

Glomerular filtration rate and cystatin c as markers of kidney damage: cause and staging in the world population

Tasa de filtración glomerular y cistatina c como marcadores de daño renal: causa y estadificación en población mundial

Autores:

Dra. Castro-Jalca, Jazmín Elena PhD
UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ
Docente tutor, Facultad de ciencias de la salud
Jipijapa-Ecuador



jazmin.castro@unesum.edu.ec



<https://orcid.org/0000-0001-7593-8552>

Chiquito-Suárez, Erika Johanna
UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ
Egresada de la carrera de laboratorio clínico, Facultad de ciencias de la salud
Jipijapa-Ecuador



chiquito-erika4136@unesum.edu.ec



<https://orcid.org/0000-0002-7721-0423>

Mero-Castro, Mirian Monserrate
UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ
Egresada de la carrera de laboratorio clínico, Facultad de ciencias de la salud
Jipijapa-Ecuador



mero-mirian1648@unesum.edu.ec



<https://orcid.org/0000-0002-0065-582X>

Fechas de recepción: 30-JUN-2024 aceptación: 01-AGO-2024 publicación: 15-SEP-2024



<https://orcid.org/0000-0002-8695-5005>

<http://mqrinvestigar.com/>

Resumen

La tasa de filtración glomerular y la cistatina C son marcadores importantes que se utilizaron para evaluar la función y detectar daño renal, generalmente causado por diversos factores como hipertensión y diabetes. El estudio tuvo como objetivo demostrar la tasa de filtración glomerular y cistatina C como marcadores de daño renal: causa y estadificación en población mundial, se empleó una metodología documental, exploratoria de nivel explicativo. Entre los resultados se destacó que el daño renal podía ser causado por varios factores, como edad y el género, la presión arterial elevada, diabetes mellitus, hemorragias y dilataciones; la modificación de la dieta en enfermedades renales y la colaboración en epidemiología de la enfermedad renal crónica, la ecuación de Schwartz y las ecuaciones de Cockcroft-Gault y Jelliffe modificada fueron las ecuaciones más utilizadas para medir la tasa de filtración glomerular; los niveles normales de cistatina C oscilaron entre 0.6 y 1.3, sin embargo, estos niveles podían elevarse hasta 4 mg/L ante algún acontecimiento patológico; la mayoría de los participantes mostraron tener una tasa de filtración glomerular normal o aumentada, otra minoría mostró estar en la G2 tasa de filtración glomerular y una proporción más pequeña mostró tener tasa de filtración glomerular G4 y G5. Se concluyó que las condiciones crónicas como la diabetes y la hipertensión emergieron como contribuyentes importantes para la causa de daño renal; la evaluación de la tasa de filtración glomerular a través de varias ecuaciones ofreció una herramienta valiosa para comprender la función renal en la diversa población mundial.

Palabras clave: Ecuaciones; enfermedad renal; riñón



Abstract

Glomerular filtration rate and cystatin C are important markers used to assess function and detect kidney damage, usually caused by various factors such as hypertension and diabetes. The aim of the study was to demonstrate the glomerular filtration rate and cystatin C as markers of kidney damage: cause and staging in a world population, a documentary methodology, exploratory of explanatory level. Among the results it was highlighted that kidney damage could be caused by several factors, such as age and gender, high blood pressure, diabetes mellitus, hemorrhages and dilations; diet modification in kidney diseases and collaboration in epidemiology of chronic kidney disease, the Schwartz equation and the Cockcroft-Gault and modified Jelliffe equations were the most used equations to measure glomerular filtration rate; normal levels of cystatin C ranged between 0.6 to 1.3, however, these levels could rise up to 4 mg/L in the present of pathological event; the majority of participants were shown to have normal or increased glomerular filtration rate, another minority were shown to be at G2 glomerular filtration rate and a smaller proportion were shown to have G4 and G5 glomerular filtration rate. It was concluded that chronic conditions such as diabetes and hypertension emerged as important contributors to the cause of kidney damage; Assessment of glomerular filtration rate through various equations offered a valuable tool for understanding renal function in the diverse world population.

Key words: Equations; kidney disease; kidney

Introducción

Es conveniente llevar a cabo el siguiente estudio debido a que tanto la Tasa de Filtración Glomerular (TFG) como la cistatina C desempeñan un papel fundamental en la evaluación de la función renal y en la detección de daño en los riñones. La TFG ofrece una visión general de la función renal y se emplea ampliamente en la atención clínica. La cistatina C, aunque no se utiliza tan frecuentemente como la creatinina, puede actuar como un valioso indicador alternativo, especialmente en grupos de población en los cuales las mediciones basadas en creatinina pueden no ser tan precisas. Por lo tanto, la importancia de este estudio radica en comprender el valor de estos indicadores y su interpretación, lo cual es esencial para los profesionales de la salud en lo que respecta al diagnóstico, seguimiento y tratamiento de enfermedades renales.

El daño renal es la lesión de los riñones, los cuales son órganos que cumplen funciones vitales como filtrar los productos de desecho y el exceso de líquidos de la sangre, regular el equilibrio de electrolitos y producir hormonas que ayudan a controlar la presión arterial y producción de glóbulos rojos. El daño renal puede ser causado por una variedad de factores y puede variar de leve a grave (Nateghi Haredasht et al., 2022)

La tasa de filtración glomerular (TFG) se define como el volumen de plasma filtrado por los glomérulos por unidad de tiempo y generalmente se mide estimando la tasa de eliminación de una sustancia del plasma, se utiliza para caracterizar la función renal. Sus determinantes subyacentes, el número de nefronas y la TFG de una sola nefrona, caracterizan mejor la función renal, pero no son fáciles de medir en los pacientes. El uso de la TFG para caracterizar la enfermedad renal crónica (ERC) requiere comprender su variación fisiológica, así como su disminución con el envejecimiento saludable (Topf & Inker, 2019).

La cistatina C se ha propuesto como biomarcador renal que puede reemplazar o compensar a la creatinina, la concentración sérica de cistatina C fue menos dependiente de los factores que afectan la creatinina, los estudios demuestran que la cistatina C es igual o superior a los demás biomarcadores disponibles en diferentes grupos de pacientes, como son los pacientes con diabetes mellitus, ERC y trasplante renal, en estos pacientes, la cistatina C parece ser especialmente útil para detectar el deterioro temprano de la función renal, además, se ha demostrado que la cistatina C es un interesante biomarcador de riesgo cardiovascular (Porto et al., 2017).

Ravani, P y col. (Ravani et al., 2020) En su investigación llevada a cabo en el 2021 en Canadá, titulada “Asociación de la edad con el riesgo de insuficiencia renal en adultos con enfermedad renal crónica en estadio IV” cuya metodología fue de cohorte en 4 millones de personas, encontraron que la edad avanzada aumento el padecimiento de enfermedad renal crónica, 30.801 adultos, 17 294 mujeres (56,1%) y 13 507 hombres (43,9%) desarrollaron ERC en estadio IV, en promedio, la probabilidad de muerte era 3 veces más probable que la insuficiencia renal, 6 veces más probable entre los de 75 a 84 años y 25 veces más probable

entre los de 85 años o más y concluyeron que la creciente carga de ERC grave está causada principalmente por el envejecimiento de la población.

Werneburg, Glenn (Werneburg et al., 2023). en su investigación realizada en el año 2022 en Estados Unidos, titulada “La tasa de filtración glomerular estimada con cistatina C es un marcador más sensible de disfunción renal” utilizando un diseño de casos y controles en 306 pacientes, 102 casos y 204 controles, se obtuvo como resultado que en las diferencias en la tasa de filtración glomerular estimada fueron mayores en el grupo de casos en comparación con el grupo de control, además el 58% de los casos fueron reclasificados en una categoría de tasa de filtración glomerular estimada más baja cuando se utilizó la tasa de filtración glomerular estimada Cys en relación con la tasa de filtración glomerular estimada Cr y concluyeron que es necesaria una comparación de ecuaciones con la medición de la tasa de filtración glomerular.

Solis, M y co (Solis et al., 2020). en un estudio llevado a cabo en Quito, Ecuador durante el 2020, titulado “Correlación de cistatina “C” y creatinina sérica frente al filtrado glomerular en pacientes con nefropatía diabética” y cuya metodología fue descriptiva y transversal, con muestra de 124 participantes, se obtuvo como resultado que existe una correlación entre la cistatina C frente al filtrado glomerular fue del 92% (114; 124) con una significancia del 0,00 mostrando una estrecha significancia bilateral entre éstas dos técnicas, por otro lado la creatinina sérica frente al filtrado glomerular presentó una correlación del 66% (81; 124) que presentó una significancia bilateral del 0,01, se usó Tau_B de Kendall para comparar la analogía existentes entre estas dos pruebas y la TFG, los autores concluyeron que la cistatina C y la creatinina sérica mostraron una alta correlación con el filtrado glomerular en pacientes con Nefropatía Diabética.

La investigación fue factible, ya que se contó con el talento humano, así como los recursos materiales, tecnológicos y financieros disponibles, permitieron llevar a cabo una revisión exhaustiva de los contenidos. Con base en lo descrito anteriormente, surgió la siguiente pregunta: ¿Cuál es la importancia de la tasa de filtración glomerular y Cistatina C como marcadores de daño renal?

Material y métodos

Diseño y tipo de estudio

Revisión de tipo narrativa documental, exploratoria de nivel explicativo.

Criterios de elegibilidad

En el estudio se tomaron en cuenta los siguientes criterios:

Criterios de inclusión

- Investigaciones, artículos y documentos con acceso completo.
- Documentos científicos incluidos en bases de datos especializadas.
- Investigaciones y artículos de población mundial.
- Estudios pertinentes al tema previamente definido.

Criterios de exclusión

- Se descartaron los sumarios
- Tesis
- Documentos que no posibilitan el acceso gratuito
- Investigaciones llevadas a cabo en animales
- Estudios provenientes de sitios web no confiables o no verificados.

Análisis de la información

Las investigadoras de manera independiente se encargaron de realizar la búsqueda de títulos y resúmenes. Después de analizar de forma individual cada investigación, se llevó a cabo una evaluación para determinar si se incluiría o no el estudio para su lectura completa. Posteriormente, se procedió a construir una base de datos utilizando Microsoft Excel 2010, la cual abarcó información como título, año de publicación, tipo de estudio, autores, región, país, población, tipo de población, edad, género, prevalencia, aspectos clínicos, número de casos con y sin la enfermedad, y pruebas de laboratorio.

Seguidamente, se llevó a cabo la síntesis de los estudios revisados con el objetivo de extraer la información específica y necesaria que se incluiría en la revisión. Los desacuerdos surgidos durante la selección de los estudios fueron resueltos mediante diálogo y consenso entre los investigadores.

Estrategias de búsqueda

Se llevó a cabo una exhaustiva exploración en bases de datos científicas en inglés y español, publicados durante los últimos 10 años, así como en revistas indexadas como Google Académico, PubMed, Dialnet, Scielo, Web Of Science, Sciencedirect, Redalyc, NCBI y Springer. Además, se examinaron sitios web científicos, libros y otras fuentes que proporcionarían los datos necesarios para la construcción teórica de los resultados y la discusión del trabajo de investigación. Este proceso incluyó la aplicación de términos MESH



como "kidney", "glomerular filtration rate", "equations", "renal disease" "C cystatine" y la utilización de operadores booleanos AND, OR y NOT.

Se seleccionaron los artículos en función de las variables descritas en el título y los objetivos establecidos para la investigación. Durante la búsqueda bibliográfica, se identificó un total de 150 artículos publicados. Tras llevar a cabo la revisión y el análisis correspondientes, se eligieron 122 de ellos, los cuales proporcionan la información pertinente y se relacionan estrechamente con el tema establecido. Utilizando esta información, se creó una base de datos en el programa Microsoft Excel, extrayendo los datos necesarios conforme a las variables definidas en los objetivos.

Una vez completado el análisis de los resultados de búsqueda obtenidos, se sintetizó como se demuestra en la figura N.2.

Consideraciones éticas

En el marco de consideraciones éticas, se veló por el respeto a los derechos de autor mediante una meticulosa citación de la información, en estricto cumplimiento con las directrices establecidas por las normas Vancouver. Además, se han integrado los principios orientados a las buenas prácticas de publicación de investigación, y se ha observado con rigurosidad el acatamiento de las normativas éticas formales vinculadas a la recolección de datos primarios.

Resultados

Tabla 1. Causas de daño renal en la población mundial.

Referencia	Región	País	Año de publicación	Metodología	Genero	Edad	C
Lee, H y col.(H. Lee et al., 2022)	Asia	Corea del Sur	2022	estudio de cohorte prospectivo	Femenino: 1868	45-58	Pr
Hussain, M y col.(Hussain et al., 2021)		Pakistán	2021	Estudio comparativo	Masculino 99	62-63	
Cha, R y col.(Cha et al., 2020)		Corea del Sur	2020	Estudio longitudinal	Masculino 240	60	E
Awan, S y col.(Awan et al., 2020)		Pakistán	2020	Estudio prospectivo	Femenino 90	22-37	E h h co c
Ibarra, M y col.(Ibarra Rodríguez et al., 2022)	Europa	España	2022	Estudio retrospectivo, descriptivo, analítico y transversal	Masculino 685	3 meses – 19 años	
Mahajan, A y col.(Mahajan et al., 2020)		Reino Unido	2020	Revisión sistemática	Masculino 26	12 meses - 5 años	
Groot, N y col.(Groot et al., 2019)		Países Bajos	2019	Estudio de cohorte	Femenino 111	20 - 39	
Caviedes, M y col.(Caviedes-Cleves et al., 2022)	América	Colombia	2022	Estudio descriptivo	Masculino 21	45-65	en
De la Torre, K y col.(De la Torre-Cisneros et al., 2022)		Ecuador	2021	Estudio de cohorte clínico retrospectivo	Femenino 410	65	D
Farkash, E y col.(Farkash et al., 2020)		Estados Unidos	2020	Reporte de caso	Masculino 1	53	la
Pastrana, M y col.(Pastrana et al., 2020)		Honduras	2020	Estudio transversal y descriptivo	Femenino 137 Masculino 138	18- 90	Di

Análisis

Basado en los datos obtenidos en la siguiente tabla, se puede evidenciar que el daño renal puede ser causado por varios factores, como la edad y el género, se demuestra que llega afectar en mayor significancia a la población masculina especialmente al grupo de edad de 45 a 62 años, esto conjugado con otras variables más específicas y de mayor reconocimiento como lo son la presión arterial elevada, lupus eritematoso sistémico, enfermedad renal crónica previa, diabetes mellitus, infección, agrandamiento de la próstata, hemorragias y dilataciones, adicionalmente en aquellos bebes de 3 meses en adelante también se observan causas las dilataciones no obstructivas, displasia renal y el lupus mencionado anteriormente.

Tabla 2. Ecuaciones de la tasa de filtración glomerular en población mundial.

Referencia	Población	Ecuaciones	Estadios			
			G1 TFG normal o aumentada (>90)	G2 TFG leve (60-89)	G3 TFG moderada (30-59)	G4 TFG severa (15-29)
H y col.(Pottel et al., 2024)	113	Modification of Diet in Renal Disease (MDRD)	65	34	13	0
Yee, M y col.(Yee et al., 2015)	15	Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration (CKD-EPI)	7	4	4	0
Quiroga y Díez.(Quiroga & Díez, 2023)	63	Ecuaciones de Cockcroft-Gault, Jelliffe modificada	40	12	8	3
Delanaye, P y col.(Delanaye et al., 2014)	47	Chronic Kidney Disease Epidemiology Consortium (CKD-EPI)	3	4	40	0

Seung, H y col. (H. S. Lee et al., 2023)	148	la fórmula de Schwartz modificada	44	36	31	40
Debbie, C y col. (D. C. Chen et al., 2022)	4956	CKD Epidemiology Collaboration (CKD-EPI)	1020	986	1652	0
Mansour, A y col. (Mansour et al., 2023)	58	(CKD-EPI)	23	25	10	0
Chi, X y col. (Chi et al., 2017)	1296	CKD Epidemiology Collaboration (CKD-EPI)	98	121	264	83
Fisecha, T y col. (Fiseha et al., 2019)	414	CKD Epidemiology Collaboration (CKD-EPI)	166	142	52	26
Giavarina, D y col. (Giavarina et al., 2021)	38188	European Kidney Function Consortium (EKFC)	18530	16723	2430	210

Análisis

La estimación de la tasa de filtración glomerular es crucial para evaluar la función renal, las más comunes y más utilizadas se encuentran la modificación de la dieta en enfermedades renales (MDRD) y la Colaboración en epidemiología de la enfermedad renal crónica (CKD-EPI), la ecuación de Schwartz, y las ecuaciones de Cockcroft-Gault y Jelliffe modificada son fórmulas utilizadas para estimar la tasa de filtración glomerular (TFG), de entre todas la CKD-EPI es la de mayor reconocimiento y precisión, siendo esta la más empleada para la cuantificación de la tasa de filtración glomerular, los estudios demuestran que la tasa de filtración glomerular en los participantes estudiados se encontraban en el estadio G1, TFG normal o aumentada.

Tabla 3. Valores de cistatina c según género en población mundial.



Referencia	Región/	País	Año de publicación	Metodología	Población	Genero	valores norm cistatin
Xie, J y Shenghua.(Xie & Jie, 2022)		China	2021	análisis univariado	250	H: 250	H: < 1,20 mg/L n=180 (70%)
Chen, Z y col.(Z. Chen et al., 2021)		China	2021	estudio de cohorte prospectivo	682 pacientes	H: 452 M: 230	H y M: < 0,89 mg n= 597 (87,54%)
Li, Y y col.(Li et al., 2020)	Asia	China	2020	Estudio retrospectivo	101 pacientes	H: 101	H: 0,7-0,9 N= 64 (63,37%)
Kwang, S y col.(Erlandsen & Randers, 2018a)		Corea del Sur	2014	Estudio descriptivo	37 pacientes	16 Hombres, 21 Mujeres	H: 0,8-1,2 mg/dL N= 9 (56,25%) M: 0,7-1,1 mg/dL N= 11 (52,38%)
Edinga, M y col.(Edinga-Melenge et al., 2019)	Africa	Camerun	2019	estudio transversal	381 pacientes	H: 194 M: 187	M: 0,50-0,60 N= 149 (76,8%) H: 0,60-0,70 N= 134 (71,66%)
Niels Ziegelasch(Ziegelasch et al., 2019).		Alemania	2019	estudio de cohorte	1541 pacientes	H: 1541	H: 0,9 - 1,3 N= 1079 (70%)
Sean Cassidy, y col.(Mooney et al., 2019)	Europa	Reino Unido	2019	estudio de cohorte	1010 pacientes	M: 1010	M: 0,86-0,95 N= 713 (65%)
Erlandsen, E y col.(Erlandsen & Randers, 2018b)		Dinamarca	2019	Estudio descriptivo	152 pacientes	H y M: 152	H M:0,62-1,09 N= 84 (55%)
Mindikoglu, A y col.(Mindikoglu et al., 2018)		Estados Unidos	2019	estudio de cohorte	103 pacientes	H: 58 M:45	H: 0,7-1,17 N= 37 (65%) M: 0,8-1,10 32 (70%)
Jørn, E y col.(Erlandsen & Randers, 2018a)	America	Estados Unidos	2018	estudio de cohorte	1010 pacientes	M: 1010	M: 0,65-0,89 N= 757 (75%)
Wei, L y col. (Wei et al., 2014)		Brasil	2014	análisis de regresión lineal multivariado	800 pacientes	H: 485 N= 329 (68%) M: 315	H y M: 0.84 N= 504(63%)



Análisis

Los niveles séricos de cistatina C, un biomarcador de la función renal, desempeñan un papel crucial en la evaluación de la salud renal. Las disparidades de género en los niveles de cistatina C han sido objeto de investigación, revelando variaciones sutiles que dependen de la población estudiada y de las metodologías de medición empleadas. Dentro del grupo masculino, se ha observado que los niveles normales de cistatina C varían entre 0.6 y 1.3 mg/L. Sin embargo, en situaciones patológicas, estos niveles pueden elevarse significativamente, alcanzando valores de hasta 4 mg/L, lo que sugiere disfunción renal u otros problemas de salud asociados. En el caso de las mujeres, la variabilidad es más pronunciada. Los niveles normales de cistatina C típicamente oscilan entre 0.5 y 1.1 mg/L, pero en condiciones patológicas, la amplitud de estos valores aumenta, fluctuando entre 0.74 y 4.89 mg/L. Estos hallazgos subrayan la importancia de considerar cuidadosamente las variaciones de género al interpretar los niveles de cistatina C, así como la necesidad de utilizar métodos de medición estandarizados y específicos para obtener resultados clínicamente relevantes en la evaluación de la función renal.

Tabla 4. Describir mediante tasa de filtración glomerular y cistatina c la estadificación del daño renal.

Referencia	Población	Edad	Genero	Cistatina C	Estadios		
					G1 TFG normal o aumentada (>90)	G2 TFG leve (60-89)	G3 TFG moderada (30-59)
Kondhalkar, A y col.(Kondhalkar et al., 2021)	100	57	Masculino	>1,1 mg/L	25	30	15
Debbie, C y col.(D. C. Chen et al., 2022)	4956	59	Masc: 2800 Fem: 2156	1,73 mg/L	1020	986	1652
Luis, S y col.(Luis-Lima et al., 2019)	882	57	Masc: 611 Fem: 271	1,30 mg/L	252	251	176

Stefanie, B y col. (Benoit et al., 2020)	1741	55	Masculino	>1 mg/L	312	247	90
Gottlieb, E y col. (Gottlieb et al., 2023a)	1783	58	Masculino	1.5 mg/L	455	400	564
Major, R y col. (Major et al., 2018)	660	75	Masc: 395 Fem: 265	2.8 mg/L	220	200	155
Su, R y col. (Su et al., 2022)	105	33	Masc: 38 Fem: 67	1.5 mg/L	25	28	29
Nagel, G y col. (Nagel et al., 2023)	362	65	Masc: 215 Fem: 147	2,9 mg/L	100	95	68
Spencer, S y col. (Spencer et al., 2023)	122	74	Masculino	1.7 mg/L	75	30	15
Tavares, J y col. (Tavares et al., 2020)	348	77	Masculino	>2 mg/L	48	45	35

Análisis

En base a los resultados presentados en la presente tabla, se puede evidenciar que la aplicación de las ecuaciones para estatificar el filtrado glomerular es diversa y permite conocer el estadio de la enfermedad, sin embargo es importante destacar que en conjunto al resultado de la Cistatina C se da un diagnóstico más acertado relacionado al estadio del daño renal, su uso puede variar, la mayoría de los pacientes del estudio eran de género masculino y mayores de 55 años, esto demuestra que los hombres suelen verse más afectados, adicionalmente la gran mayoría de los participantes mostraron tener una TFG normal o aumentada, otra minoría de participantes también mostro estar en la G2 TFG leve donde el daño renal puede progresar y una proporción más pequeña mostro tener TFG G4 y G5. Es preciso que se tenga en cuenta que el uso de la cistatina C en la estadificación de daño renal puede considerarse en escenarios clínicos específicos.

Discusión

Durante el estudio se recopilaron 122 artículos, los cuales fueron distribuidos 79 para fundamentación teórica y 43 para darle sustento a los resultados.

Basados en el objetivo de describir las causas de daños renal en la población mundial, se ha encontrado que entre las causas comunes para este tipo de enfermedad incluyen; la hipertensión arterial, el lupus eritematoso sistémico, antecedentes de enfermedad renal crónica, la diabetes mellitus, infecciones, agrandamiento de la próstata, hemorragias y dilataciones. Esto coincide con los hallazgos obtenidos por Maranduca, y col.(Maranduca et al., 2023) los cuales demuestran que la presión arterial alta afecta a los órganos diana o riñones, lo que demuestra la relación estrecha entre la hipertensión arterial y el daño renal. Sin embargo, Ma, X y col.(Ma et al., 2024) indican que entre otras causas involucradas en el daño renal se encuentran el contacto con ácido perfluorooctanoico, el cual es un contaminante ambiental persistente que el cual puede acumularse en los riñones y eventualmente causar daño renal.

Cuando se trata de evaluar la función renal, existen algunas ecuaciones que son de mayor confianza. Algunas de las más conocidas y utilizadas son la Modificación de la Dieta en Enfermedades Renales (MDRD) y la Colaboración en Epidemiología de la Enfermedad Renal Crónica (CKD-EPI). Estas ecuaciones son como los guías experimentados que orientan en el vasto territorio de la salud renal. Da Cruz, W y col.(Almeida et al., 2023) coinciden con nuestros datos, y añaden que MDRD-4 y CKD-EPI son fórmulas útiles para la detección de casos de enfermedad renal crónica. De manera similar, Qing, J y col.(Gao et al., 2021) demuestran que la ecuación CKD-EPI modificada asiática pueden ser un método satisfactorio, además de que tiene un buen rendimiento tanto en niveles altos como bajos de TFG.

A diferencia de todos los hallazgos hecho a lo largo del estudio, Mekkawy, K y col.(Mekkawy et al., 2023) en un estudio llevado a cabo en el 2023 mostro que la ecuación de Mayo fue la más predictiva del desarrollo de IRA, la ecuación de Cockcroft-Gault arrojó la eGFR media más alta, mientras que la ecuación MDRD II reexpresada arrojó la eGFR media más baja. Por otro lado, Delanaye, P y col.(Delanaye et al., 2023) realizaron otro hallazgo y sostienen que la ecuación del Consorcio Europeo de Función Renal (EKFC), supera las limitaciones de las ecuaciones CKD-EPI: proporciona una continuidad de la TFGe en la transición entre la atención pediátrica y de adultos, y tiene un rendimiento razonable bien en poblaciones diversas, asumiendo que se utiliza una escala específica, que funciona mejor que la ecuación CKD-EPI basada en cistatina C.

La medición de la Cistatina C es como una especie de detective que nos ayuda a entender cómo están trabajando nuestros riñones, cuando se trata de diferencias entre hombres y

mujeres, las investigaciones nos dicen que, en términos generales, las mujeres suelen mostrar niveles ligeramente más bajos de Cistatina C en comparación con los hombres, estas diferencias son como matices suaves y pueden cambiar según la población que se esté estudiando y las herramientas que estemos usando para medir. Esto se asemeja en gran medida a lo descrito por Wu, J y col.(Wu et al., 2022) quienes encontraron que los hombres tenían una media de cistatina C 0,092 mg/L más alta que la de las mujeres, y el género representaba aproximadamente el 14,8% de la variabilidad en los niveles séricos de cistatina C.

Sin embargo, Sook, K y col.(Woo et al., 2014) señalan que la mayoría de los estudios muestran sólo una ligera diferencia entre las concentraciones séricas de cistatina C en hombres y mujeres, lo que sugiere que no se necesitan rangos de referencia específicos de género. A diferencia de lo ya mencionado Jones, M y col.(Jones et al., 2017) encontraron que la cistatina C no se ve afectada significativamente por el sexo, la masa muscular o la malignidad, y su tasa de producción suele ser constante, lo que lleva a una concentración plasmática que depende únicamente de la tasa de filtración glomerular.

Las ecuaciones que utilizamos para clasificar las etapas de la enfermedad nos ofrecen una especie de mapa diverso, revelándonos el estadio en el que se encuentra el daño renal, esto junto a los resultados de la cistatina c, el diagnostico se vuelve más nítido y certero, ya que este biomarcador tiene un latente adicional que enfocara mejor el cuadro de daño renal. Respectivamente Lima, S y col.(Luis-Lima et al., 2019) Señalan que la estadificación del daño renal se puede realizar utilizando la tasa de filtración glomerular (TFG) junto con cistatina C, los niveles de cistatina C se correlacionan fuertemente eGFR, lo que sugiere que puede ser un marcador alternativo útil para estimar la GFR. Desde la perspectiva de Menezes, C y col.(Menezes et al., 2023) Las ecuaciones basadas en CysC parecen más fiables, especialmente en aquellos con mayor atrofia muscular, si bien el método se considera el estándar de oro, tiene varias limitaciones que dificultan su realización; por lo tanto, rara vez se aplica

Por otro lado, Gottlieb, E y col.(Gottlieb et al., 2023b) menciona que no existe consenso sobre la necesidad de rangos de referencia específicos de género para los niveles de cistatina C, y la mayoría de los estudios muestran solo una ligera diferencia entre las concentraciones séricas de cistatina C en hombres y mujeres.

Los diversos estudios han contribuido a esclarecer la aplicabilidad y los beneficios de la tasa de filtración glomerular y la cistatina C como marcadores de daño renal. No obstante, surge una interrogante crucial: Estos indicadores proporcionarán información valiosa sobre la función renal y permitirán la identificación temprana de posibles problemas. Por ello, se vuelve imprescindible llevar a cabo investigaciones futuras que busquen evaluar la efectividad a lo largo del tiempo del uso de estas técnicas en pacientes con diversos grados de enfermedad renal.

Conclusiones

- Las causas del daño renal son multifacéticas y pueden atribuirse a una compleja interacción de factores genéticos, de estilo de vida, ambientales y médicos, las condiciones crónicas como la diabetes y la hipertensión emergen como contribuyentes importantes, ejerciendo una presión sostenida sobre la capacidad de filtración de los riñones.
- La evaluación de la tasa de filtración glomerular a través de varias ecuaciones como Modification of Diet in Renal Disease (MDRD), Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration (CKD-EPI), Schwartz, Berlin Institute o Cockcroft-Gault y Jelliffe modificadas, ofrecen una herramienta valiosa para comprender la función renal en la diversa población mundial, estas proporcionan una lente a través de la cual Podemos estimar la TFG y estratificar a los individuos según la salud renal.
- El análisis de los valores de cistatina C en relación con el género dentro de la población global subraya la naturaleza intrincada de los biomarcadores renales y su interpretación, en Asia los valores diversos a las otras poblaciones estudiadas, se evidencio que existía una pequeña proporción que poseía valores aumentados de este biomarcador, no obstante, otro grupo se encontraba fisiológicamente normal dentro de las referencias de esta prueba de laboratorio.
- La estadificación de la Tasa de filtración glomerular hace uso de diversos criterios como el valor de creatinina sérica, urea, glucosa, la edad, si es fumador o no y edad, esto es de vital importancia para la medición, sin embargo la cistatina C es otro biomarcador necesario para medir la TFG, en el estudio se demostró que ambas pruebas están indicadas para determinar el estadio y progresión del daño renal.
- Además, la información investigada se articula con el proyecto de investigación: **Utilidad de Cistatina C en la disfunción renal e identificación de factores de riesgo: un camino hacia la medicina preventiva en habitantes de la ciudad de jipijapa.** Ya que la Cistatina C ofrece más información que otros marcadores, al ser una proteína con concentración plasmática estable y eliminación exclusivamente renal. Es crucial para profesionales de la salud conocer y actualizarse sobre la Cistatina C y la tasa de filtrado glomerular como marcador de daño renal precoz, para una atención adecuada a los pacientes.

Referencias bibliográficas

- Almeida, W. L. da C., Barreto, S. M., Vidigal, P. G., & Mill, J. G. (2023). Validation of equations to estimate kidney function with and without adjustment by race/color in Brazilian adults (ELSA-Brazil). *Revista Brasileira de Epidemiologia*, 26, e230057. <https://doi.org/10.1590/1980-549720230057>
- Awan, S., Dars, S., Junejo, S., Rani, S., & Sikandar, R. (2020). Outcome and Causes of Acute Renal Failure in Women during Peripartum Period. *Journal of Liaquat University of Medical & Health Sciences*, 19(01), 20–23. <https://doi.org/10.22442/JLUMHS>
- Benoit, S. W., Ciccica, E. A., & Devarajan, P. (2020). Cystatin C as a biomarker of chronic kidney disease: latest developments. *Expert Review of Molecular Diagnostics*, 20(10), 1019. <https://doi.org/10.1080/14737159.2020.1768849>
- Caviedes-Cleves, M. A., Arias, L. F., & Ospina-Ospina, S. (2022). Hallazgos histopatológicos en biopsia renal de pacientes con COVID-19 y compromiso renal. *Medicina y Laboratorio*, 26(3), 261–271. <https://doi.org/10.36384/01232576.589>
- Cha, R. H., Lee, H., Lee, J. P., Kim, Y. S., Kim, S. G., & Sahutoglu, T. (2020). The influence of blood pressure patterns on renal outcomes in patients with chronic kidney disease: The long-term follow up result of the APrODiTe-2 study. *Medicine*, 99(8). <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000019209>
- Chen, D. C., Shlipak, M. G., Scherzer, R., Bauer, S. R., Potok, O. A., Rifkin, D. E., Ix, J. H., Muir, A. N., Hsu, C. Y., & Estrella, M. M. (2022). Association of Intraindividual Difference in Estimated Glomerular Filtration Rate by Creatinine vs Cystatin C and End-stage Kidney Disease and Mortality. *JAMA Network Open*, 5(2), e2148940–e2148940. <https://doi.org/10.1001/JAMANETWORKOPEN.2021.48940>
- Chen, Z., Zhang, J., Feng, J., Zhou, G., Jin, X., & Pan, J. (2021). Higher serum level of Cystatin C: An additional risk factor of CAD. *Medicine*, 100(2), E24269. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000024269>
- Chi, X. H., Li, G. P., Wang, Q. S., Qi, Y. S., Huang, K., Zhang, Q., & Xue, Y. M. (2017). CKD-EPI creatinine-cystatin C glomerular filtration rate estimation equation seems more suitable for Chinese patients with chronic kidney disease than other equations. *BMC Nephrology*, 18(1), 1–7. <https://doi.org/10.1186/S12882-017-0637-Z/TABLES/5>
- De la Torre-Cisneros, K., Carrasco-Tenezaca, F., Barrera-Guarderas, F., Medina-Escudero, M., & Venegas-Baca, O. (2022). Time to develop chronic kidney disease in an Ecuadorian Type 2 Diabetes Mellitus cohort: Survival analysis in primary care. *Journal of Diabetes and Its Complications*, 36(2). <https://doi.org/10.1016/J.JDIACOMP.2021.108108>
- Delanaye, P., Cavalier, E., Morel, J., Mehdi, M., Maillard, N., Claisse, G., Lambermont, B., Dubois, B. E., Damas, P., Krzesinski, J. M., Lautrette, A., & Mariat, C. (2014). Detection of decreased glomerular filtration rate in intensive care units: Serum cystatin

C versus serum creatinine. *BMC Nephrology*, 15(1), 1–6. <https://doi.org/10.1186/1471-2369-15-9/TABLES/3>

- Delanaye, P., Cavalier, E., Pottel, H., & Stehlé, T. (2023). New and old GFR equations: a European perspective. *Clinical Kidney Journal*, 16(9), 1375–1383. <https://doi.org/10.1093/CKJ/SFAD039>
- Edinga-Melenge, B. E., Yakam, A. T., Nansseu, J. R., Bilong, C., Belinga, S., Minkala, E., Noudjeu, P. A., Ondhoua, M., Kokola, S. W., Ama Moor, V. J., & Ashuntantang, G. (2019). Reference intervals for serum cystatin C and serum creatinine in an adult sub-Saharan African population. *BMC Clinical Pathology*, 19(1). <https://doi.org/10.1186/S12907-019-0086-7>
- Erlandsen, E. J., & Randers, E. (2018a). Reference intervals for plasma cystatin C and plasma creatinine in adults using methods traceable to international calibrators and reference methods. *Journal of Clinical Laboratory Analysis*, 32(6). <https://doi.org/10.1002/JCLA.22433>
- Erlandsen, E. J., & Randers, E. (2018b). Reference intervals for plasma cystatin C and plasma creatinine in adults using methods traceable to international calibrators and reference methods. *Journal of Clinical Laboratory Analysis*, 32(6). <https://doi.org/10.1002/JCLA.22433>
- Farkash, E. A., Wilson, A. M., & Jentzen, J. M. (2020). Ultrastructural Evidence for Direct Renal Infection with SARS-CoV-2. *Journal of the American Society of Nephrology : JASN*, 31(8), 1683. <https://doi.org/10.1681/ASN.2020040432>
- Fiseha, T., Mengesha, T., Girma, R., Kebede, E., & Gebreweld, A. (2019). Estimation of renal function in adult outpatients with normal serum creatinine. *BMC Research Notes*, 12(1). <https://doi.org/10.1186/S13104-019-4487-6>
- Gao, J.-Q., Zhao, F.-G., Huang, J.-M., Shao, F.-Q., & Xie, P. (2021). Comparative performance of FAS equation and Asian modified CKD-EPI in the determination of GFR in Chinese patients with CKD with the 99mTc-DTPA plasma clearance as the reference method. *Nefrología*, 41(1), 27–33. <https://doi.org/10.1016/J.NEFRO.2020.08.006>
- Giavarina, D., Husain-Syed, F., & Ronco, C. (2021). Clinical Implications of the New Equation to Estimate Glomerular Filtration Rate. *Nephron*, 145(5), 508–512. <https://doi.org/10.1159/000516638>
- Gottlieb, E. R., Estiverne, C., Tolan, N. V., Melanson, S. E. F., & Mendu, M. L. (2023a). Estimated GFR With Cystatin C and Creatinine in Clinical Practice: A Retrospective Cohort Study. *Kidney Medicine*, 5(3), 100600. <https://doi.org/10.1016/J.XKME.2023.100600>
- Gottlieb, E. R., Estiverne, C., Tolan, N. V., Melanson, S. E. F., & Mendu, M. L. (2023b). Estimated GFR With Cystatin C and Creatinine in Clinical Practice: A Retrospective Cohort Study. *Kidney Medicine*, 5(3), 100600. <https://doi.org/10.1016/J.XKME.2023.100600>

- Groot, N., Shaikhani, D., Teng, Y. K. O., de Leeuw, K., Bijl, M., Dolhain, R. J. E. M., Zirkzee, E., Fritsch-Stork, R., Bultink, I. E. M., & Kamphuis, S. (2019). Long-Term Clinical Outcomes in a Cohort of Adults With Childhood-Onset Systemic Lupus Erythematosus. *Arthritis and Rheumatology*, 71(2), 290–301. <https://doi.org/10.1002/ART.40697/ABSTRACT>
- Hussain, M., Khalique, A., Maheshwari, P. K., Qamar, U., & Shehzad, A. (2021). Outcomes of transurethral resection of prostate in patients with and without renal failure secondary to an enlarged prostate. *Journal of the College of Physicians and Surgeons Pakistan*, 31(10), 1247–1249. <https://doi.org/10.29271/JCPSP.2021.10.1247>
- Ibarra Rodríguez, M. R., Antón Gamero, M., Parente Hernández, A., Wiesner Torres, S. R., Vargas Cruz, V., & Paredes Esteban, R. M. (2022). Malformaciones congénitas del tracto urinario(CAKUT): evolución a enfermedad renal crónica. *Cir. Pediátr*, 172–179. <https://doi.org/10.54847/CP.2022.04.0>
- Jones, M., Denieffe, S., Griffin, C., Tinago, W., & Fitzgibbon, M. C. (2017). Evaluation of cystatin C in malignancy and comparability of estimates of GFR in oncology patients. *Practical Laboratory Medicine*, 8, 95. <https://doi.org/10.1016/J.PLABM.2017.05.005>
- Kondhalkar, A. A., Jha, R. K., Ambad, R. S., & Jha, R. K. (2021). Level Of Creatinine And Cystatin C In Different Stages Of Kidney Failure. *European Journal of Molecular and Clinical Medicine*, 8(1), 320–327. <https://go.gale.com/ps/i.do?p=AONE&sw=w&issn=25158260&v=2.1&it=r&id=GAL E%7CA698747665&sid=googleScholar&linkaccess=fulltext>
- Lee, H., Kwon, S. H., Jeon, J. S., Noh, H., Han, D. C., & Kim, H. (2022). Association between blood pressure and the risk of chronic kidney disease in treatment-naïve hypertensive patients. *Kidney Research and Clinical Practice*, 41(1), 31. <https://doi.org/10.23876/J.KRCP.21.099>
- Lee, H. S., Bae, G. E., Lee, J. E., & Park, H. D. (2023). Effect of Two Cystatin C Reagents and Four Equations on Glomerular Filtration Rate Estimations After Standardization. *Annals of Laboratory Medicine*, 43(6), 565–573. <https://doi.org/10.3343/ALM.2023.43.6.565>
- Li, Y., Yang, S., Peng, D., Zhu, H. M., Li, B. Y., Yang, X., Sun, X. L., & Zhang, M. (2020). Predictive value of serum cystatin C for risk of mortality in severe and critically ill patients with COVID-19. *World Journal of Clinical Cases*, 8(20), 4726. <https://doi.org/10.12998/WJCC.V8.I20.4726>
- Luis-Lima, S., Escamilla-Cabrera, B., Negrín-Mena, N., Estupiñán, S., Delgado-Mallén, P., Marrero-Miranda, D., González-Rinne, A., Miquel-Rodríguez, R., Cobo-Caso, M. Á., Hernández-Guerra, M., Oramas, J., Batista, N., Aldea-Perona, A., Jorge-Pérez, P., González-Alayón, C., Moreno-Sanfiel, M., González-Rodríguez, J. A., Henríquez, L., Alonso-Pescoso, R., ... Porrini, E. (2019). Chronic kidney disease staging with cystatin C or creatinine-based formulas: flipping the coin. *Nephrology, Dialysis, Transplantation: Official Publication of the European Dialysis and Transplant*

Association - European Renal Association, 34(2), 287-294.
<https://doi.org/10.1093/NDT/GFY086>

- Ma, X., Ren, X., Zhang, X., Wang, G., Liu, H., & Wang, L. (2024). Rutin ameliorate PFOA induced renal damage by reducing oxidative stress and improving lipid metabolism. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 123, 109501. <https://doi.org/10.1016/J.JNUTBIO.2023.109501>
- Mahajan, A., Amelio, J., Gairy, K., Kaur, G., Levy, R. A., Roth, D., & Bass, D. (2020). Systemic lupus erythematosus, lupus nephritis and end-stage renal disease: a pragmatic review mapping disease severity and progression. *Lupus*, 29(9), 1011. <https://doi.org/10.1177/0961203320932219>
- Major, R. W., Shepherd, D., & Brunskill, N. J. (2018). Reclassification of Chronic Kidney Disease Stage, Eligibility for Cystatin-C and Its Associated Costs in a UK Primary Care Cohort. *Nephron*, 139(1), 39-46. <https://doi.org/10.1159/000487091>
- Mansour, A. E., Abdelmoniem, R. O., Elbadawy, A. M., & Ibrahim, W. M. (2023). The utility of estimation of glomerular filtration rate by serum cystatin C as a predictor of diabetic kidney disease in both type I and type II diabetic patients: a single center study. *The Egyptian Journal of Internal Medicine* 2023 35:1, 35(1), 1-9. <https://doi.org/10.1186/S43162-023-00243-Y>
- Maranduca, M., Clim, A., & Constantin, A. (2023). *Role of arterial hypertension and angiotensin II in chronic kidney disease (Review)*. Experimental and Therapeutic Medicine. <https://www.spandidos-publications.com/10.3892/etm.2023.11852>
- Mekkawy, K. L., Chaudhry, Y. P., Rao, S. S., Raad, M., Amin, R. M., & Khanuja, H. S. (2023). Comparing five equations to calculate estimated glomerular filtration rate to predict acute kidney injury following total joint arthroplasty. *Arthroplasty*, 5(1), 1-6. <https://doi.org/10.1186/S42836-022-00161-4/TABLES/3>
- Menezes, C., Costa, T., Brás, C., Sousa, P., Mendes, A., Amorim, R., Faria, M. S., Mota, C., Menezes, C., Costa, T., Brás, C., Sousa, P., Mendes, A., Amorim, R., Faria, M. S., & Mota, C. (2023). Estimating the Glomerular Filtration Rate in Pediatric Patients With Neurogenic Bladder: A Comparison Between Creatinine- and Cystatin C-Equations. *Cureus*, 15(7). <https://doi.org/10.7759/CUREUS.42337>
- Mindikoglu, A. L., Opekun, A. R., Mitch, W. E., Magder, L. S., Christenson, R. H., Dowling, T. C., Weir, M. R., Seliger, S. L., Howell, C. D., Raufman, J. P., Rana, A., Goss, J. A., Khaderi, S. A., & Vierling, J. M. (2018). Cystatin C is a Gender-Neutral Glomerular Filtration Rate Biomarker in Patients with Cirrhosis. *Digestive Diseases and Sciences*, 63(3), 665. <https://doi.org/10.1007/S10620-017-4897-Z>
- Mooney, J. F., Croal, B. L., Cassidy, S., Lee, V. W., Chow, C. K., Cuthbertson, B. H., & Hillis, G. S. (2019). Relative value of cystatin C and creatinine-based estimates of glomerular filtration rate in predicting long-term mortality after cardiac surgery: a cohort study. *BMJ Open*, 9(9). <https://doi.org/10.1136/BMJOPEN-2019-029379>

- Nagel, G., Kurz, D., Peter, R. S., Rosenbohm, A., Koenig, W., Dupuis, L., Bätzner, H., Börtlein, A., Dempewolf, S., Schabet, M., Hecht, M., Kohler, A., Opherk, C., Naegele, A., Sommer, N., Lindner, A., Tumani, H., Ludolph, A. C., & Rothenbacher, D. (2023). Cystatin C based estimation of chronic kidney disease and amyotrophic lateral sclerosis in the ALS registry Swabia: associated risk and prognostic value. *Scientific Reports* 2023 13:1, 13(1), 1–8. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-46179-9>
- Nateghi Haredasht, F., Viaene, L., Vens, C., Callewaert, N., De Corte, W., & Pottel, H. (2022). Comparison between Cystatin C- and Creatinine-Based Estimated Glomerular Filtration Rate in the Follow-Up of Patients Recovering from a Stage-3 AKI in ICU. *Journal of Clinical Medicine*, 11(24). <https://doi.org/10.3390/JCM11247264>
- Pastrana, M. A., Mejía-Escobar, C. K., Ramos-Ortega, A. E., Molina, A. M., Aguilar-Robledo, R. E., Sánchez-Sierra, L. E., & Mena-Corteguera, E. (2020). Prevalencia y Caracterización de Daño Renal en pacientes con Diabetes Mellitus tipo 2, Honduras. *Revista Hispanoamericana de Ciencias de La Salud*, 6(3), 89–98. <https://doi.org/10.56239/RHCS.2020.63.432>
- Porto, J. R., Gomes, K. B., Fernandes, A. P., & Domingueti, C. P. (2017). Cystatin C: a promising biomarker to evaluate renal function. *Revista Brasileira de Análises Clínicas*, 49(3). <https://doi.org/10.21877/2448-3877.201600446>
- Pottel, H., Delanaye, P., & Cavalier, E. (2024). Exploring Renal Function Assessment: Creatinine, Cystatin C, and Estimated Glomerular Filtration Rate Focused on the European Kidney Function Consortium Equation. *Annals of Laboratory Medicine*, 44(2), 135–143. <https://doi.org/10.3343/ALM.2023.0237>
- Quiroga, B., & Díez, J. (2023). Estimation of glomerular filtration rate in cardiorenal patients: a step forward. *Clinical Kidney Journal*, 16(7), 1049–1055. <https://doi.org/10.1093/CKJ/SFAD083>
- Ravani, P., Quinn, R., Fiocco, M., Liu, P., Al-Wahsh, H., Lam, N., Hemmelgarn, B. R., Manns, B. J., James, M. T., Joannette, Y., & Tonelli, M. (2020). Association of Age With Risk of Kidney Failure in Adults With Stage IV Chronic Kidney Disease in Canada. *JAMA Network Open*, 3(9), e2017150–e2017150. <https://doi.org/10.1001/JAMANETWORKOPEN.2020.17150>
- Solis, M., Benavides, G., Vasconez, E., & Campoverde, A. (2020). Vista de Correlación de cistatina “C” y creatinina sérica frente al filtrado glomerular en pacientes con nefropatía diabética. *Cambios*, 19(1), 22–28. <https://revistahcam.iess.gob.ec/index.php/cambios/article/view/338/313>
- Spencer, S., Desborough, R., & Bhandari, S. (2023). Should Cystatin C eGFR Become Routine Clinical Practice? *Biomolecules* 2023, Vol. 13, Page 1075, 13(7), 1075. <https://doi.org/10.3390/BIOM13071075>
- Su, R., Goodman, R., Finup, J., Bhatia, V., Byrne, A., Farhat, W., & Cannon, S. (2022). PD02-04 VARIABILITY IN CYSTATIN C AND CREATININE BASED EQUATIONS FOR CHRONIC KIDNEY DISEASE STAGING IN ADULT SPINA

BIFIDA PATIENTS. *The Journal of Urology*, 207(Supplement 5).
<https://doi.org/10.1097/JU.0000000000002517.04>

- Tavares, J., Santos, J., Silva, F., Oliveira, J., Malheiro, J., Campos, A., & Cabrita, A. (2020). Association between severe chronic kidney disease defined by cystatin-c and creatinine and clinical outcomes in an elderly population - an observational study. *Brazilian Journal of Nephrology*, 43(2), 165–172. <https://doi.org/10.1590/2175-8239-JBN-2020-0092>
- Topf, J. M., & Inker, L. A. (2019). Measurement of glomerular filtration rate. *Nephrology Secrets: Fourth Edition*, 22–29. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-47871-7.00012-5>
- Wei, L., Ye, X., Pei, X., Wu, J., & Zhao, W. (2014). Reference Intervals for Serum Cystatin C and Factors Influencing Cystatin C Levels Other than Renal Function in the Elderly. *PLoS ONE*, 9(1), 86066. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0086066>
- Werneburg, G. T., Hettel, D., Jeong, S., Nemunaitis, G., Taliercio, J. J., & Wood, H. M. (2023). Estimated Glomerular Filtration Rate Using Cystatin C is a More Sensitive Marker for Kidney Dysfunction in Nonweight-bearing Individuals. *The Journal of Urology*, 209(2), 391–398. <https://doi.org/10.1097/JU.0000000000003070>
- Woo, K. S., Choi, J. L., Kim, B. R., Kim, J. E., & Han, J. Y. (2014). Clinical Usefulness of Serum Cystatin C as a Marker of Renal Function. *Diabetes & Metabolism Journal*, 38(4), 278–284. <https://doi.org/10.4093/DMJ.2014.38.4.278>
- Wu, J., Liang, Y., Chen, R., Xu, L., Ou, Z., Liang, H., & Zhao, L. (2022). Association of plasma cystatin C with all-cause and cause-specific mortality among middle-aged and elderly individuals: a prospective community-based cohort study. *Scientific Reports* 2022 12:1, 12(1), 1–7. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-24722-4>
- Xie, J., & Jie, S. (2022). The value of cystatin C in evaluating the severity and prognosis of patients with severe fever with thrombocytopenia syndrome. *BMC Infectious Diseases*, 22(1). <https://doi.org/10.1186/S12879-022-07320-7>
- Yee, M. E., Lane, P. A., Eckman, J. R., & Guasch, A. (2015). Estimation of Glomerular Filtration Rate (GFR) Using Serum Cystatin C and Creatinine Has Poor Precision and Accuracy in Adults with HbSS Sickle Cell Disease. *Blood*, 126(23), 987. <https://doi.org/10.1182/BLOOD.V126.23.987.987>
- Ziegelasch, N., Vogel, M., Müller, E., Tremel, N., Jurkutat, A., Löffler, M., Terliesner, N., Thiery, J., Willenberg, A., Kiess, W., & Dittrich, K. (2019). Cystatin C serum levels in healthy children are related to age, gender, and pubertal stage. *Pediatric Nephrology (Berlin, Germany)*, 34(3), 449. <https://doi.org/10.1007/S00467-018-4087-Z>

Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.

Financiamiento:

No existió asistencia financiera de partes externas al presente artículo.

Agradecimiento:

N/A

Nota:

El artículo no es producto de una publicación anterior.

