

Aplicaciones de la inteligencia artificial en la enfermería nefrológica: revisión integrativa de las herramientas predictivas y de gestión clínica

Kenny Santiago Cuacialpud-Marin^{1,2}, Sofía Serna-Yepez^{1,3}, Claudia Yaneth Rodriguez-Triviño¹

¹ Grupo Promesa. Escuela de Enfermería. Facultad de Salud. Universidad del Valle. Colombia

² RCS Renal Care Services. Colombia

³ Unidad Renal. Clínico Rey David COSMITET. Colombia

Como citar este artículo:

Cuacialpud-Marin KS, Serna-Yepez S, Rodriguez-Triviño CY. Aplicaciones de la inteligencia artificial en la enfermería nefrológica: revisión integrativa de las herramientas predictivas y de gestión clínica. *Enferm Nefrol.* 2025;28(3):201-15

Correspondencia:

Claudia Yaneth Rodriguez Triviño
ksantiagomarin@gmail.com

Recepción: 24-03-25

Aceptación: 01-07-25

Publicación: 30-09-25

RESUMEN

Introducción: La introducción de la inteligencia artificial, en el área de la nefrología, proporciona una nueva perspectiva para analizar datos en tiempo real mediados por tecnología.

Objetivos: Determinar las aplicaciones de la inteligencia artificial en la práctica de la enfermería nefrológica y caracterizar herramientas predictivas, diagnósticas y de gestión clínica dirigidas a pacientes con enfermedad renal.

Metodología: Se realizó una revisión integrativa de literatura siguiendo la declaración PRISMA. Se buscaron artículos originales sin límite temporal en MEDLINE, EBSCO, Cochrane y LILACS, usando combinaciones de términos relacionados con inteligencia artificial, enfermería y nefrología. Se incluyeron estudios observacionales, experimentales y ensayos clínicos en población adulta, publicados en inglés, español o portugués. Se excluyeron desarrollos robóticos, pacientes gineco-obstétricas y revisiones previas. Dos revisores extrajeron de forma independiente datos sobre diseño, muestra, intervenciones, comparadores y resultados principales, aplicando guías CASPe para evaluar la calidad metodológica.

Resultados: De 279 registros iniciales, 30 estudios cumplieron los criterios de inclusión. Se agruparon en dos categorías: 16 trabajos en herramientas predictivas y diagnósticas, y 14 en mejora de atención y gestión clínica (sistemas de clasificación de pacientes, alertas tempranas, optimización de diálisis y prevención de readmisiones). La mayoría mostró superioridad

de modelos de aprendizaje automático y deep learning frente a enfoques tradicionales.

Conclusiones: La inteligencia artificial aplicada en enfermería nefrológica demuestra un rendimiento prometedor en predicción y diagnóstico, así como en la optimización de procesos asistenciales. Se requieren estudios de implementación clínica y evaluaciones costo-efectivas para consolidar su integración en la práctica diaria y maximizar sus beneficios.

Palabras clave: inteligencia artificial; aprendizaje automático; enfermedades renales; enfermería nefrológica; sistemas de apoyo a la decisión clínica computarizados; revisión de literatura.

ABSTRACT

Applications of Artificial Intelligence in Nephrology Nursing: An Integrative Review of Predictive and Clinical Management Tools

Introduction: The introduction of artificial intelligence (AI) into the field of nephrology offers a new perspective for analysing technology-mediated real-time data.

Objectives: To determine the applications of artificial intelligence in nephrology nursing practice and to characterise

predictive, diagnostic, and clinical management tools aimed at patients with kidney disease.

Methodology: AWe conducted an integrative literature review in accordance with the PRISMA statement. Original articles with no time restriction were searched in MEDLINE, EBSCO, Cochrane, and LILACS using combinations of terms related to artificial intelligence, nursing, and nephrology. Observational studies, experimental studies, and clinical trials in adult populations published in English, Spanish, or Portuguese were included. Excluded were robotic developments, gynaecological-obstetric patients, and previous reviews. Two reviewers independently extracted data on study design, sample, interventions, comparators, and main outcomes, applying CASPe guidelines to assess methodological quality.

Results: From 279 initial records, 30 studies met the inclusion criteria. They were grouped into 2 categories: 16 studies on predictive and diagnostic tools, and 14 on improved care and clinical management (patient classification systems, early warning systems, dialysis optimisation, and readmission prevention). Most demonstrated the superiority of machine learning and deep learning models compared with traditional approaches.

Conclusions: AI applied to nephrology nursing shows promising performance in prediction and diagnosis, as well as in the optimisation of care processes. Clinical implementation studies and cost-effectiveness evaluations are needed to consolidate its integration into daily practice and maximise its benefits.

Keywords: artificial intelligence; machine learning; kidney diseases; nephrology nursing; computerised clinical decision support systems; literature review.

INTRODUCCIÓN

La inteligencia artificial (IA) se refiere a la capacidad que poseen algoritmos codificados en medios tecnológicos para aprender con el fin de realizar tareas automatizadas que no requieren la interacción humana en cada etapa del proceso¹. La IA es una rama de la ingeniería y la informática que se dedica al diseño y programación de herramientas que imitan la sinapsis neuronal con un código binario de comandos para acercarse a la capacidad humana de aprender, razonar y autocorregirse².

Actualmente, la búsqueda de herramientas y procesos que permitan facilitar y mejorar la calidad de vida ha penetrado todos los campos, incluyendo las ciencias de la salud, el cual continúa en transformación³. Dentro de las ventajas que ofrece la aplicación de IA se encuentran la capacidad de aumentar las competencias de los prestadores de atención en salud incluyendo el apoyo en diagnóstico, la optimización de los planes de tratamiento a través de la individualización de cada persona o apoyando los procesos financieros dentro del mar-

co de los sistemas de salud. Esto permite mejorar los servicios ofertados a la población^{1,2}.

La enfermedad renal crónica (ERC) es la sexta causa de muerte a nivel mundial. Afecta cerca del 10% de la población, se estima que 850 millones de personas en el mundo padecen de ERC y es responsable de al menos 2,4 millones de muertes al año, mientras que la lesión renal aguda, precursora de la ERC, afecta a más de 13 millones de personas en el mundo⁴. En Latinoamérica la incidencia promedio es de 162 pacientes por millón de habitantes⁵. América Latina tiene la tasa de mortalidad más alta de ERC en el mundo y es la segunda causa más importante de años de vida perdidos⁴ y representa una elevada carga de enfermedad para la persona víctima de esta enfermedad, su familia, la sociedad y el sistema de salud⁴.

En el área de la nefrología, la aplicación de herramientas basadas en IA es incipiente, han logrado un impacto en todo el proceso de atención (prevención, diagnóstico, tratamiento y seguimiento) de personas con enfermedad renal. La presente revisión identificó las aplicaciones de la IA en el campo de la enfermería nefrológica. La importancia de la aplicación de las IAs radica en su capacidad para analizar grandes cantidades de datos y extraer información útil que puede ayudar a los profesionales de la salud a tomar decisiones más precisas e informadas².

Para el campo de la Enfermería Nefrológica (EN), conocer las aplicaciones de la IA permitirá una planificación más óptima de los planes de atención de las personas más efectivos e individualizados, al identificar los riesgos y las necesidades y liberar tiempos de actividades administrativas que se pueden invertir en el cuidado directo de Enfermería⁶.

Este estudio tuvo como objetivo determinar las aplicaciones de la IA en la práctica de la EN y caracterizar herramientas predictivas, diagnósticas y de gestión clínica dirigidas al cuidado de personas con enfermedad renal. Para ello, se planteó la siguiente pregunta de revisión: ¿cuáles son las aplicaciones de la IA para la práctica de la EN y qué herramientas basadas en IA se han desarrollado para el cuidado a las personas con enfermedad renal?

METODOLOGÍA

Diseño

Se realizó una revisión integrativa de literatura para orientar la búsqueda de las publicaciones e investigaciones más actualizadas, basada en las recomendaciones de la declaración PRISMA 2020⁷.

Criterios de elegibilidad

Se seleccionaron estudios que abordaran la aplicación de la IA en el ámbito de las ciencias de la salud, con diseños observacionales o experimentales en población adulta y que incluyeran aspectos de cuidado de enfermería, sin restricción temporal y publicados en inglés, español o portugués. Se excluyeron aquellos trabajos centrados en desarrollos de robótica o me-

catrónica, estudios realizados en pacientes gineco-obstétricas y revisiones de la literatura previas.

Fuentes de información

Para la búsqueda bibliográfica, se realizó una revisión de artículos originales indexados en las bases de datos EBSCO, MEDLINE, Biblioteca Cochrane y LILACS que se realizó en febrero de 2024.

Estrategia de búsqueda

La construcción de la pregunta de investigación se realizó mediante la estrategia PICO, la cual permitió la elaboración de las siguientes ecuaciones de búsqueda: "Artificial Intelligence" AND "Nursing Care", "Artificial Intelligence" AND "Kidney Disease", "Artificial Intelligence AND Nephrology" en inglés; y "Inteligencia artificial" AND "Cuidado de Enfermería", "Inteligencia artificial" AND "Enfermedad Renal", "Inteligencia Artificial" AND "Nefrología" en español. La estrategia de búsqueda incluyó las siguientes ecuaciones con términos DeCS / MeSH ("Artificial Intelligence"[Mesh]) AND "Nursing Care"[Mesh], ("Artificial Intelligence") AND "Nursing Care", "artificial intelligence" AND "nursing", ("Artificial Intelligence") AND "kidney", "artificial intelligence" AND "kidney disease",("Kidney Diseases"[Mesh]) AND "Artificial Intelligence"[Mesh]. Se aplicaron los siguientes filtros: estudios en humanos y estudios originales, se excluyeron los preprints. No se aplicaron filtros temporales de publicación.

Análisis de la calidad de los estudios

La lectura de los artículos incluidos se llevó a cabo de forma independiente por los autores, aplicando las guías de evaluación metodológica más adecuadas según el diseño de cada estudio, mediante las plantillas del Critical Appraisal Skills Programme Español (CASP). Se excluyeron aquellos artículos que no llegaban al 50% de los requerimientos recogidos en las plantillas CASP. Las discrepancias entre la evaluación de los autores fueron conciliadas mediante discusión directa entre los mismos hasta llegar a un consenso unánime, teniendo en cuenta la opinión de cada uno de los investigadores y los criterios previamente establecidos.

Extracción de datos

Los datos se extrajeron de forma sistemática y estructurada, clasificando las publicaciones en dos grupos temáticos: (1) aplicaciones de la inteligencia artificial como herramienta predictiva y diagnóstica en nefrología, y (2) aplicaciones de la inteligencia artificial en la optimización de la atención al paciente y la gestión clínica. Para cada artículo se registraron de manera estandarizada el título, los autores, el diseño metodológico, las características de la muestra, el objetivo principal y un resumen de los hallazgos más relevantes. A partir de esta base de datos, se llevó a cabo una síntesis narrativa que integró y contrastó los resultados obtenidos en ambas categorías.

RESULTADOS

Selección de los estudios

Las búsquedas electrónicas produjeron un total de 279 ti-

tulos. Se eliminaron 3 registros por estar duplicados. Tras la lectura de título y resumen se excluyeron 236 registros por no cumplir con los criterios establecidos. Se leyeron a texto completo 40 publicaciones. Se excluyeron 10 artículos que al ser evaluados con el instrumento CASPe no cumplieron con los criterios de validez metodológica. Finalmente se incluyeron 30 registros en la revisión (figura 1).

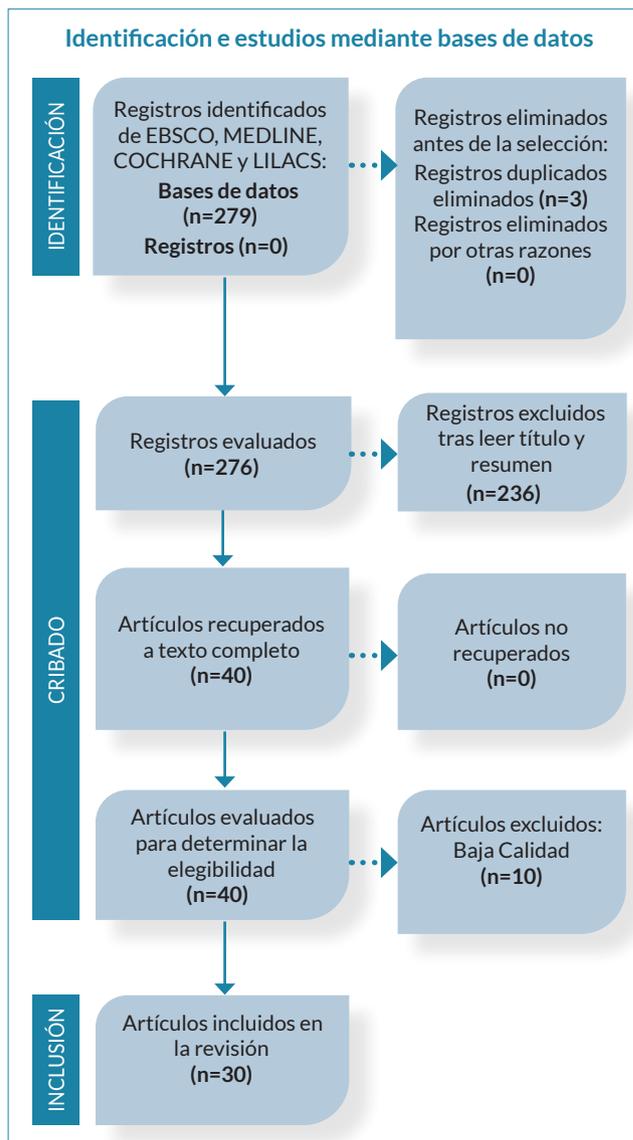


Figura 1. Diagrama de flujo de la búsqueda de artículos, basado en las recomendaciones de la declaración PRISMA.

Características de los estudios

De los 30 artículos seleccionados, 12 fueron de Asia (40%), 8 de América del Norte (27%), 9 de Europa (30%) y 1 de África (3%). Se incluyeron 9 estudios observacionales (30%), 7 ensayos clínicos aleatorizados (23%), 6 estudios multicéntricos (20%), 4 estudios comparativos (13%), 3 estudios cuasiexperimentales (10%) y 1 estudio observacional multicohorte (3%).

Resultados de los estudios individuales

En la **tabla 1** se muestran las características de los 16 estudios incluidos en la categoría de aplicación de la IA como herramienta predictiva y diagnóstica en nefrología. Las características de los 14 artículos incluidos en la categoría de aplicación de la IA en la mejora de la atención y la gestión clínica se muestran en la **tabla 2**.

Resultados de la síntesis

Aplicación de la IA como herramienta predictiva y diagnóstica en nefrología

En esta categoría se identificaron 16 estudios que investigaron el potencial de la aplicación de tecnologías basadas en IA, tanto en la predicción como en el diagnóstico precoz de enfermedades renales. Un ejemplo es el estudio realizado por

Tabla 1. Características y análisis cualitativo de los artículos incluidos relacionados con la Aplicación de la inteligencia artificial como herramienta predictiva y diagnóstica en nefrología.

Autor (año)	País	Tipo de estudio	Participantes	Intervención	Comparación	Resultado principal	CASPe
Wu X. et al ¹² 2020	China	Estudio observacional	508 personas jóvenes con hipertensión	Evaluar el riesgo cardiovascular de pacientes jóvenes con HTA a través de la aplicación de 2 nuevas técnicas de ML (RFE y XG-Boost).	Se comparó el rendimiento con el de un modelo estadístico tradicional (modelo de regresión de Cox) y un modelo clínico disponible (modelo FRS).	Un enfoque de aprendizaje automático (ML) identificó 11 variables valiosas para predecir resultados clínicos en pacientes jóvenes con hipertensión. El C estadístico del modelo ML fue de 0.757, superando a la regresión de Cox (0.723) y al modelo recalibrado de Framingham Risk Score 0.529 en la identificación de pacientes con puntos finales compuestos. El ML mostró un pronóstico clínico comparativamente fuerte y superó al modelo de Framingham para esta población específica.	100%
Roth J. et al ¹³ 2021	Suiza	Estudio multicéntrico	12.761 personas con el VIH en el Swiss HIV Cohort Study	Evaluar diferentes algoritmos de aprendizaje automático y estrategias de modelado para la predicción individual de la ERC para ejemplificar si los modelos de aprendizaje automático pueden entrenarse fácilmente en un entorno de cohorte de alta dimensión.	Modelos de regresión logística (modelos cortos) basados en predictores bien establecidos.	Se emplearon 64 variables estáticas y 502 variables de cambio temporal para predecir resultados. Los modelos ML superaron a los modelos basados en expertos, con AUC de características operativas del receptor y recall curve de precisión en el rango de 0.926 a 0.996 y 0.631 a 0.956, respectivamente, demostrando un rendimiento predictivo de última generación.	100%
Martínez D. et al ⁹ 2020	EE.UU	Estudio multicéntrico	59.792 personas	Identificar tempranamente pacientes con alto riesgo de lesión renal aguda en un servicio de urgencias aplicando un modelo de predicción basado en ML.	N/A	La incidencia de lesión renal aguda en 72 horas fue del 7.9% en estadios 1 o superiores y del 1.0% en estadios 2 o superiores. La capacidad de predicción de lesión renal aguda varió, con un AUC entre 0.74 y 0.81. La mediana de tiempo para la predicción desde la llegada a la sala de emergencias fue de 1.7 horas.	100%
De Gonzalo-Calvo D. et al ³⁰ 2020	EE.UU	Ensayo clínico	810 personas con enfermedad renal terminal que recibieron HD incluidas en el ensayo AURORA	Evaluar si los miRNAs plasmáticos podrían mejorar la predicción del riesgo cardiovascular en pacientes con enfermedad renal terminal que reciben HD.	Modelos predictivos que no tenían en cuenta miRNAs.	La inclusión de miARNs mejoró la precisión de la discriminación al inicio del seguimiento (AUC integrado [iAUC] = 0.71) en comparación con modelos sin miARNs.	90%

Autor (año)	País	Tipo de estudio	Participantes	Intervención	Comparación	Resultado principal	CASPe
Raynaud M. et al ¹⁹ 2021	Francia, Reino Unido, Italia, Bélgica, Canadá, Sudamérica	Estudio observacional multicohorte	13.608 adultos receptores de trasplantes de riñón de 18 centros académicos de trasplantes	Desarrollar un enfoque dinámico de inteligencia artificial para mejorar la estratificación del riesgo para los receptores de trasplantes de riñón mediante la generación de predicciones continuamente refinadas de supervivencia utilizando actualizaciones de datos clínicos.	N/A	Los modelos de articulación bayesiana identificaron factores de riesgo independientes para la supervivencia del aloinjerto, incluyendo el perfil inmunológico del receptor, fibrosis intersticial, atrofia tubular, inflamación del aloinjerto, eGFR y proteinuria repetidos. El modelo final mostró una alta precisión y capacidad de predicción en la cohorte de desarrollo y se validó en cohortes de Europa, Estados Unidos, Sudamérica y ensayos controlados aleatorios.	100%
Churpek M. et al ³⁴ 2020	EE.UU	Estudio multicéntrico	495.971 personas hospitalizadas entre 2008 y 2016	Para validar interna y externamente una puntuación de riesgo de aprendizaje automático para detectar AKI en pacientes hospitalizados.	N/A	Se observaron tasas variables de insuficiencia renal aguda (AKI) en diferentes cohortes, junto con las necesidades de terapia de reemplazo renal. Se evaluaron las capacidades predictivas con valores de área bajo la curva (AUC), y se encontró que un umbral de probabilidad de 0.057 permitió la anticipación de AKI en etapa 2 antes del aumento de creatinina sérica en un período de tiempo variable en las cohortes.	100%
Chan L. et al ²⁹ 2021	EE.UU	Estudio observacional	1.146 personas con diabetes tipo 2 y ERC	Desarrollar/validar un score de riesgo pronóstico (KidneyIntelX, por sus siglas en inglés) que combinara registros de salud electrónicos (EHR, por sus siglas en inglés) y biomarcadores.	N/A	KidneyIntelX demostró una alta precisión con un AUC de 0,77 en ambas cohortes, superando significativamente al modelo clínico que obtuvo un AUC de 0,62. Estratificó a los pacientes en grupos de riesgo, y en el grupo de alto riesgo, su capacidad de predicción fue superior con una VPP del 61% en comparación con el 40% de la categorización KDIGO. Además, KidneyIntelX identificó con precisión a las personas de bajo riesgo, con una VPN del 90%.	90%
Roblot V. et al ³⁵ 2022	Francia	Estudio observacional	124 pacientes con carcinoma de células renales metastásico entre 2007 y 2019	Validar un algoritmo de aprendizaje profundo (DL) para la medición del índice muscular esquelético (SMI) y la predicción de la supervivencia general en poblaciones oncológicas.	N/A	Ambos métodos clasificaron al 56% de los pacientes como sarcopénicos. Los grupos sarcopénicos tuvieron diferencias significativas en la supervivencia, con medianas de 6,0 vs. 12,5 meses (métodos manuales) y 6,0 vs. 13,9 meses (DL). En una población independiente, los pacientes sarcopénicos según DL tuvieron una menor supervivencia (10,7 vs. 17,3 meses).	75%
Xiao J. et al ³⁶ 2019	China	Estudio comparativo	551 pacientes con ERC	Predecir rápidamente la gravedad de la ERC utilizando características demográficas y bioquímicas en sangre durante el seguimiento, comparando varios	N/A	La regresión logística tuvo el mejor rendimiento con un AUC de 0,873, sensibilidad del 0,83 y especificidad del 0,82. Además, ciertos predictores, como albúmina, creatinina sérica, TG, LDL y TFG, tuvieron un impacto significativo en la predicción.	80%

Autor (año)	País	Tipo de estudio	Participantes	Intervención	Comparación	Resultado principal	CASPe
				modelos predictivos utilizando enfoques estadísticos, de aprendizaje automático y de redes neuronales.			
Azar AT. et al ²⁸ 2011	Egipto	Estudio comparativo	156 pacientes en hemodiálisis	Evaluar la utilización de redes neuronales artificiales en la predicción del rebote de la urea y las diferentes combinaciones de parámetros de entrada para encontrar los más predictivos.	Los resultados se comparan con los de los modelos Smye y Daugirdas	El modelo ANN alcanzó un coeficiente de correlación de 0,97 ($p < 0,0001$), mientras que los métodos de Smye y Daugirdas arrojaron $R = 0,81$ y $0,93$, respectivamente ($p < 0,0001$); los errores del método de Smye fueron mayores que los de los otros métodos y dieron lugar a un sesgo considerable en todos los casos, mientras que la precisión predictiva para $(eqKt/V)$ fue igualmente buena por la fórmula de Daugirdas y el ANN.	75%
Xi IL. et al ¹⁵ 2020	China	Estudio multicéntrico	1.162 lesiones renales ya diagnosticadas por patología o imagenología.	Desarrollar un modelo de aprendizaje profundo que distinga los tumores renales benignos del carcinoma de células renales (CCR) mediante la aplicación de una red neuronal convolucional residual (ResNet) en la RM de rutina.	N/A	El modelo de aprendizaje profundo demostró una precisión de prueba significativamente más alta que la línea de base (0,70 vs. 0,56) y una precisión comparable a la de expertos (0,70 vs. 0,60). La sensibilidad (0,92 vs. 0,80) y especificidad (0,41 vs. 0,35) también fueron mejores en comparación con expertos.	50%
Liu Y. et al ³⁷ 2022	China	Ensayo clínico aleatorizado	120 pacientes con displasia renal	Explorar la precisión de las imágenes TAC de baja dosis basadas en el algoritmo EM en la detección y diagnóstico de displasia renal.	N/A	El algoritmo EM demostró una relación PSNR más alta y menor tiempo de procesamiento, lo que mejoró la precisión diagnóstica de diferentes tipos de displasia renal. La eliminación de ruido por el algoritmo EM mejoró la precisión diagnóstica de la mayoría de los tipos de displasia renal, lo que podría tener aplicaciones clínicas significativas.	60%
Byun S. et al ¹⁶ 2021	Corea	Ensayo clínico	2.139 pacientes con carcinoma renal de células claras	Evaluar el pronóstico del carcinoma renal de células claras no metastásico (nm-cRCC) mediante un modelo DeepSurv en un análisis de cohorte multicéntrica grande y luego se compararon los resultados con los obtenidos mediante el modelo CPH.	El rendimiento de los modelos RSF y DeepSurv se comparó con el de CPH utilizando el índice C de Harrel.	El modelo DeepSurv demostró un mejor rendimiento en la predicción de SSR y CSS en comparación con los modelos de regresión de Cox (CPH) y Random Survival Forest (RSF). Estos hallazgos sugieren que el aprendizaje profundo puede ser útil en la predicción de supervivencia en pacientes con CCR.	50%
Purkayastha S. et al ¹⁷ 2020	EE.UU	Estudio multicéntrico	82 lesiones de carcinoma de células renales confirmadas patológicamente	Diferenciar el carcinoma de células renales de grado bajo (Fuhrman I-II) del carcinoma de células renales de grado	N/A	El pipeline automatizado de TPOT logró una ROC AUC de validación externa de 0.60, con una precisión del 81%, mientras que el pipeline manual obtuvo una ROC AUC de 0.59 y una precisión del 77%. Esto sugiere que	60%

Autor (año)	País	Tipo de estudio	Participantes	Intervención	Comparación	Resultado principal	CASPe
				alto (Fuhrman III-IV) mediante características radiológicas extraídas de la RMN de rutina.		los pipeline automatizadas pueden ser igual o más efectivas en la predicción no invasiva del grado de Fuhrman en el cáncer de riñón.	60%
Jacob A. et al ¹⁴ 2010	EE.UU	Estudio comparativo	1.126.495 registros del USRDS (United States Renal Data System)	Desarrollar modelos basados en los datos proporcionados al Sistema de Datos Renales de los Estados Unidos (USRDS) para predecir con precisión la supervivencia de personas con ERC terminal sometidos a diálisis.	Se comparó con un modelo de riesgos proporcionales de Cox.	Los modelos predictivos desarrollados para estimar la supervivencia de pacientes en diálisis mostraron un buen rendimiento con estadísticas C promedio alrededor de 0,78 a 0,80. Aunque el modelo de riesgos proporcionales de Cox tuvo resultados superiores en ciertos momentos, los modelos basados en datos del USRDS permitieron predicciones precisas en años posteriores al inicio de la diálisis, lo que sugiere su utilidad en la evaluación de la supervivencia a largo plazo.	63%
Toda N. et al ¹⁸ 2022	Japón	Estudio multicéntrico	585 imágenes de TAC con contraste de pacientes con carcinoma de células renales único confirmado histológicamente.	Desarrollar un algoritmo basado en el aprendizaje profundo para la detección totalmente automatizada de RCC pequeños (4 cm) en imágenes de TC mejoradas con contraste utilizando una base de datos multicéntrica para evaluar su rendimiento.	N/A	El algoritmo propuesto para detectar tumores renales pequeños demostró un alto rendimiento con una precisión, sensibilidad y especificidad del 88,3%, 84,3% y 92,3% en el conjunto de datos A, y 87,5%, 84,8% y 90,2% en el conjunto de datos B. Además, logró un alto AUC de 0,930 y 0,933 en las validaciones internas y externas, respectivamente, sugiriendo su utilidad en la detección temprana de tumores renales pequeños.	50%

Tabla 2. Características y análisis cualitativo de los artículos incluidos relacionados con la Aplicación de la inteligencia artificial en la mejora de la atención al paciente y la gestión clínica.

Autor (año)	País	Tipo de estudio	Participantes	Intervención	Comparación	Resultado principal	CASPe
Hong L. et al ²¹ 2021	China	Ensayo clínico aleatorizado	447 personas con EPOC	Identificar cómo la tecnología basada en inteligencia artificial mejora la calidad de vida de pacientes con diagnóstico de EPOC en un servicio de Urgencias.	Intervención médica sin herramientas de inteligencia artificial.	Mejoría de calidad de vida a los 12 meses. Disminución de tasas de hospitalización y estancia hospitalaria por EPOC. Los resultados preliminares confirman la efectividad del tratamiento basado en inteligencia artificial.	90%
Brom H. et al ²⁶ 2020	EE.UU	Estudio observacional	2.165 registros en historia clínica médica electrónica	identificar a los pacientes en riesgo de reingresos mediante la aplicación de una técnica de aprendizaje automático, el Árbol de Clasificación y Regresión (CART), a los datos de EHR de nuestro hospital de 300 camas.	N/A	La tasa de readmisión a 30 días fue del 11,2 % (n=242). El análisis de CART reveló el mayor riesgo de reingreso entre los pacientes que visitaron el servicio de urgencias, tenían ≥9 comorbilidades, estaban asegurados a través de Medicaid y tenían ≥65 años. Los hallazgos a través del algoritmo se pueden utilizar para mejorar la calidad de la prestación de atención de enfermería para los pacientes con mayor riesgo de reingreso.	

Autor (año)	País	Tipo de estudio	Participantes	Intervención	Comparación	Resultado principal	CASPe
Barbieri C. et al ³⁸ 2015	Alemania, España, Francia, Portugal y República Checa	Estudio observacional	752 pacientes sometidos a terapia de hemodiálisis en 3 clínicas NephroCare ubicadas en países separados	Determinar cómo el apoyo del Modelo de Control de Anemia (MCA) puede impactar los resultados del manejo de la anemia en la práctica clínica diaria, con el objetivo de mantener los objetivos de Hb y reducir la variabilidad de Hb y el consumo de AEE en pacientes con ERC.	Manejo estándar de la anemia (por nefrólogos expertos siguiendo las mejores prácticas clínicas establecidas).	Durante la fase de observación, la dosis mediana de darbepoyetina disminuyó de 0.63 a 0.46 mg/kg/mes, y los valores de hemoglobina en el rango objetivo aumentaron del 70.6% al 76.6%, llegando al 83.2% con las recomendaciones de MCA. Además, la introducción de MCA redujo significativamente la variabilidad de la hemoglobina, con una disminución de la desviación estándar intrapaciente de 0.95 g/dl a 0.83 g/dl.	81%
Zhao C. et al ²² 2022	China	Ensayo clínico aleatorizado	44 personas con enfermedad renal diabética	Explorar el efecto de la evaluación de imágenes por ultrasonido de un esquema de enfermería integral basado en algoritmos de inteligencia artificial en pacientes con enfermedad renal diabética.	N/A	En pacientes con DKD, la intervención de enfermería en el grupo B mejoró el índice de resistencia y redujo complicaciones en comparación con el grupo A. La intervención de enfermería integral también mejoró la calidad de vida en el grupo B. Esto indica que la intervención de enfermería puede controlar la función renal y las imágenes de ultrasonido inteligentes pueden monitorear estos cambios, con relevancia clínica potencial.	82%
Yin P. et al ³³ 2022	China	Ensayo clínico aleatorizado	60 pacientes diagnosticados como prolapso leve y moderado del órgano pélvico	Explorar el valor de aplicación de la tecnología de ultrasonido y el entrenamiento de rehabilitación basado en un algoritmo de inteligencia artificial en la recuperación posparto del prolapso de órganos pélvicos.	N/A	Los resultados demostraron que después de la intervención, el grupo experimental tenía un grosor del músculo elevador anal significativamente mayor, un diámetro perineal reducido y una fuerza muscular del suelo pélvico superior en comparación con el grupo control ($p < 0.05$). En términos de procesamiento de imágenes, el algoritmo de inteligencia artificial superó al algoritmo tradicional en coeficiente de Dice, valor predictivo positivo, sensibilidad y distancia de Hausdorff.	75%
Chen X. et al ³² 2022	China	Ensayo clínico aleatorizado	120 personas con ERC.	Evaluar el valor de aplicación del modelo de atención nutricional "Internet + hospital-to-home (H2H)" utilizando el algoritmo mejorado de transformación de ondulaciones basado en imágenes de tomografía computarizada (TC) en el manejo nutricional de la enfermedad renal crónica (ERC) etapas 3-5.	N/A	El modelo de atención nutricional "Internet + H2H" demostró mejoría en variables como: circunferencia muscular del brazo, el grosor del pliegue cutáneo del tríceps y los indicadores bioquímicos. El puntaje de cribado nutricional mejoró, la calidad de salud se incrementó y la satisfacción con el modelo de enfermería fue mayor en el grupo "Internet + H2H". El flujo sanguíneo renal y la eficiencia vascular también mejoraron. Este enfoque mejora la calidad de vida de pacientes con enfermedad renal crónica. Además, el algoritmo IWT mostró mejor rendimiento en imágenes de TC de baja dosis y es aplicable en la clínica.	75%

Autor (año)	País	Tipo de estudio	Participantes	Intervención	Comparación	Resultado principal	CASPe
Bagnasco A. et al ²⁷ 2015	Italia	Estudio observacional	840 enfermeras	Aplicar las redes neuronales artificiales para predecir el riesgo de fallas de comunicación en los departamentos de emergencia.	N/A	Se consideraron variables como terminología, escucha, atención y claridad que influyen en el riesgo de fallos de comunicación. Las características personales de las enfermeras se utilizaron como entradas para una red neuronal artificial tipo perceptrón multicapa. El modelo predijo con éxito más del 80% de los fallos de comunicación en base a las características del operador receptor.	80%
Barrera A. et al ²³ 2020	Reino Unido	Ensayo clínico aleatorizado	41 pacientes en una unidad aguda de psiquiatría (755 noches de estancia) y 18 profesionales de enfermería	Aplicar la inteligencia artificial ('observaciones de enfermería asistida digitalmente') en una sala de hospitalización de salud mental aguda para reducir al mínimo la interrupción del sueño de los pacientes, manteniendo al mismo tiempo su seguridad.	Seguimiento a los pacientes sin la aplicación de inteligencia artificial.	Los datos iniciales señalan que las observaciones asistidas por tecnología coinciden con las observaciones manuales y que no se han registrado incidentes adversos en más de 755 noches de pacientes. Además, los datos cualitativos sugieren que la nueva tecnología mejora la experiencia de pacientes y personal nocturno.	80%
Smith BP. et al ³⁹ 1998	EE.UU	Ensayo clínico	Los datos de dosificación de heparina y los tiempos de coagulación se obtuvieron de un total de 89 pacientes	Se evaluó la capacidad de modelos estadísticos poblacionales para predecir la farmacodinámica de la heparina durante la hemodiálisis.	Se crearon dos modelos, uno mediante NONMEM basado en un modelo farmacodinámico tradicional y otro utilizando una red neuronal de percepción multicapa (MLP).	La red neuronal demostró mayor precisión y menos valores atípicos en comparación con NONMEM al predecir la farmacodinámica de la heparina durante la hemodiálisis. Tanto el volumen de distribución como el aclaramiento aumentaron con el inicio de la diálisis y el tiempo de coagulación basal. Además, el volumen de distribución varió con el peso del paciente, tabaquismo y diabetes. Las técnicas estadísticas basadas en la población pueden ser una alternativa útil para la prescripción de heparina.	90%
An R. et al ²⁴ 2021	China	Estudio observacional	300 pacientes en UCI	Desarrollar un sistema de clasificación de pacientes que estratifique a los pacientes ingresados en la unidad de cuidados intensivos (UCI) en función de su gravedad y necesidades de atención.	N/A	Se identificaron tres subgrupos de pacientes críticos con diferentes trayectorias clínicas. Estos subgrupos variaron en función de la gravedad de la enfermedad y la carga de trabajo de enfermería, excepto en los niveles de potasio en sangre. Se desarrolló un modelo de regresión que predijo con éxito estas clases, con un buen ajuste y eficiencia de predicción satisfactoria tras 200 pruebas de permutación.	80%
Du Q. et al ²⁵ 2022	China	Ensayo clínico aleatorizado	64 pacientes con nefropatía diabética	Desarrollar un sistema de clasificación de pacientes basado en el aprendizaje sin supervisión para identificar subgrupos de pacientes	N/A	El grupo de investigación experimentó mayores niveles de satisfacción y calidad de servicio de enfermería. En resumen, el algoritmo FCM mejorado beneficia el diagnóstico, y la enfermería domiciliar PDCA mejora significativamente la calidad de vida de pacientes con DN.	75%

Autor (año)	País	Tipo de estudio	Participantes	Intervención	Comparación	Resultado principal	CASPe
				críticos y utilizar el aprendizaje supervisado para construir clasificadores que predicen la clasificación de pacientes.			
Flechet M. et al. ⁸ 2019	Italia	Estudio observacional	252 personas críticamente enfermas sin enfermedad renal terminal o AKI al ingreso a UCI	Evaluar un modelo de predicción AKI predictor para predecir el AKI-23 dentro de la primera semana de estancia en la UCI se evaluó prospectivamente.	Se comparó con las predicciones de los médicos de la UCI.	En la UCI, tanto los médicos como AKI predictor mostraron un rendimiento similar al ingreso, con un AUROC de 0,80 versus 0,75, y un beneficio neto en rangos de 0-26% versus 0-74%. Después de 24 horas, AKI predictor también superó a los médicos con un AUROC de 0,95 frente a 0,89 y un beneficio neto en rangos de 0-67% versus 0-50%.	80%
Tangri N. et al. ²⁰ 2011	Reino Unido	Estudio comparativo	3.269 pacientes mayores de 18 años que iniciaron DP entre 1999 y 2004	Comparar los factores que predicen la supervivencia de la técnica de DP usando la red neuronal artificial (ANN) y los métodos logísticos y de regresión de Cox.	N/A	El centro de DP tiene un impacto significativo en la supervivencia de la técnica de DP. Otros factores predictivos tuvieron efectos marginales y/o variables. La presencia de condiciones comórbidas y un alto índice de masa corporal no se asocian consistentemente con un mayor fracaso de la técnica de DP.	90%
Barbieri C. et al. ³¹ 2016	Portugal, España e Italia	Estudio observacional	4.135 pacientes sometido a Hemodiálisis en las clínicas de Fresenius Medical Care (FME)	Desarrollar un modelo de aprendizaje automático (machine learning) para predecir la respuesta al tratamiento de la anemia en pacientes con enfermedad renal en etapa terminal que reciben diálisis.	El MLP propuesto en este trabajo se compara con un modelo lineal y, en el caso de Italia y España, también con otro MLP reportado recientemente en la literatura.	El modelo propuesto supera al modelo lineal y al MLP en la comparación, con resultados similares en Portugal, Italia y España. Las directrices para el manejo de la anemia indican mantener el nivel de Hb entre 10 y 13 g/dl, con una desviación permitida de 1 g/dl. Los porcentajes de éxito de errores menores a 1 g/dl son 93% en Portugal, 91% en Italia y 90% en España. La baja tasa de errores garantiza que el modelo no tenga sesgos en la estimación de Hb. La MLP propuesta muestra un rendimiento adecuado y una buena capacidad de validación en los conjuntos de datos de formación, validación y pruebas externas.	90%

Flechet et al.⁸, quienes evaluaron un modelo de predicción de lesión renal aguda (LRA) en la Unidad de cuidados intensivos (UCI), comparando la capacidad predictiva de médicos expertos frente a un algoritmo de IA (AKI predictor). Tanto la IA como los expertos demostraron un rendimiento similar al momento del ingreso a UCI, con un valor del área bajo la curva de (AUROC) de 0,80 versus 0,75, respectivamente⁸. Sin embargo, en la primera mañana, AKI predictor superó a los expertos con un AUROC de 0,94 frente a 0,89 y en las primeras 24 horas superó a los médicos con un AUROC de 0,95 frente a 0,89 y un beneficio neto en rangos de 67% contra

50%⁸. Además, Martínez et al.⁹ realizaron un análisis de datos de un servicio de urgencias y desarrollaron un modelo de predicción con capacidad para la identificación temprana de personas con alto riesgo de LRA, el cual probó un buen rendimiento predictivo al identificar una condición de riesgo 72 horas antes de que se cumplieran los criterios diagnósticos de LRA tradicionales⁹. Estos resultados concuerdan con los hallazgos descritos por Ozrazgat-Baslantı et al.¹⁰, quienes señalan que a través de herramientas de deep learning (DL) es posible obtener datos predictivos continuos, precisos y tempranos.

Según Chaudhuri et al.¹¹, la IA está en la capacidad de procesar y analizar grandes cantidades de datos que permiten tanto la predicción de eventos futuros asociados a la enfermedad renal, así como apoyar la toma de decisiones en cuanto a las medidas terapéuticas¹¹. Por otra parte, Wu et al.¹² compararon un enfoque de aprendizaje automático machine learning (ML) versus modelos tradicionales (escala de Framingham) para la estratificación del riesgo cardiovascular en personas jóvenes con hipertensión arterial, demostrando que el modelo de ML supera la capacidad predictiva de los modelos tradicionales¹². Además, Roth et al.¹³, demostraron la utilidad de la IA en la predicción de la incidencia de ERC en personas que viven con el virus del VIH. La evaluación de diferentes algoritmos de aprendizaje automático y estrategias de modelado demostró que los modelos de ML superaron a los modelos basados en expertos, con un AUROC y PR en el rango de 0,926 a 0,996 y 0,631 a 0,956, respectivamente, demostrando un rendimiento predictivo de última generación¹³. Por su parte, Jacob et al.¹⁴, desarrollaron modelos basados en los datos proporcionados al Sistema de Datos Renales de los Estados Unidos (USRDS) para predecir con precisión la supervivencia de personas con ERC terminal en tratamiento de reemplazo renal, demostrando un buen rendimiento, lo que sugiere su utilidad en la evaluación de la supervivencia a largo plazo¹⁴.

Se identificaron 5 artículos en donde se menciona que los desarrollos en IA han permitido mejorar la capacidad de analizar imágenes para aumentar la precisión de los diagnósticos en nefrología¹⁸⁻²¹. Toda et al.¹⁸ desarrollaron un algoritmo basado en ML para la detección de tumores renales en imágenes de tomografía axial computarizada (TAC) con contraste, utilizando una base de datos multicéntrica para evaluar su rendimiento. El algoritmo propuesto demostró un alto rendimiento con una sensibilidad del 84,3% y especificidad del 92,3%, demostrando su utilidad en la detección temprana de tumores renales pequeños¹⁸. Otros autores han probado la eficiencia de modelos predictivos basados en IA frente a modelos estadísticos convencionales. Por otro lado, Byun et al.¹⁶ analizaron la capacidad predictiva de supervivencia de un modelo de DL, concluyendo que este supera a modelos de regresión lineal, debido a su capacidad para manejar grandes conjuntos de datos heterogéneos (imágenes de TAC, datos genéticos, datos histológicos), brindando la posibilidad de descubrir nuevos biomarcadores y generar nuevas hipótesis a partir de grandes volúmenes de datos¹⁶.

En el área de trasplante renal, se identificó un estudio donde la aplicación de IA permitió mejorar la estratificación del riesgo para los receptores de trasplantes de riñón. Raynaud et al.¹⁹ utilizaron una herramienta de IA para la predicción de desenlaces posterior a un trasplante de riñón. El modelo tuvo en cuenta características histológicas, inmunológicas y funcionales de los injertos que fueron combinadas con mediciones repetidas de proteinuria y tasa de filtración glomerular. Esto tuvo como resultado un AUC dinámico global de 0,857 (IC del 95%: 0,847-0,866) el cual fue mejorando con la ejecución de mediciones repetidas aumentando de 0,780 (0,768-0,794) a 0,926 (0,917-0,932), demostrando su alto rendimiento predictivo ($p < 0,0001$)¹⁹.

Aplicación de la IA en la mejora de la atención al paciente y la gestión clínica

La IA ha tenido un impacto significativo en la mejora de la atención al paciente y la gestión clínica en el campo de la salud. Tangri et al.²⁰ realizó una comparación entre los factores que predicen la supervivencia de la técnica de diálisis peritoneal (DP) usando la red neuronal artificial (ANN, por sus siglas en inglés) y los compararon con regresión de Cox. Con ambos análisis se detectó el fracaso de la técnica, se definió como un cambio de modalidad a hemodiálisis durante un período mayor a 30 días, con resultados muy similares²⁰.

Hay que tener en cuenta que se identificaron 6 estudios que no corresponden de manera estricta al área de la enfermería nefrológica, los cuales abordan el tema desde un punto de vista más general de los cuidados. Al incluir resultados con un enfoque disciplinar más heterogéneo, se identificaron aportes relevantes para el análisis de la temática.

Hong et al.²¹ describieron que la tecnología basada en IA mejora la calidad de vida de pacientes con diagnóstico de enfermedad obstructiva crónica (EPOC). Se demostró una mejora en la calidad de vida en un periodo de 12 meses, se presentó un descenso en la tasa de hospitalización y estancia hospitalaria por EPOC, cuando las intervenciones de enfermería estaban orientadas con IA. No obstante, en el análisis de un solo factor, la intervención médica con IA no presentó cambios significativos, y los resultados experimentales confirmaron preliminarmente la eficacia del tratamiento médico con IA. Por otro lado, Zhao et al.²² exploró el efecto de la evaluación de imágenes por ultrasonido basado en algoritmos de IA en pacientes con enfermedad renal diabética, determinó que la intervención de enfermería puede controlar la función renal y las imágenes de ultrasonido inteligentes pueden monitorear estos cambios²².

Algunas de las herramientas basadas en IA están enfocadas en sistemas de alerta temprana. Barrera et al.²³ sugieren que las observaciones de enfermería asistidas de manera digital podrían mantener la seguridad de la persona sujeto de cuidado y mejorar la experiencia tanto de pacientes como del personal en el turno de la noche, buscando la mínima interrupción del sueño, lo que propone nuevas utilidades para la tecnología con IA²³.

En la búsqueda de la mejora de la atención An R et al.²⁴ desarrollaron un sistema de clasificación de pacientes que los estratifica una vez ingresan en la UCI en función de su gravedad y necesidades de atención, logrando disminuir la sobrecarga de trabajo en el grupo de enfermería, teniendo una eficiencia de predicción. Du et al.²⁵ también desarrolló un sistema de clasificación de pacientes basado en autoaprendizaje para identificar subgrupos de pacientes críticos y construir clasificadores que predigan la clasificación de pacientes, lo cual beneficia el diagnóstico y la calidad de vida del paciente²⁵. Brom et al.²⁶ identificaron a los pacientes en riesgo de reingresos mediante la aplicación de una técnica de aprendizaje automático, el árbol de clasificación y regresión (CART), los hallazgos

a través del algoritmo se pueden utilizar para mejorar la calidad de la prestación de atención de enfermería para los pacientes con mayor riesgo de reingreso.

Con respecto a la atención brindada por el personal de enfermería y los riesgos de presentar errores en la atención relacionados con la comunicación, Bagnasco et al.²⁷ generaron redes neuronales artificiales para la predicción del riesgo de fallas en la comunicación. Obtuvieron como resultado una predicción con éxito más del 80% de los fallos de comunicación con base en las características del operador receptor. Teniendo como finalidad la prevención de estas fallas, buscando como resultado evitar errores en la atención.

En cuanto a los parámetros para adecuación de la diálisis, de acuerdo a Azar et al.²⁸ la aplicación de IA mejora la eficiencia y reduce el riesgo de complicaciones²⁸, en este estudio se evaluó la utilización de redes neuronales artificiales en la predicción del rebote de la urea y las diferentes combinaciones de parámetros de entrada para encontrar los más predictivos, de tal forma que mejore la calidad del tratamiento de diálisis.

DISCUSIÓN

Basados en los hallazgos de esta revisión integrativa, se puede ver reflejado el potencial transformador de la aplicación de herramientas basadas en IA en el abordaje clínico y en las prácticas de cuidado en las personas con enfermedad renal, tanto en contextos hospitalarios como en ambulatorios. Los resultados señalan como a través de la IA es posible la predicción de eventos adversos²⁷, el diagnóstico precoz de enfermedades renales^{15,17,18}, la estratificación del riesgo^{14,19,29,30} y la optimización de intervenciones clínicas^{20,21,23,26,28,31-33}, todo por medio del análisis de grandes volúmenes de datos, demostrando su utilidad tanto en la precisión diagnóstica, como en el apoyo para la toma de decisiones clínicas, y sobre todo como una herramienta para promover un cuidado más oportuno y personalizado. Por ejemplo, se expuso como en escenarios críticos la complementariedad que existe entre el juicio clínico y la aplicación de la IA, potencia la capacidad para identificar patrones sutiles con grandes cantidades de datos, disminuyendo el error humano y mejorando la exactitud de los diagnósticos médicos⁸. También se observó que el análisis de datos clínicos multimodales tienen el potencial de implementarse clínicamente para optimizar las estrategias de prevención del riesgo y manejo terapéutico temprano de las personas en riesgo de desarrollar enfermedades renales¹⁰ a través de la aplicación de modelos predictivos basados en IA^{11-13,35}.

Las ventajas que ofrece las tecnologías basadas en IA no solo benefician a los pacientes sino también al personal clínico. Se observó como a través de distintas intervenciones, la IA es capaz de personalizar tratamientos, automatizar actividades repetitivas y priorizar intervenciones^{23,24}, con el objetivo de mejorar la eficiencia del equipo de salud y lo más importante, aumentar el tiempo de interacción humana. Así mismo, su utilidad ha sido probada en ámbitos extrahospitalarios, demos-

trando como a través del seguimiento ambulatorio de los pacientes, es posible identificar aquellos en riesgo de reingresos hospitalarios, lo que permite la planificación de estrategias personalizadas, la mejora en la calidad del cuidado y la reducción en la carga económica para el sistema de salud²⁶.

Por su parte, el análisis de estudios imagenológicos a través de IA ha permitido impactar en la precisión diagnóstica en nefrología, abriendo nuevas posibilidades en los desenlaces clínicos de los personas con enfermedades renales a través de diagnósticos más oportunos y precisos¹⁸, ampliando su aplicación hacia la gestión clínica como herramienta para la monitorización, planificación de tratamientos y el seguimiento a pacientes¹⁹, apoyando la toma de decisiones y el diseño de intervenciones individuales basadas en el riesgo predictivo.

Es evidente como los resultados destacan el impacto de la IA, no solo como instrumento para la prevención, predicción y diagnóstico en nefrología, también ha demostrado su utilidad en la mejora de la atención del paciente y la gestión clínica, reflejado a través de su capacidad para optimizar resultados y transformar prácticas asistenciales en diferentes contextos de salud. Dentro del análisis de los resultados se encontraron investigaciones que validaron este tipo de tecnologías donde se resalta la capacidad de la IA para identificar patrones de datos complejos invisibles para modelos estadísticos tradicionales²⁰⁻²², permitiendo que al identificar patrones de riesgo de manera anticipada, se planeen intervenciones tempranas para la prevención de complicaciones asociadas a una forma de terapia de reemplazo renal²⁸ o complicaciones asociadas a una enfermedad renal^{21,22}.

Las ventajas que ofrece las tecnologías basadas en IA no solo benefician a los pacientes sino también al personal clínico. Se observó como a través de distintas intervenciones, la IA es capaz de personalizar tratamientos, automatizar actividades repetitivas y priorizar intervenciones^{23,24}, con el objetivo de mejorar la eficiencia del equipo de salud y lo más importante, aumentar el tiempo de interacción humana. Así mismo, su utilidad ha sido probada en ámbitos extrahospitalarios, demostrando como a través del seguimiento ambulatorio de los pacientes, es posible identificar aquellos en riesgo de reingresos hospitalarios, lo que permite la planificación de estrategias personalizadas, la mejora en la calidad del cuidado y la reducción en la carga económica para el sistema de salud²⁶.

La aplicación de la IA en el campo de la enfermería nefrológica tiene el potencial para mejorar significativamente la atención y el cuidado de las personas con enfermedad renal, por ejemplo, mediante la automatización de tareas, se optimiza el tiempo asignado para brindar cuidado directo a las personas, y así impactar en la calidad de cuidados que se prestan.

El empleo en investigación estaría enfocado en identificar patrones y correlaciones entre factores de riesgo, síntomas y resultados. Esto puede conducir a una mejor comprensión de las enfermedades renales y el desarrollo de nuevas terapias. Las IAs son solo una herramienta que debe utilizarse de manera complementaria al cuidado y terapéutica brindado por

el equipo interdisciplinario, debe mantenerse el juicio clínico de los profesionales de la salud y la empatía que caracteriza el cuidado humano.

Comparativamente, los resultados de esta revisión coinciden con los hallazgos reportados por autores como Bagnasco et al.²⁷ y Zhao et al.²² quienes han demostrado el impacto de la aplicación de IA en contextos clínicos generales y en la práctica de enfermería, a través de mejorar la seguridad del paciente, reducir eventos adversos y optimizar el tiempo enfermera-paciente dedicado al cuidado directo. No obstante, la evidencia científica específica en el campo de la enfermería nefrológica sigue siendo limitada. Esta revisión contribuye a llenar ese vacío, al ofrecer una visión amplia sobre cómo la integración de estas tecnologías, a la práctica enfermera cotidiana, pueden articularse con el juicio clínico enfermero para fortalecer la toma de decisiones en el cuidado de la salud renal. Para la enfermería nefrológica, la implementación de la IA comprende el camino hacia el futuro del cuidado mediante el fortalecimiento de la vigilancia clínica, la planificación individualizada de actividades de cuidado y la mejora continua de la calidad asistencial, por medio del desarrollo de modelos predictivos que permitan anticipar deterioros en la salud de las personas para orientar intervenciones terapéuticas tempranas.

A pesar de los hallazgos encontrados, se resalta que hay limitaciones relevantes en los estudios analizados. Los tamaños muestrales varían considerablemente entre estudios, lo que implica que existe una gran heterogeneidad entre características poblacionales, tipo de algoritmos utilizados (desde regresión logística hasta redes neuronales artificiales) y entornos clínicos para su aplicación, dificultando así la comparación de hallazgos entre estudios y la extrapolación de resultados hacia otros contextos. Asimismo, muchos de los modelos desarrollados fueron validados con bases de datos locales, sin pruebas de desempeño en otros contextos, lo que imposibilita la generalización de resultados y podría generar sesgos a la hora de aplicarlo a poblaciones con características clínicas y sociodemográficas diferentes. Asimismo, se pudo evidenciar que una proporción de los estudios incluidos no correspondían únicamente a investigaciones en el campo de la enfermería nefrológica, siendo una limitación que frecuentemente se encuentra debido a la escasa producción científica específica en el área. Sin embargo, la inclusión de investigaciones de carácter más general permitió complementar el análisis de la revisión, dado que aportan una perspectiva más interdisciplinaria al análisis y discusión alrededor de la práctica de Enfermería.

Ahora bien, también se identificaron desafíos y oportunidades prácticas para la aplicación de la IA. Es necesario el desarrollo de investigaciones de validación multicéntrica que permitan garantizar la confiabilidad de estos modelos en diferentes realidades clínicas, el diseño de estrategias de intervención que implementen progresivamente esta tecnología en procesos de cuidado de salud renal para apoyar la evaluación rigurosa del rendimiento de estos modelos en entornos clínicos diversos que nutran el aprendizaje de la IA. En términos de futuras líneas de investigación, se destaca la necesidad

de aclarar la costo-efectividad de estas intervenciones, su usabilidad por parte del personal de enfermería y su impacto en los desenlaces clínicos relevantes para las personas con enfermedad renal. Adicional a esto, abordar investigaciones relacionadas con aspectos bioéticos y legales en estas intervenciones, teniendo en cuenta elementos como la privacidad y la protección de datos personales, la transparencia de las herramientas, la equidad y no discriminación, la equidad en el acceso, entre otras.

En conclusión, la síntesis de estos resultados respalda el uso de la IA como una herramienta complementaria en el cuidado y la atención de personas con enfermedad renal, especialmente en aspectos relacionados con la predicción, la estratificación del riesgo y el apoyo en la toma de decisiones clínicas. A pesar de haber encontrado estudios con metodologías bien estructuradas y con resultados que reflejan su relevancia clínica, se sugiere ser prudentes a la hora de generalizar estos hallazgos, dada la limitada validación externa y heterogeneidad de los estudios. La incorporación de la IA en el cuidado renal debe sustentarse en evidencia sólida, respetando el juicio clínico y el enfoque humanizado que caracteriza la práctica enfermera.

Contribuciones de los autores

Todos los autores participaron de la búsqueda de la literatura, protocolo de revisión, recolección de información, análisis, interpretación, escritura.

Conflicto de intereses

Declaramos no tener conflictos de interés financieros, personales o institucionales que llegasen a influir de manera inapropiada en el desarrollo de esta investigación.

Financiación

Los autores declaran no haber recibido financiación alguna.

BIBLIOGRAFÍA

1. Hamet P, Tremblay J. Artificial intelligence in medicine. *Metabolism*. 2017;69S:S36-S40. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2017.01.011>
2. Chen M, Decary M. Artificial intelligence in healthcare: An essential guide for health leaders. *Health Manage Forum*. 2020;33(1):10-8. <https://doi.org/10.1177/0840470419873123>
3. Martínez García DN, Dalgo Flores VM, Herrera López JL, Analuisa Jiménez EI, Velasco Acurio EF. Avances de la inteligencia artificial en salud. *Dominio Las Cienc*. 2019;5(3):603-13.
4. Bharati J, Jha V, Levin A. The Global Kidney Health Atlas: Burden and Opportunities to Improve Kidney Health Worldwide. *Ann Nutr Metab*. 2020;76 Suppl 1:25-30. <https://doi.org/10.1159/000515329>

5. Bikbov B, Purcell CA, Levey AS, et al. Global, regional, and national burden of chronic kidney disease, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *The Lancet*. 2020;395(10225):709–33. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30045-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30045-3)
6. Liao PH, Hsu PT, Chu W, Chu WC. Applying artificial intelligence technology to support decision-making in nursing: A case study in Taiwan. *Health Informatics J*. 2015;21(2):137–48. <https://doi.org/10.1177/1460458213509806>
7. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. Published online March 29, 2021. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
8. Flechet M, Falini S, Bonetti C, et al. Machine learning versus physicians' prediction of acute kidney injury in critically ill adults: a prospective evaluation of the AKI-predictor. *Crit Care Lond Engl*. 2019;23(1):282. <https://doi.org/10.1186/s13054-019-2563-x>
9. Martinez DA, Levin SR, Klein EY, et al. Early Prediction of Acute Kidney Injury in the Emergency Department With Machine-Learning Methods Applied to Electronic Health Record Data. *Ann Emerg Med*. 2020;76(4):501–14. <https://doi.org/10.1016/j.annemergmed.2020.05.026>
10. Ozrazgat-Baslanti T, Loftus TJ, Ren Y, Ruppert MM, Bihorac A. Advances in artificial intelligence and deep learning systems in ICU-related acute kidney injury. *Curr Opin Crit Care*. 2021;27(6):560–72. <https://doi.org/10.1097/MCC.0000000000000887>
11. Chaudhuri S, Long A, Zhang H, et al. Artificial intelligence enabled applications in kidney disease. *Semin Dial*. 2021;34(1):5–16. <https://doi.org/10.1111/sdi.12915>
12. Wu X, Yuan X, Wang W, et al. Value of a Machine Learning Approach for Predicting Clinical Outcomes in Young Patients With Hypertension. *Hypertens Dallas Tex* 1979. 2020;75(5):1271–8. <https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.119.13404>
13. Roth JA, Radevski G, Marzolini C, et al. Cohort-Derived Machine Learning Models for Individual Prediction of Chronic Kidney Disease in People Living With Human Immunodeficiency Virus: A Prospective Multicenter Cohort Study. *J Infect Dis*. 2021;224(7):1198–208. <https://doi.org/10.1093/infdis/jiaa236>
14. Jacob AN, Khuder S, Malhotra N, et al. Neural network analysis to predict mortality in end-stage renal disease: application to United States Renal Data System. *Nephron Clin Pract*. 2010;116(2):c148–58. <https://doi.org/10.1159/000315884>
15. Xi IL, Zhao Y, Wang R, et al. Deep Learning to Distinguish Benign from Malignant Renal Lesions Based on Routine MR Imaging. *Clin Cancer Res Off J Am Assoc Cancer Res*. 2020;26(8):1944–52. <https://doi.org/10.1158/1078-0432.CCR-19-0374>
16. Byun SS, Heo TS, Choi JM, et al. Deep learning based prediction of prognosis in nonmetastatic clear cell renal cell carcinoma. *Sci Rep*. 2021;11(1):1242. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-80262-9>
17. Purkayastha S, Zhao Y, Wu J, et al. Differentiation of low and high grade renal cell carcinoma on routine MRI with an externally validated automatic machine learning algorithm. *Sci Rep*. 2020;10(1):19503. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-76132-z>
18. Toda N, Hashimoto M, Arita Y, et al. Deep Learning Algorithm for Fully Automated Detection of Small (≤ 4 cm) Renal Cell Carcinoma in Contrast-Enhanced Computed Tomography Using a Multicenter Database. *Invest Radiol*. 2022;57(5):327–33. <https://doi.org/10.1097/RLI.0000000000000842>
19. Raynaud M, Aubert O, Divard G, et al. Dynamic prediction of renal survival among deeply phenotyped kidney transplant recipients using artificial intelligence: an observational, international, multicohort study. *Lancet Digit Health*. 2021;3(12):e795–e805. [https://doi.org/10.1016/S2589-7500\(21\)00209-0](https://doi.org/10.1016/S2589-7500(21)00209-0)
20. Tangri N, Ansell D, Naimark D. Determining factors that predict technique survival on peritoneal dialysis: application of regression and artificial neural network methods. *Nephron Clin Pract*. 2011;118(2):c93–c100. <https://doi.org/10.1159/000319988>
21. Hong L, Cheng X, Zheng D. Application of Artificial Intelligence in Emergency Nursing of Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Contrast Media Mol Imaging*. 2021;2021:6423398. <https://doi.org/10.1155/2021/6423398>
22. Zhao C, Shi Q, Ma F, Yu J, Zhao A. Intelligent Algorithm-Based Ultrasound Image for Evaluating the Effect of Comprehensive Nursing Scheme on Patients with Diabetic Kidney Disease. *Comput Math Methods Med*. 2022;2022:6440138. <https://doi.org/10.1155/2022/6440138>
23. Barrera A, Gee C, Wood A, Gibson O, Bayley D, Geddes J. Introducing artificial intelligence in acute psychiatric inpatient care: qualitative study of its use to conduct nursing observations. *Evid Based Ment Health*. 2020;23(1):34–8. <https://doi.org/10.1136/ebmental-2019-300136>
24. An R, Chang GM, Fan YY, Ji LL, Wang XH, Hong S. Machine learning-based patient classification system for adult patients in intensive care units: A cross-sectional study. *J Nurs Manag*. 2021;29(6):1752–62. <https://doi.org/10.1111/jonm.13284>
25. Du Q, Liang D, Zhang L, Chen G, Li X. Evaluation of Functional Magnetic Resonance Imaging under Artificial Intelligence Algorithm on Plan-Do-Check-Action Home Nursing for Patients with Diabetic Nephropathy. *Contrast Media Mol Imaging*. 2022;2022:9882532. <https://doi.org/10.1155/2022/9882532>

26. Brom H, Brooks Carthon JM, Ikeaba U, Chittams J. Leveraging Electronic Health Records and Machine Learning to Tailor Nursing Care for Patients at High Risk for Re-admissions. *J Nurs Care Qual.* 2020;35(1):27-33. <https://doi.org/10.1097/NCQ.0000000000000412>
27. Bagnasco A, Siri A, Aleo G, Rocco G, Sasso L. Applying artificial neural networks to predict communication risks in the emergency department. *J Adv Nurs.* 2015;71(10):2293-304. <https://doi.org/10.1111/jan.12691>
28. Azar AT, Wahba KM. Artificial neural network for prediction of equilibrated dialysis dose without intradialytic sample. *Saudi J Kidney Dis Transplant Off Publ Saudi Cent Organ Transplant Saudi Arab.* 2011;22(4):705-11.
29. Chan L, Nadkarni GN, Fleming F, et al. Derivation and validation of a machine learning risk score using biomarker and electronic patient data to predict progression of diabetic kidney disease. *Diabetologia.* 2021;64(7):1504-15. <https://doi.org/10.1007/s00125-021-05444-0>
30. De Gonzalo-Calvo D, Martínez-Cambor P, Bär C, et al. Improved cardiovascular risk prediction in patients with end-stage renal disease on hemodialysis using machine learning modeling and circulating microribonucleic acids. *Theranostics.* 2020;10(19):8665-76. <https://doi.org/10.7150/thno.46123>
31. Barbieri C, Molina M, Ponce P, et al. An international observational study suggests that artificial intelligence for clinical decision support optimizes anemia management in hemodialysis patients. *Kidney Int.* 2016;90(2):422-9. <https://doi.org/10.1016/j.kint.2016.03.036>
32. Chen X, Huang X, Yin M. Implementation of Hospital-to-Home Model for Nutritional Nursing Management of Patients with Chronic Kidney Disease Using Artificial Intelligence Algorithm Combined with CT Internet. *Contrast Media Mol Imaging.* 2022;2022:1183988. <https://doi.org/10.1155/2022/1183988>
33. Yin P, Wang H. Evaluation of Nursing Effect of Pelvic Floor Rehabilitation Training on Pelvic Organ Prolapse in Postpartum Pregnant Women under Ultrasound Imaging with Artificial Intelligence Algorithm. *Comput Math Methods Med.* 2022;2022:1786994. <https://doi.org/10.1155/2022/1786994>
34. Churpek MM, Carey KA, Edelson DP, et al. Internal and External Validation of a Machine Learning Risk Score for Acute Kidney Injury. *JAMA Netw Open.* 2020;3(8):e2012892. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2020.12892>
35. Roblot V, Giret Y, Mezghani S, et al. Validation of a deep learning segmentation algorithm to quantify the skeletal muscle index and sarcopenia in metastatic renal carcinoma. *Eur Radiol.* 2022;32(7):4728-37. <https://doi.org/10.1007/s00330-022-08579-9>
36. Xiao J, Ding R, Xu X, et al. Comparison and development of machine learning tools in the prediction of chronic kidney disease progression. *J Transl Med.* 2019;17(1):119. <https://doi.org/10.1186/s12967-019-1860-0>
37. Liu Y, Tang S. Artificial Intelligence Algorithm-Based Computed Tomography Image of Both Kidneys in Diagnosis of Renal Dysplasia. *Comput Math Methods Med.* 2022;2022:5823720. <https://doi.org/10.1155/2022/5823720>
38. Barbieri C, Mari F, Stopper A, et al. A new machine learning approach for predicting the response to anemia treatment in a large cohort of End Stage Renal Disease patients undergoing dialysis. *Comput Biol Med.* 2015;61:56-61. <http://doi.org/10.1016/j.combiomed.2015.03.019>
39. Smith BP, Ward RA, Brier ME. Prediction of anticoagulation during hemodialysis by population kinetics and an artificial neural network. *Artif Organs.* 1998;22(9):731-9. <http://doi.org/10.1046/j.1525-1594.1998.06101.x>



Artículo en Acceso Abierto, se distribuye bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>