Undergoing Hemodialysis: A Cross-Sectional Study. Clinical Kidney Journal. enero de 2024;17(1):sfae007.

46. Locatelli F, Martin-Malo A, Hannedouche T, Loureiro A, Papadimitriou M, Wizemann V, et al. Effect of Membrane Permeability on Survival of Hemodialysis Patients. Journal of the American Society of Nephrology. marzo de 2009;20(3):645-54.

47. Lee Y, Okuda Y, Sy J, Kim SR, Obi Y, Kovesdy CP, et al. Ultrafiltration Rate Effects Declines in Residual Kidney Function in Hemodialysis Patients. American Journal of Nephrology. 2019;50(6):481-8.

48. Shafi T, Jaar BG, Plantinga LC, Fink NE, Sadler JH, Parekh RS, et al. Association of Residual Urine Output With Mortality, Quality of Life, and Inflammation in Incident Hemodialysis Patients: The Choices for Healthy Outcomes in Caring for End-Stage Renal Disease (CHOICE) Study. American Journal of Kidney Diseases. agosto de 2010;56(2):348-58.

Anexo 2: Cuadro de descriptores empleados

| PALABRA CLAVE | DECS | SINÓNIMOS | MESH | SYNONYMS | DEFINITION |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.-Diálisis expandida | Terapia de Reemplazo Renal Continuo | CAVHD<br>CVVHD<br>CVVHDF<br>Hemodiafiltración Veno-Venosa Continua<br>Hemodiafiltración Venovenosa Continua<br>Hemodiálisis Veno-Venosa Continua<br>Hemodiálisis Venovenosa Continua<br>Hemofiltración Arteriovenosa Continua<br>Hemofiltración Veno-Venosa Continua<br>Hemofiltración Venovenosa Continua<br>Procedimiento de Reemplazo | Continuous Renal Replacement Therapy | CRRT Technique<br>Continuous Renal Replacement Procedure<br>Continuous RRT<br>Continuous RRTs<br>RRT, Continuous<br>Hemofiltration, Continuous Arteriovenous<br>Arteriovenous Hemofiltration, Continuous<br>Continuous Arteriovenous Hemofiltration<br>Continuous Arteriovenous Hemofiltrations<br>Continuous Arterio- | Procedures with continuous blood purification (e.g., dialysis, filtration or perfusion) via vascular access designed to mimic kidney function in kidney diseases (e.g., ACUTE RENAL FAILURE and poisoning). |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Renal Continuo<br><br>RRT Continuo<br><br>Técnica CRRT<br><br>Técnica CVVH<br><br>Técnica SCUF<br><br>Ultrafiltración Arteriovenosa Continua<br><br>Ultrafiltración Lenta Continua | | Venous Ultrafiltration<br><br>Arterio-Venous Ultrafiltration, Continuous<br><br>Continuous Arterio Venous Ultrafiltration<br><br>Continuous Arterio-Venous Ultrafiltrations<br><br>Ultrafiltration, Continuous Arterio-Venous<br><br>CAVHD | |
| 2.- Hemodiafiltración | Hemodiafiltración | Biofiltración Libre de Acetato | Hemodiafiltration | Acetate-Free Biofiltration<br><br>Acetate Free Biofiltration<br><br>Acetate-Free Biofiltrations<br><br>Biofiltrations, Acetate-Free<br><br>Biofiltration, Acetate-Free<br><br>Biofiltration, Acetate Free | The combination of hemodialysis and hemofiltration either simultaneously or sequentially. Convective transport (hemofiltration) may be better for removal of larger molecular weight substances and |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | diffusive transport (hemodialysis) for smaller molecular weight solutes. |
| 3.-Diálisis de alto flujo | Diálisis de alto flujo | NA | High-flux dialyzer | NA | Type of hemodialysis with an ultrafiltration coefficient greater than 12 mL/h/mm Hg |
| 4.- Desenlace cllínico | Desenlaces cllínico | NA | Clinical outcome | NA | Measurable change in a patient's health, function, or quality of life that results from a disease, medical intervention, or care. |



Desenlaces clínicos asociados a hemodiálisis expandida versus hemodiafiltración y/o hemodiálisis de alto flujo en pacientes adultos con ERC en terapia de reemplazo renal © 2026 por Cristian Emmanuel Barajas Hernández se distribuye bajo Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International. Para ver una copia de esta licencia, visite https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/