https://rei.esprint.tech
Vol. 5 N° Esp.2, Edición Especial 2026 (167-181) ISSN: 2960-8317
Salud y Ciencias de la Vida

Artículo de revisión

Cistatina C como marcador de función renal en pacientes con insuficiencia renal aguda

Cystatin C as a marker of renal function in patients with acute kidney injury

Joselyn Aída Asqui Picuña*
Universidad Nacional de Chimborazo
Riobamba - Ecuador
joselyn.asqui@unach.edu.ec
https://orcid.org/0009-0000-2904-833X

Silvia Paola Monar Basantes
Universidad Nacional de Chimborazo
Riobamba - Ecuador
silvia.monar@unach.edu.ec
https://orcid.org/0000-0002-7869-0692

***Correspondencia:**
joselyn.asqui@unach.edu.ec

Cómo citar este artículo:
Asqui, J., & Silvia, M. (2026). Cistatina C como marcador de función renal en pacientes con insuficiencia renal aguda. *Esprint Investigación, 5*(Esp.2), 167-181. https://doi.org/10.61347/ei.v5iEsp.2.391

Recibido: *7 de septiembre de 2026*
Aceptado: *8 de octubre de 2026*
Publicado: *14 de octubre de 2026*

Copyright: Derechos de autor 2026 Joselyn Aída Asqui Picuña, Silvia Paola Monar Basantes.

Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0.

Resumen: La insuficiencia renal aguda (IRA) es un síndrome de rápida instauración que compromete la función renal y se asocia con mayor morbilidad y mortalidad. Su detección temprana es fundamental para instaurar un tratamiento oportuno y prevenir complicaciones progresivas. Los marcadores tradicionales, como la creatinina sérica y la diuresis, presentan limitaciones, especialmente en fases iniciales del daño renal, lo que dificulta la identificación precoz y precisa de la IRA. El objetivo del presente estudio fue evaluar la utilidad de la cistatina C como marcador de la función renal en pacientes con insuficiencia renal aguda y determinar su precisión diagnóstica frente a biomarcadores convencionales. Se realizó una revisión sistemática de literatura siguiendo la declaración PRISMA 2020, con búsquedas en Scopus, PubMed, Redalyc y SciELO, aplicando filtros de año, idioma y tipo de documento. Tras la selección y cribado de registros, se incluyeron 15 estudios que cumplían los criterios de elegibilidad y presentaban bajo o moderado riesgo de sesgo. Los datos fueron organizados en matrices comparativas considerando población, biomarcadores evaluados y resultados diagnósticos. Los resultados muestran que la cistatina C se eleva antes que la creatinina, detectando deterioro renal precoz en distintas poblaciones, desde neonatos hasta adultos críticos, incluyendo pacientes postoperatorios y con sepsis o cirrosis hepática. Su sensibilidad, especificidad y AUC (Área bajo la curva) superan a los marcadores tradicionales, y su combinación con otros biomarcadores mejora la predicción y estratificación de riesgo. Se concluye que la cistatina C es un marcador confiable para la evaluación temprana de la función renal, con valor pronóstico y capacidad de mejorar la toma de decisiones clínicas en pacientes con insuficiencia renal aguda.

Palabras clave: Biomarcadores renales, cistatina C, función renal, insuficiencia renal aguda, precisión diagnóstica.

Abstract: *Acute kidney injury (AKI) is a rapidly developing syndrome that compromises renal function and is associated with increased morbidity and mortality. Early detection is crucial for timely treatment and preventing progressive complications. Traditional markers, such as serum creatinine and urine output, have limitations, especially in the initial stages of kidney damage, hindering the early and accurate identification of AKI. The aim of this study was to evaluate the usefulness of cystatin C as a marker of renal function in patients with acute kidney injury and to determine its diagnostic accuracy compared to conventional biomarkers. A systematic literature review was conducted following the PRISMA 2020 guidelines, with searches in Scopus, PubMed, Redalyc, and SciELO, applying filters for year, language, and document type. After registry selection and screening, 15 studies that met the eligibility criteria and presented a low or moderate risk of bias were included. Data were organized into comparative matrices considering population, biomarkers evaluated, and diagnostic outcomes. The results show that cystatin C rises before creatinine, detecting early renal impairment in diverse populations, from neonates to critically ill adults, including postoperative patients and those with sepsis or liver cirrhosis. Its sensitivity, specificity, and AUC (Area Under the Curve) surpass those of traditional markers, and its combination with other biomarkers improves prediction and risk stratification. It is concluded that cystatin C is a reliable marker for the early assessment of renal function, with prognostic value and the potential to improve clinical decision-making in patients with acute kidney injury.*

Keywords*: Acute kidney injury, cystatin C, diagnostic accuracy, renal biomarkers, renal function.*

1. Introducción

La insuficiencia renal aguda constituye un problema clínico de considerable relevancia debido a su rápida instauración y a las complicaciones que puede generar en la salud de los pacientes. Su identificación temprana resulta fundamental para establecer intervenciones terapéuticas oportunas y reducir el riesgo de deterioro progresivo de la función renal (Pico et al., 2025). Tradicionalmente, su diagnóstico se fundamenta en la creatinina sérica y el gasto urinario; sin embargo, estos indicadores presentan limitaciones para reconocer alteraciones durante las fases iniciales de la lesión renal (Chilán et al., 2025).

La cistatina C es una proteína de bajo peso molecular perteneciente a la familia de los inhibidores de proteasas, producida de forma relativamente constante por las células nucleadas. Se filtra libremente a través del glomérulo y posteriormente es reabsorbida y catabolizada casi por completo en el túbulo proximal, sin retornar significativamente a la circulación sanguínea. Debido a su menor dependencia de la masa muscular y la ingesta dietética, constituye un biomarcador de interés para evaluar la función renal y complementar las mediciones convencionales (Alemán et al., 2023; Urbina & Urbina, 2021; Huidobro et al., 2021).

La función renal comprende los procesos mediante los cuales los riñones mantienen la homeostasis del organismo, incluyendo la eliminación de productos metabólicos y la regulación del equilibrio hidroelectrolítico, ácido-base y de la presión arterial. Su evaluación se realiza principalmente mediante indicadores relacionados con la tasa de filtración glomerular, cuya estimación permite identificar alteraciones funcionales y orientar las decisiones clínicas. En este contexto, la medición de biomarcadores séricos contribuye al diagnóstico, seguimiento y valoración de la gravedad de las enfermedades renales (Cruz & Cieza, 2021; Méndez-Durán, 2021; Montero et al., 2022).

La insuficiencia renal aguda se caracteriza por una disminución repentina de la función renal, desarrollada durante horas o días, que compromete la eliminación de productos de desecho y favorece la acumulación de sustancias nitrogenadas en sangre (Simón et al., 2021). Esta condición puede acompañarse de oliguria, anuria y alteraciones metabólicas, dependiendo de su gravedad y etiología. Su origen multifactorial y su asociación con mayor morbimortalidad y riesgo de enfermedad renal crónica justifican la necesidad de implementar estrategias diagnósticas oportunas (Bonilla et al., 2021; Barrionuevo et al., 2024).

En los últimos años, diversas investigaciones han examinado la utilidad de la cistatina C como biomarcador de función renal en pacientes con insuficiencia renal aguda. Urbina y Urbina (2021) analizaron su capacidad predictiva frente a la creatinina sérica en pacientes críticamente enfermos y destacaron su potencial para identificar alteraciones renales tempranas. Las autoras señalaron que, en determinadas condiciones clínicas, sus concentraciones pueden elevarse antes que las de creatinina, lo que sugiere posibles ventajas para el reconocimiento precoz del deterioro funcional renal.

En pacientes con sepsis, Simón et al. (2021) analizaron los mecanismos asociados con la insuficiencia renal aguda y señalaron que su aparición representa una complicación frecuente y clínicamente relevante. Los autores destacaron la importancia de los biomarcadores emergentes, entre ellos la cistatina C, NGAL, KIM-1 e IL-18, para complementar las estrategias diagnósticas convencionales. En esta misma población, Pei et al. (2022) investigaron la capacidad predictiva de diferentes biomarcadores, aportando evidencia sobre su posible aplicación en la identificación temprana de alteraciones renales.

La utilidad de la cistatina C también ha sido investigada en relación con el pronóstico de pacientes críticamente enfermos. Linné et al. (2022) examinaron este biomarcador y las medidas derivadas de función renal como factores asociados con mortalidad y lesión renal aguda en pacientes con sepsis.

Posteriormente, Susianti et al. (2024) estudiaron un modelo predictivo que integró cistatina C, beta-2 microglobulina y NGAL en pacientes sépticos. Estas investigaciones amplían el análisis hacia estrategias basadas en la combinación de biomarcadores para mejorar la evaluación clínica.

En el ámbito quirúrgico, Abadeer et al. (2023) investigaron la capacidad de la cistatina C sérica para predecir insuficiencia renal aguda después de cirugía cardíaca infantil. De manera complementaria, Fang et al. (2023) desarrollaron un estudio observacional prospectivo sobre la predicción de lesión renal aguda posterior al reemplazo total del arco aórtico. Por su parte, Prowle et al. (2024) examinaron la utilidad de la cistatina C y la creatinina en la evaluación preoperatoria de la función renal y del riesgo de complicaciones renales posteriores.

En relación con el diagnóstico de laboratorio, Barrionuevo et al. (2024) revisaron la importancia de las pruebas bioquímicas para identificar insuficiencia renal aguda y destacaron las limitaciones de los indicadores convencionales durante sus etapas iniciales. Los autores abordaron el interés de biomarcadores alternativos, entre ellos la cistatina C, para complementar la evaluación renal. Esta perspectiva coincide con Chilán et al. (2025), quienes analizaron el papel de los biomarcadores en el diagnóstico y monitoreo de enfermedades renales, destacando su aplicación potencial en la práctica clínica.

Desde una perspectiva fisiológica, Lambis-Loaiza et al. (2022) analizaron las propiedades de la cistatina C como marcador diagnóstico de enfermedad renal crónica y señalaron sus ventajas potenciales frente a la creatinina para estimar la filtración glomerular. De forma relacionada, Huidobro et al. (2021) describieron su producción celular y eliminación renal como fundamentos de su utilización clínica. Aunque estas investigaciones se enfocan principalmente en la evaluación general de la función renal, sus aportes permiten comprender las características biológicas que sustentan el estudio del biomarcador en situaciones de deterioro renal agudo.

La evidencia reciente ha incorporado nuevas aplicaciones de la cistatina C en la evaluación de pacientes con alteraciones renales. Horne et al. (2025) compararon estimaciones de filtración glomerular basadas en cistatina C y creatinina durante la recuperación de la lesión renal aguda. Por su parte, Helmersson-Karlqvist et al. (2026) desarrollaron y validaron un sistema de estadificación de lesión renal aguda basado en cistatina C en pacientes críticamente enfermos. Ambos estudios permiten ampliar la discusión sobre su posible utilidad en distintas etapas de la evolución clínica.

Otros estudios han examinado el desempeño de este biomarcador en poblaciones con características específicas. Naqvi et al. (2023) investigaron la capacidad predictiva de la cistatina C junto con NGAL, KIM-1 e IL-18 en la lesión renal aguda relacionada con el embarazo. Por otra parte, Abdelsattar et al. (2025) estudiaron la cistatina C en la detección temprana de lesión renal aguda asociada con sepsis neonatal. Estas investigaciones evidencian la diversidad de escenarios clínicos en los que se ha evaluado su utilidad, aunque sus resultados requieren interpretarse considerando las particularidades de cada población.

La insuficiencia renal aguda continúa representando un desafío diagnóstico debido a su evolución rápida y a las limitaciones de los métodos convencionales para identificar alteraciones funcionales tempranas. Aunque la cistatina C ha mostrado potencial como indicador complementario de función renal, su desempeño puede variar según las características de los pacientes, la etiología del daño y el momento de medición. Por consiguiente, su incorporación a las estrategias diagnósticas requiere una valoración crítica de la evidencia disponible, especialmente frente a la creatinina sérica y otros indicadores convencionales.

A pesar del creciente número de investigaciones, persisten diferencias metodológicas relacionadas con las poblaciones estudiadas, los diseños, los estándares de referencia y las medidas utilizadas para

evaluar el desempeño diagnóstico de la cistatina C. Esta heterogeneidad dificulta establecer conclusiones consistentes sobre su precisión y aplicación clínica en pacientes con insuficiencia renal aguda. En consecuencia, resulta pertinente desarrollar una síntesis sistemática que examine los resultados disponibles, identifique sus principales limitaciones y determine las condiciones en las que este biomarcador podría aportar información diagnóstica adicional.

Por ello, la presente revisión sistemática tiene como objetivo evaluar la utilidad de la cistatina C como marcador de función renal en pacientes con insuficiencia renal aguda, mediante el análisis de su relación con la función renal y su precisión diagnóstica frente a los marcadores convencionales empleados para la detección temprana de esta condición.

Con este propósito, se plantean dos preguntas de investigación orientadas a examinar la evidencia científica disponible y determinar su contribución potencial a la evaluación clínica de los pacientes. ¿Cuál es la relación entre los niveles séricos de cistatina C y la función renal en pacientes con insuficiencia renal aguda? ¿Qué precisión diagnóstica presenta la cistatina C en comparación con los marcadores convencionales utilizados para la identificación temprana de la insuficiencia renal aguda?

2. Metodología

La investigación se desarrolló mediante una revisión sistemática de literatura (SLR), orientada a evaluar la utilidad de la cistatina C como biomarcador de la función renal en pacientes con insuficiencia renal aguda. Para la presentación del proceso metodológico, se siguieron las directrices de la declaración *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA 2020). Estas directrices permitieron estructurar y comunicar de manera sistemática las etapas de identificación, selección, evaluación y síntesis de la evidencia científica disponible (Page et al., 2021).

Criterios de inclusión y exclusión

Se consideraron investigaciones publicadas entre 2022 y 2026 que abordaron la utilidad diagnóstica, pronóstica o clínica de la cistatina C en pacientes con insuficiencia renal aguda. Se incluyeron estudios originales que evaluaron directamente este biomarcador, presentaron información metodológica suficiente para interpretar sus resultados y estuvieron disponibles en texto completo. La selección comprendió investigaciones cuyas poblaciones, diseños y variables guardaron relación directa con el objetivo y las preguntas de investigación.

Se excluyeron revisiones narrativas, editoriales, cartas al editor, resúmenes de congresos, publicaciones duplicadas y series de casos con menos de 20 participantes. También se descartaron investigaciones que no respondieron a las preguntas planteadas, presentaron información insuficiente para su análisis o incumplieron los criterios de elegibilidad establecidos. El riesgo de sesgo se consideró durante la evaluación metodológica de los estudios, con el propósito de identificar posibles limitaciones que afectaran la interpretación de sus resultados.

Para organizar el proceso de búsqueda y delimitar las características de los estudios elegibles, se empleó el modelo PICOS, que comprendió la población, intervención o exposición, comparador, resultados y diseño metodológico. Esta estructura permitió establecer criterios relacionados con la determinación de cistatina C y su comparación con otros indicadores de función renal. Los componentes utilizados se detallaron en la tabla 1.

Tabla 1

Criterios considerados para cada componente PICOS

Ejes temáticos	Operadores booleanos
P (Población)	Artículos que incluyan pacientes con insuficiencia renal aguda o con sospecha de insuficiencia renal aguda, independientemente de la edad, sexo o contexto clínico (hospitalario, unidad de cuidados intensivos o urgencias).
I (Intervención / exposición)	Determinación de la cistatina C como marcador de función renal, en suero, plasma u orina, empleada para la detección, evaluación o seguimiento de la insuficiencia renal aguda.
C (Comparador)	Marcadores convencionales o alternativos de función renal, tales como creatinina sérica, urea, tasa de filtración glomerular estimada, diuresis u otros biomarcadores utilizados en el diagnóstico de insuficiencia renal aguda.
O (Resultados)	Utilidad clínica y precisión diagnóstica de la cistatina C, incluyendo sensibilidad, especificidad, valores predictivos, área bajo la curva, capacidad de detección temprana, comparación con otros marcadores y aplicabilidad clínica.
S (Diseño de estudio)	Estudios originales que evaluaran la utilidad diagnóstica o pronóstica de la cistatina C en pacientes con insuficiencia renal aguda.

Estrategia de búsqueda

La búsqueda bibliográfica se realizó en las bases de datos Scopus, PubMed, Redalyc y SciELO, seleccionadas por su cobertura de investigaciones relacionadas con las ciencias biomédicas y de la salud. Se establecieron dos categorías conceptuales principales: cistatina C e insuficiencia renal aguda. En Scopus y PubMed se utilizaron operadores booleanos y términos específicos para recuperar publicaciones relacionadas con ambas categorías, considerando restricciones por campos bibliográficos y filtros de búsqueda.

Debido a las diferencias entre las interfaces de Redalyc y SciELO, se aplicaron estrategias adaptadas a las funcionalidades disponibles en cada plataforma. Se utilizaron combinaciones de términos equivalentes y se consideraron los criterios de selección definidos previamente para identificar publicaciones pertinentes. Las búsquedas permitieron recuperar 85 registros, distribuidos entre Scopus (n = 59), PubMed (n = 15), Redalyc (n = 4) y SciELO (n = 7), cuyas estrategias se presentan en la tabla 2.

Tabla 2

Bases de datos y estrategias de búsqueda

Cadena de búsqueda	Base de datos	N° de estudios
(TITLE ("cystatin C" OR "cystatin-C" OR CysC) AND TITLE ("acute kidney injury" OR AKI OR "acute renal failure" OR "acute renal insufficiency")) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar") OR LIMIT-TO (DOCTYPE , "re")) AND (LIMIT-TO (PUBYEAR , 2022) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2023) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2024) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2025) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2026)) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE , "English"))	Scopus	59
(("cystatin C"[Title] OR "cystatin-C"[Title] OR CysC[Title])) AND (("acute kidney injury"[Title] OR AKI[Title] OR "acute renal failure"[Title] OR "acute renal insufficiency"[Title])	PubMed	15
("cystatin C" OR "cystatin-C" OR CysC) AND (“acute kidney injury" OR AKI OR "acute renal failure" OR "acute renal insufficiency")	Redalyc	4

(("cystatin C" OR "cystatin-C" OR CysC)) AND (("acute kidney injury" OR AKI OR "acute renal failure" OR "acute renal insufficiency"))	Scielo	7
Total		**85**

Selección de estudios

Los estudios fueron seleccionados de acuerdo a un proceso estructurado que incluyó: (1) la identificación inicial de registros obtenidos a partir de las cadenas de búsqueda aplicadas en las bases de datos científicas, (2) la eliminación de duplicados, (3) la evaluación de títulos, resúmenes y palabras clave para identificar estudios potencialmente relevantes, (4) la revisión del texto completo para la extracción detallada de las características principales, y (5) la organización y tabulación de la información con el fin de responder a las preguntas de investigación.

Este proceso de selección de estudios fue diseñado de acuerdo con las etapas del diagrama PRISMA. Durante la etapa de identificación se obtuvieron 85 registros provenientes de las cuatro bases de datos, de los cuales a 59 estudios de Scopus, 15 de PubMed, 4 de Redalyc y 7 de Scielo. Antes de comenzar la evaluación formal, se eliminaron 17 registros duplicados, por lo cual se procedió al cribado de 68 estudios. En esta etapa se revisaron los títulos, resúmenes y palabras clave, excluyéndose 19 registros que no contribuían al objetivo ni respondían a las preguntas de investigación. De los 49 estudios seleccionados para recuperación del texto completo, 12 no pudieron ser recuperados, por lo que se evaluaron finalmente 37 documentos para determinar su elegibilidad. Tras esta evaluación se excluyeron 22 estudios debido a un moderado riesgo de sesgo, quedando 15 trabajos incluidos en la revisión final. La figura 1 presenta el diagrama de flujo PRISMA con cada etapa del proceso y el número de estudios considerados.

Evaluación del riesgo de sesgo

En la figura 2 se presenta la evaluación del riesgo de sesgo de los estudios incluidos, realizada mediante herramientas específicas según su diseño metodológico. Los estudios observacionales fueron valorados con ROBINS-I, instrumento que examina siete dominios y establece categorías de bajo, moderado, alto o crítico; de este grupo, 19 estudios presentaron una valoración moderada y 11 una valoración baja. Los estudios experimentales, evaluados igualmente con ROBINS-I, incluyeron 2 investigaciones con nivel bajo. Por su parte, los estudios transversales fueron analizados mediante la herramienta AXIS, compuesta por 20 ítems relacionados con el diseño, el reporte y posibles fuentes de sesgo, identificándose 2 investigaciones con un riesgo moderado. Finalmente, las revisiones sistemáticas y los metanálisis fueron examinados con AMSTAR-2, herramienta conformada por 16 ítems, siete de ellos considerados críticos, encontrándose 2 estudios con riesgo bajo y 1 con nivel moderado

Métodos de síntesis

Para la síntesis de la información, se elaboró una matriz de resultados que permitió facilitar de forma comparativa los aspectos metodológicos de las investigaciones, los biomarcadores investigados, las técnicas utilizadas para su detección, los parámetros de diagnóstico informados y los hallazgos principales de cada artículo. Este procedimiento hizo posible una integración optima de la evidencia, así como un análisis descriptivo orientado a comparar, organizar y sintetizar los resultados de los artículos revisados.

Figura 1

Diagrama de flujo PRISMA 2020 de selección de estudios

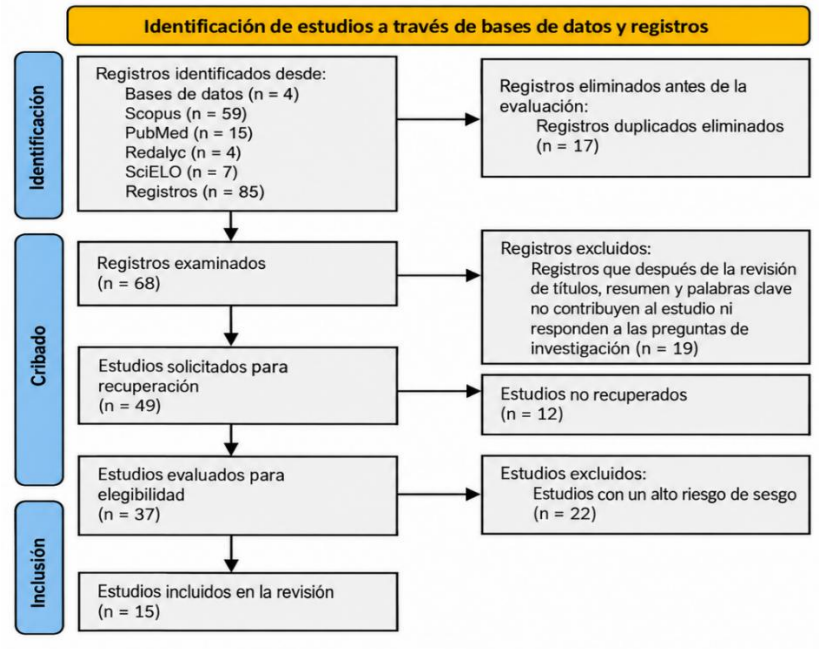
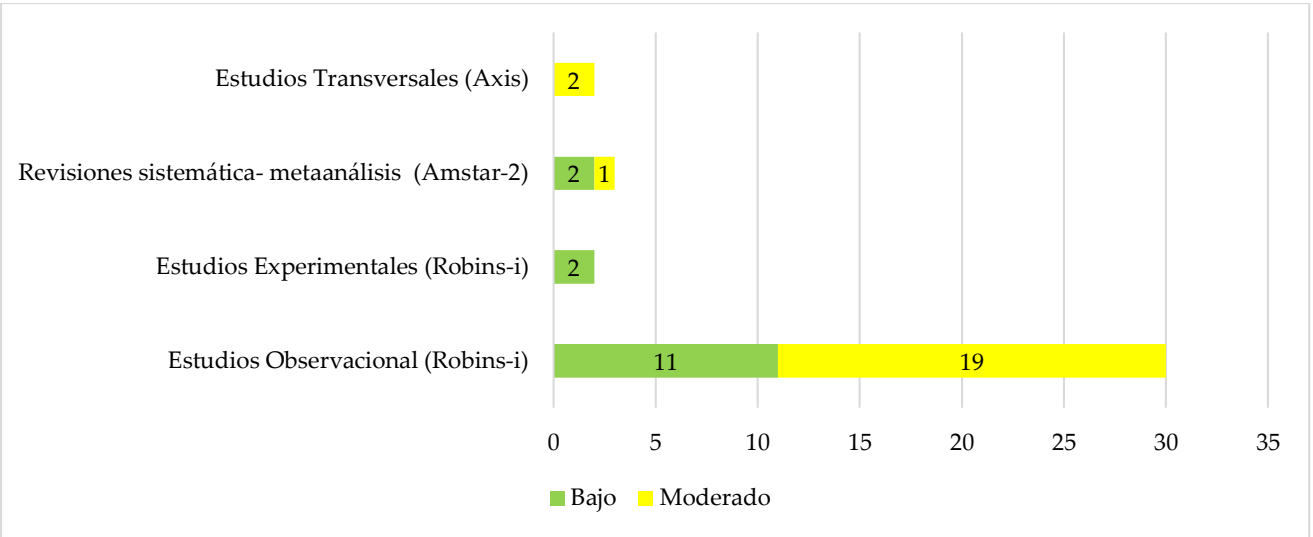


Figura 2

Evaluación del riesgo de sesgo



3. Resultados

Relación entre los niveles séricos de cistatina C y la función renal en pacientes con insuficiencia renal aguda

La tabla 3 resume los estudios más relevantes que han evaluado la relación entre los niveles séricos de cistatina C y la función renal en pacientes con insuficiencia renal aguda (IRA). Se incluyen investigaciones realizadas en distintas poblaciones, desde neonatos hasta adultos críticos, incluyendo pacientes postoperatorios y con sepsis o cirrosis hepática.

Tabla 3

Niveles séricos de cistatina C y su asociación con la función renal en pacientes con insuficiencia renal aguda

Autores	País	Población	Cistatina C como biomarcador de función renal	Relación entre cistatina C y deterioro de la función renal	Cistatina C como predictor de evolución de la insuficiencia renal aguda
Linne et al. (2022)	Finlandia	802 pacientes con sepsis	Proteína de 13.4 kDa, menos afectada por masa muscular y nutrición	Concentraciones elevadas asociadas con desarrollo de IRA	Mayor mortalidad a 90 días y estratificación de riesgo
Wasfy et al. (2022)	Estados Unidos	209 pacientes con cirrosis hepática	Proteína de 13 kDa, filtrada libremente, independiente de edad, sexo y raza	Niveles altos asociados con fracaso de recuperación renal y necesidad de RRT	Cistatina C pico: predictor de mortalidad; basal: predictor de recuperación renal
Yang et al. (2022)	Ucrania	357 pacientes con disección aórtica aguda	Proteína de 13 kDa, independiente de masa muscular, sexo y edad	Niveles >1.18 mg/L asociados con IRA y disminución de filtración glomerular	Predictor de mortalidad intrahospitalaria; AUC-ROC 0.655
Pei et al. (2022)	China	Estudios individuales con 40–628 pacientes	Proteína de 13 kDa, independiente de masa muscular, sexo y edad	Niveles elevados perioperatorios correlacionan con disminución de eGFR	Sensibilidad 0.67, especificidad 0.87, AUC 0.86
Stryzha & Anikin (2023)	China	1.222 adultos críticos	Proteína de 13 kDa, más rápida que creatinina para cambios de filtración	sCysC ≥1.02 mg/L: 46.5% IRA vs 10.2% <1.02 mg/L	OR ajustado 2.649; IC 95%: 1.842–3.810
Naqvi et al. (2023)	India	151 participantes: 91 ACLF (63 IRA, 28 no- IRA), 30 IRA no hepática, 30 controles	Proteína de 13 kDa, independiente de masa muscular y sexo	Elevados niveles en ACLF-IRA y IRA no hepática	No predictivo dentro del subgrupo ACLF
Fang et al. (2023)	China	44 neonatos de término (≥37 semanas)	Proteína de 13 kDa, filtrada libremente, sensible a daño renal temprano	Neonatos con IRA: CysC estable con eGFR reducido	Metaanálisis: sensibilidad 0.84, especificidad 0.81, AUC 0.88
Abadeer et al. (2023)	Egipto	621 adultos post-cirugía cardíaca	Proteína de 13 kDa, independiente de factores extrarrenales	Proteína 13 kDa, independiente de factores extrarrenales	Proteína 13 kDa, independiente de factores extrarrenales
Susianti et al. (2024)	Indonesia	130 participantes: saludables (n=23), sepsis con IRA (n=48), sepsis sin IRA (n=59)	Proteína inhibidora de cisteína de 13 kDa, filtrada libremente, sensible a cambios tempranos	Niveles elevados asociados con IRA y disminución de eGFR	Incluida en modelos predictivos de IRA (Naïve Bayes y SVM)
Prowle et al. (2024)	Macedonia	30 hombres sometidos a LRP	Proteína de bajo peso molecular,	Aumento significativo	Mayor sensibilidad que creatinina y urea

			independiente de masa muscular y edad	postoperatorio refleja deterioro renal	
Horne et al. (2025)	Reino Unido	849 participantes, 425 con IRA y 424 sin IRA	Marcador independiente de masa muscular, permite calcular eGFRcys	eGFRcys menor que eGFRcr, refleja disminución de función renal real	CMI asociado con mortalidad, readmisión y IRA recurrente
Abdelsattar et al. (2025)	Turquía	232 muestras: 108 controles, 124 IRA	Proteína de 13 kDa, sensible a daño renal temprano	Niveles elevados reflejan disminución de filtración glomerular	Permite predicción temprana de IRA y monitoreo
Yaşar et al. (2025)	Irak	621 adultos sometidos a reemplazo total de arco aórtico	Proteína de 13 kDa, independiente de masa muscular y edad	Niveles más altos en pacientes con IRA post-TAAR	Mejora AUC-ROC de 0.844 a 0.909 combinada con uNAG
Mojahedi et al. (2025)	Estados Unidos	90 neonatos prematuros (28–36 semanas)	Proteína de 13 kDa, independiente de factores no renales	Elevación postnatal correlaciona con disminución precoz de GFR	ROC AUC=1.0, sensibilidad y especificidad 100%, corte >1.25 mg/L
Helmersson-Karlqvist et al. (2026)	India	60 adultos sometidos a trasplante hepático de donante vivo	Proteína de 13 kDa, independiente de masa muscular y función hepática	Elevación postoperatoria en IRA	AUC 0.71, sensibilidad 55%, especificidad 85%

Nota. IRA: lesión renal aguda, por sus siglas en inglés; *ACLF:* insuficiencia hepática aguda sobre crónica; *CysC:* cistatina C; *sCysC:* cistatina C sérica; *GFR:* tasa de filtración glomerular; *eGFR:* tasa de filtración glomerular estimada; *eGFRcys*: tasa de filtración glomerular estimada mediante cistatina C; *eGFRcr*: tasa de filtración glomerular estimada mediante creatinina; *RRT:* terapia de reemplazo renal; AUC: área bajo la curva; *ROC*: curva de características operativas del receptor; *OR*: razón de momios; *IC*: intervalo de confianza; *SVM*: máquina de vectores de soporte; *TAAR:* reemplazo total del arco aórtico; *uNAG:* N-acetil-β-D-glucosaminidasa urinaria; *kDa*: kilodaltones.

Los niveles séricos elevados de cistatina C (CysC) se asocian directamente con la disminución de la función renal en pacientes con insuficiencia renal aguda (IRA). En diferentes poblaciones, incluyendo adultos críticos, pacientes con sepsis, cirrosis hepática, neonatos prematuros y postoperatorios de cirugía cardíaca, la CysC se comporta como un biomarcador sensible y precoz de deterioro glomerular.

La cistatina C, de bajo peso molecular (~13 kDa), es filtrada libremente por los glomérulos y degradada en los túbulos proximales, independiente de la masa muscular, sexo, edad o factores extrarrenales. Esta característica permite que su concentración sérica refleje cambios tempranos en la tasa de filtración glomerular (eGFR) antes de que la creatinina o BUN muestren alteraciones significativas. Por ejemplo, Susianti et al. (2024) y Abdelsattar et al. (2025) reportaron que los pacientes con niveles elevados de cistatina C tenían una mayor incidencia de IRA y disminución de eGFR, mientras que Pei et al. (2022) y Mojaheder et al. (2025) demostraron que la elevación postoperatoria o postnatal de CysC se correlaciona con daño renal precoz en adultos y neonatos, respectivamente.

Además, varios estudios evidencian que la CysC no solo refleja la presencia de IRA, sino que también tiene valor pronóstico en la evolución de la enfermedad. Horne et al. (2025) y Linne et al. (2022) muestran que niveles más altos de CysC se asocian con mortalidad, readmisión y IRA recurrente, mientras que Helmersson-Karlqvist et al. (2026) reportan AUC de 0.71 en la predicción de IRA post-trasplante hepático, lo que confirma su utilidad para estratificar riesgo y guiar intervenciones tempranas.

En poblaciones especiales, como neonatos (Fang et al., 2023; Mojahedi et al., 2025), los niveles elevados de CysC se asocian con disminución de eGFR incluso cuando la creatinina permanece estable, demostrando su superioridad para la detección temprana de daño renal subclínico. Esto también se observa en pacientes críticos y postoperatorios de cirugía cardíaca (Abadeer et al., 2023; Yaşar et al., 2025), donde CysC predice IRA antes que los marcadores tradicionales y mejora la capacidad diagnóstica al integrarse con otros biomarcadores como uNAG o NGAL.

Precisión diagnóstica de la cistatina C en comparación con los marcadores convencionales para la identificación temprana de la insuficiencia renal aguda

En la tabla 4 se resumen los hallazgos sobre la precisión diagnóstica de la cistatina C frente a los marcadores convencionales, como la creatinina y el BUN, para la identificación temprana de la insuficiencia renal aguda (IRA). Se incluyen detalles sobre la población estudiada, los valores de sensibilidad, especificidad y AUC-ROC, así como la capacidad de la cistatina C para detectar cambios renales precoces y su utilidad como predictor de evolución clínica.

Tabla 4

Precisión diagnóstica de la cistatina C frente a marcadores convencionales para la identificación temprana de la insuficiencia renal aguda

Autores	Marcadores convencionales	Marcadores convencionales	Marcadores convencionales
Linne et al. (2022)	Creatinina sérica	eGFRcys identifica más pacientes con CKD	Detecta SPS y riesgo de mortalidad más temprano que creatinina
Wasfy et al. (2022)	Creatinina	ROC pico: AUC 0.690; ROC basal: AUC 0.711	Detecta deterioro renal antes que creatinina; estratifica riesgo y pronóstico
Yang et al. (2022)	Creatinina sérica	AUC-ROC IRA: 0.807	Detecta deterioro 1–2 días antes que creatinina; estratifica riesgo de IRA y mortalidad
Pei et al. (2022)	Creatinina y urea	DOR 14, +LR 5.17, -LR 0.38	Detecta IRA antes que creatinina; permite intervención temprana
Stryzha & Anikin (2023)	Creatinina y urea	AUC-ROC 0.766, corte 1.02 mg/L	Detecta IRA precozmente; combinada con NT-proBNP mejora discriminación
Naqvi et al. (2023)	Creatinina sérica	AUROC ACLF-IRA vs no-IRA: 0.64; vs IRA no hepática: 0.79	Detecta deterioro renal antes que creatinina; mejor discriminación IRA no hepática
Fang et al. (2023)	Creatinina	AUC-ROC 0.88, DOR 22.58	Detecta IRA precozmente; adaptaciones pediátricas de eGFR no validadas
Abadeer et al. (2023)	Creatinina y urea	DOR 14, +LR 5.17, -LR 0.38	Detecta IRA precozmente; permite intervención temprana y estratificación de riesgo
Susianti et al. (2024)	Creatinina y diuresis	Sensibilidad 54,2%, especificidad 51,2%	Detecta cambios antes que creatinina; independiente de sexo y masa muscular

Prowle et al. (2024)	Creatinina y urea	Delta CysC postoperatorio significativo (p=0.001)	Detecta IRA precozmente, independiente de factores extrarrenales
Horne et al. (2025)	Creatinina (eGFRcr)	eGFRcys detecta mayor proporción de pacientes con CKD post-IRA	Detecta disminución de eGFR aunque creatinina sobreestima función; permite indicadores pronósticos
Abdelsattar et al. (2025)	Creatinina y BUN	Correlación con eGFR: r=-0.764, p=0.000	Detecta IRA antes que creatinina y BUN
Yaşar et al. (2025)	Creatinina sérica	AUC-ROC 0.864; corte óptimo 1.395 mg/L	Detecta deterioro renal precoz; permite integrar modelos predictivos
Mojahedi et al. (2025)	Creatinina y BUN	AUC-ROC 1.0	Eleva antes que creatinina y BUN; permite identificación inmediata de neonatos en riesgo
Helmersson-Karlqvist et al. (2026)	Creatinina y NGAL urinaria	Cistatina C final > basal y NGAL	Detecta IRAprecozmente; permite estratificación de riesgo

Nota. IRA: lesión renal aguda; *ACLF:* insuficiencia hepática aguda sobre crónica; *CKD:* enfermedad renal crónica; *CysC*: cistatina C; *eGFR:* tasa de filtración glomerular estimada; *eGFRcys:* tasa de filtración glomerular estimada mediante cistatina C; *eGFRcr*: tasa de filtración glomerular estimada mediante creatinina; *SPS:* síndrome del poro encogido; *AUC*: área bajo la curva; *ROC*: curva de características operativas del receptor; *AUROC:* área bajo la curva *ROC*; *DOR:* razón de momios diagnóstica; *+LR*: razón de verosimilitud positiva; *−LR*: razón de verosimilitud negativa; *BUN*: nitrógeno ureico en sangre; *NT-proBNP*: fragmento N-terminal del propéptido natriurético tipo B; *NGAL*: lipocalina asociada a la gelatinasa de neutrófilos; *r:* coeficiente de correlación; *p*: valor de significación estadística; *delta CysC*: cambio en la concentración de cistatina C.

La cistatina C ofrece una mayor precisión diagnóstica y sensibilidad para la detección temprana de IRA en comparación con los marcadores tradicionales como creatinina sérica, BUN o eGFR basado en creatinina. En poblaciones diversas, incluyendo adultos críticos, pacientes con sepsis, cirrosis hepática, neonatos prematuros y postoperatorios de cirugía cardíaca, la CysC se eleva antes que la creatinina, lo que permite identificar el deterioro de la función renal de manera precoz.

En la mayoría de los estudios, los valores de AUC-ROC (Área Bajo la Curva de Características Operativas del Receptor) para CysC oscilan entre 0.71 y 1.0, mientras que los marcadores convencionales presentan retrasos en la elevación y menor sensibilidad. Por ejemplo, Wasfy et al. (2021) reportaron AUC de 0.690–0.711 para CysC frente a creatinina, mientras que Mojahedi et al. (2025) alcanzaron AUC=1.0 en neonatos, demostrando identificación inmediata de IRA antes que la creatinina y BUN. De manera consistente, Susianti et al. (2024) y Abdelsattar et al. (2025) muestran que CysC detecta cambios funcionales tempranos de forma independiente de sexo, masa muscular o factores extrarrenales.

Además, la cistatina C combinada con otros biomarcadores (como uNAG o NT-proBNP) mejora la discriminación diagnóstica y la capacidad predictiva de modelos clínicos, como reportan Stryzha & Anikin (2023) y Yaşar et al. (2025). Esto indica que CysC no solo detecta IRA más rápido, sino que también permite un monitoreo más preciso y estratificación de riesgo, superando las limitaciones de la creatinina y el BUN, que reflejan cambios renales de forma tardía.

4. Discusión

Los resultados obtenidos destacan que la cistatina C (CysC) es un biomarcador altamente sensible y precoz de la función renal en pacientes con insuficiencia renal aguda (IRA), lo cual concuerda con los

fundamentos teóricos de Alemán et al. (2025) y Urbina & Urbina (2021), quienes enfatizan su independencia frente a factores extrarrenales como edad, sexo y masa muscular, a diferencia de la creatinina sérica, tradicionalmente utilizada en la práctica clínica. Esta propiedad permite a la CysC reflejar de manera más fiel la disminución de la tasa de filtración glomerular, especialmente en etapas tempranas del daño renal.

Los estudios revisados muestran que niveles séricos elevados de CysC se correlacionan directamente con deterioro renal, manifestado por disminución de eGFR y desarrollo de IRA, en distintos contextos clínicos. Por ejemplo, Susianti et al. (2024) y Abdelsattar et al. (2025) evidencian que la elevación de CysC precede a la creatinina, lo que permite identificar IRA subclínica en pacientes sépticos y neonatos prematuros. En adultos críticos y pacientes postoperatorios de cirugía cardíaca, Yaşar et al. (2025) y Abadeer et al. (2023) reportan que CysC detecta deterioro renal precoz y permite integración en modelos predictivos, reforzando la consistencia con la teoría que postula que biomarcadores tempranos son fundamentales para la prevención de complicaciones y para la intervención clínica oportuna.

Además, varios autores señalan que CysC tiene valor pronóstico adicional. Horne et al. (2025) y Linne et al. (2022) reportan que niveles elevados se asocian con mortalidad, readmisión hospitalaria y recurrencia de IRA, lo que coincide con los planteamientos teóricos de Huidobro et al. (2021) sobre la utilidad de biomarcadores en la estratificación de riesgo. En población neonatal, Fang et al. (2023) y Mojahedi et al. (2025) demuestran que CysC detecta daño renal incluso cuando la creatinina permanece estable, evidenciando su superioridad para identificar IRA subclínica y permitir intervenciones tempranas.

La combinación de CysC con otros biomarcadores, como uNAG o NT-proBNP, potencia la capacidad diagnóstica y predictiva, como reportan Stryzha & Anikin (2023) y Yaşar et al. (2025). Esta evidencia apoya los fundamentos teóricos sobre la importancia de utilizar múltiples indicadores para mejorar la precisión diagnóstica y optimizar la toma de decisiones clínicas. CysC no solo es un marcador temprano, sino que también aporta información pronóstica significativa para la evolución de la IRA en diversas poblaciones clínicas.

Se sugiere que futuras investigaciones evalúen la integración de la CysC con otros biomarcadores emergentes y herramientas de inteligencia artificial para optimizar la predicción temprana y la estratificación de riesgo, así como explorar protocolos estandarizados para su uso clínico en la monitorización continua de la función renal y la prevención de complicaciones asociadas a la insuficiencia renal aguda.

5. Conclusiones

Los estudios analizados evidencian que la cistatina C presenta utilidad como biomarcador para la evaluación temprana de la lesión renal aguda, debido a su asociación con cambios en la función glomerular y con el desarrollo de IRA. La evidencia disponible muestra que sus concentraciones pueden alterarse antes que los marcadores tradicionales, lo que permite identificar modificaciones tempranas del estado renal y aportar información adicional para la clasificación del riesgo.

Una de las principales ventajas de la cistatina C radica en su menor influencia por variables biológicas como la masa muscular, el sexo o la edad, factores que pueden limitar la interpretación de la creatinina sérica. Además, los estudios incluidos reportan valores favorables de sensibilidad, especificidad y área bajo la curva, aunque su rendimiento puede variar según la población estudiada, el contexto clínico y el criterio diagnóstico utilizado.

Desde una perspectiva clínica, la cistatina C puede contribuir a una mejor estratificación del riesgo, al seguimiento de la función renal y a la toma oportuna de decisiones terapéuticas. Su utilización conjunta con otros biomarcadores podría complementar los métodos convencionales y favorecer una valoración más integral de los pacientes con insuficiencia renal aguda.

Referencias

Abadeer, M., Swartz, M., Martin, S., Groves, A., Kent, A., Schwartz, G., Brophy, P., Alfieris, G., & Cholette, J. (2023). Using serum cystatin C to predict acute kidney injury following infant cardiac surgery. *Pediatric Cardiology, 44*(4), 855–866. https://doi.org/10.1007/s00246-022-03080-y

Abdelsattar, S., Al-Amodi, H., Nazih, M., Salem, E., Mostafa, R., Menshawy, S., El-Banna, A., Abdelgawad, B., Nabih, O., Mohsen, Y., Abozeid, E., Abd El-Hamid, M., Shoman, N., Ahmed, N., Nabil, M., & Abdel-Wahab Mohamed, D. (2025). Genotype–phenotype correlation of TNF-α (−238, rs361525) and cystatin C for early detection of sepsis-associated AKI and its severity in critically ill neonates. *International Journal of Molecular Sciences, 26*(14), Article 6738. https://doi.org/10.3390/ijms26146738

Alemán, A., Pérez, L., Gonzales, Y., & Moré, C. (2023). Cistatina C: la necesidad de su conocimiento en la atención preventiva de daño renal. *Edumecentro, 15*, Article e2559. https://www.medigraphic.com/pdfs/edumecentro/ed-2023/ed231r.pdf

Barrionuevo, M., Ramos, M., & Tacle, C. (2024). Insuficiencia renal aguda: importancia del laboratorio en el diagnóstico. *Enfermería Investiga, 9*(1), 77–84. https://n9.cl/i5hup

Bonilla, S., Gualán, M., Chacón, G., & Torres, L. (2021). Insuficiencia renal aguda. *Tesla Revista Científica*. https://n9.cl/s55zp

Chilán, C., Pibaque, N., Ponce, J., & Taco, J. (2025). Enfermedad renal: el papel de los biomarcadores para el diagnóstico y monitoreo. *Revista Veritas de Difusão Científica, 6*(2), 4582–4605. https://doi.org/10.61616/rvdc.v6i2.852

Cruz, L., & Cieza, J. (2021). Relación entre el índice urémico y la función renal en pacientes con enfermedad renal crónica y en personas sanas. *Revista Médica Herediana, 32*(4), 216–223. https://n9.cl/4jry4

Fang, M., Li, J., Fang, H., Wu, J., Wu, Z., He, L., Deng, J., & Chen, C. (2023). Prediction of acute kidney injury after total aortic arch replacement with serum cystatin C and urine N-acetyl-β-d-glucosaminidase: A prospective observational study. *Clinica Chimica Acta, 539*, 105–113. https://doi.org/10.1016/j.cca.2022.12.002

Helmersson-Karlqvist, J., Byberg, L., Ärnlöv, J., Bell, M., Mårtensson, J., Dardashti, A., Svensson, M. K., Larsson, A., Marks-Hultström, M., & Lipcsey, M. (2026). Development and Validation of a Cystatin C-based Staging of AKI in Critically Ill Patients. *Kidney International Reports, 11*(6), Article 106514. https://doi.org/10.1016/j.ekir.2026.106514

Horne, K., Packington, R., Monaghan, J., Kurth, M., Richardson, C., Ruddock, M., Taal, M., Banks, R., & Selby, N. (2025). Comparing cystatin C estimated GFR with creatinine estimated GFR in acute kidney injury recovery. *Kidney International Reports, 10*(8), 2741–2750. https://doi.org/10.1016/j.ekir.2025.05.004

Huidobro, J., Guzmán, A., & Tagle, R. (2021). Uso de la cistatina C como biomarcador para estimar la

tasa de filtración glomerular. *Revista Médica de Chile, 149*(1), 98–102. https://n9.cl/zgopc

Lambis-Loaiza, L., Roldan-Tabares, M., & Martínez-Sánchez, L. (2022). Enfermedad renal crónica: cistatina C como marcador diagnóstico. *Salutem Scientia Spiritus, 8*(3), 51–57. https://n9.cl/0kcm6

Linné, E., Elfström, A., Åkesson, A., Fisher, J., Grubb, A., Pettilä, V., Vaara, S., Linder, A., & Bentzer, P. (2022). Cystatin C and derived measures of renal function as risk factors for mortality and acute kidney injury in sepsis: A post-hoc analysis of the FINNAKI cohort. *Journal of Critical Care, 72*, Article 154148. https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2022.154148

Méndez-Durán, A. (2021). Evolución del tratamiento sustitutivo de la función renal en México en los últimos 10 años. *Nefrología (English Edition), 41*(1), 82–83. https://n9.cl/1thraa

Mojahedi, A., Kalogeropoulos, A., Chen, O., & Skopicki, H. (2025). The role of cystatin C in the prediction of contrast-induced acute kidney injury following coronary procedures: A systematic review. *Reviews in Cardiovascular Medicine, 26*(7), Article 36643. https://doi.org/10.31083/RCM36643

Montero, D., Abarca, I., & Chavarría, A. (2022). Fórmulas y marcadores endógenos para la evaluación de la función renal en adultos mayores. *Revista Médica Sinergia, 7*(3). https://n9.cl/driz7q

Naqvi, R., Hossain, N., Butt, S., Bhellar, Z., Fatima, E., Imtiaz, S., Moosa, P. G., Abbas, K., Jafri, S., & Khan, S. (2023). Efficacy of multiple Biomarkers: NGAL, KIM1, Cystatin C and IL18 in predicting pregnancy related acute kidney injury. *Pakistan Journal of Medical Sciences, 39*(1), 34–40. https://doi.org/10.12669/pjms.39.1.6930

Pei, Y., Zhou, G., Wang, P., Shi, F., Ma, X., & Zhu, J. (2022). Serum cystatin C, kidney injury molecule-1, neutrophil gelatinase-associated lipocalin, klotho and fibroblast growth factor-23 in the early prediction of acute kidney injury associated with sepsis in a Chinese emergency cohort study. *European Journal of Medical Research, 27*, Article 39. https://doi.org/10.1186/s40001-022-00654-7

Pico, A., García, G., Giraldo, M., Jeton, A., Zambrano, M., Lara, A., Guanotuña, S., & Estévez, S. (2025). Insuficiencia renal aguda: nuevas directrices para el diagnóstico y manejo. *Ibero-American Journal of Health Science Research, 5*(2), 424–430. https://doi.org/10.56183/iberojhr.v5i2.837

Prowle, J., Croal, B., Abbott, T., Cuthbertson, B., & Wijeysundera, D. (2024). Cystatin C or creatinine for pre-operative assessment of kidney function and risk of post-operative acute kidney injury: A secondary analysis of the METS cohort study. *Clinical Kidney Journal, 17*(1), Article sfae004. https://doi.org/10.1093/ckj/sfae004

Simón, E., Charco, L., Membrilla, C., & Sánchez, M. (2021). Insuficiencia renal aguda en el paciente séptico. *Revista Electrónica AnestesiaR, 13*(10). https://n9.cl/jf6wr

Strizhak, L., & Anikin, I. (2023). SERUM CYSTATIN C AS A MARKER OF ACUTE KIDNEY INJURY IN NEONATES WITH HYPOXIC-ISCHEMIC ENCEPHALOPATHY SUBJECTED TO THERAPEUTIC COOLING. *Neonatology, Surgery and Perinatal Medicine, 12*(4[46]), 49–58. https://doi.org/10.24061/2413-4260.XII.4.46.2022.8

Susianti, H., Asmoro, A., Sujarwoto, W., Sutanto, H., Kusdijanto, A., Kuwoyo, K., Hananto, K., & Khrisna, M. (2024). Acute kidney injury prediction model using cystatin-C, beta-2 microglobulin, and neutrophil gelatinase-associated lipocalin biomarker in sepsis patients. *International Journal of Nephrology and Renovascular Disease, 17*, 105–112. https://doi.org/10.2147/IJNRD.S450901

Urbina, C., & Urbina, K. (2021). Cistatina C y creatinina sérica como predictor de falla renal aguda en pacientes críticamente enfermos. *RECIMUNDO, 5*(4), 132–142. https://n9.cl/g51qk

Wasfy, S., Wasfey, E., Elmaraghy, A., AbdelFatah, E., & Tharwat, A. (2022). Cystatin C and neutrophil gelatin-associated lipocalin (NGAL) can predict acute kidney injury and in-hospital mortality in COVID-19 patients. *Journal of Cellular & Molecular Anesthesia, 7*(1), 32–39. https://doi.org/10.22037/jcma.v7i1.36855

Yang, H., Lin, C., Zhuang, C., Chen, J., Jia, Y., Shi, H., & Zhuang, C. (2022). Serum cystatin C as a predictor of acute kidney injury in neonates: A meta-analysis. *Jornal de Pediatria, 98*(3), 230–240. https://doi.org/10.1016/j.jped.2021.08.005

Yaşar, E., Toker, M., Saruhan, E., & Gürsoy, C. (2025). Impact of liberal versus restrictive fluid management on acute kidney ınjury after nephrectomy: a randomised controlled trial with cystatin C evaluation. *BMC Urology, 25*, Article 270. https://doi.org/10.1186/s12894-025-01954-w

Transparencia

Conflicto de interés

Las autoras declaran que no existen conflictos de interés de naturaleza alguna como parte de la presente investigación.

Fuente de financiamiento

Las autoras financiaron completamente la investigación.

Contribución de autoría

Joselyn Aída Asqui Picuña: Conceptualización, metodología, software, análisis formal, investigación, gestión de datos, visualización, redacción - preparación del borrador original, redacción - revisión y edición, financiamiento, recursos.

Silvia Paola Monar Basantes: Conceptualización, metodología, validación, análisis formal, investigación, visualización, administración del proyecto, supervisión.

Las autoras contribuyeron activamente en el análisis de los resultados, revisión y aprobación del manuscrito final.