



Diseño de una escala predictiva de mortalidad en pacientes con enfermedad renal crónica

Design of a mortality predictive scale in patients with chronic kidney disease

Sergio Orlando Escalona González^{1*} <https://orcid.org/0000-0003-4261-6842>

Yailé Caballero Mota² <https://orcid.org/0000-0002-6725-5812>

Yanela Rodríguez Álvarez² <https://orcid.org/0000-0003-2232-2265>

Mirna León Acebo¹ <https://orcid.org/0000-0001-5652-8080>

Zoraida Caridad González Milán^{1,3} <https://orcid.org/0000-0002-4092-9389>

Beatriz Ricardo Paez^{1,3} <https://orcid.org/0000-0003-0204-1845>

Katuska Danay Rodríguez Espinosa^{1,3} <https://orcid.org/0000-0001-5172-4701>

¹Universidad de Ciencias Médicas de Las Tunas. Facultad de Ciencias Médicas "Dr. Zoilo Enrique Marinello Vidaurreta". Las Tunas, Cuba.

²Universidad de Camagüey. Camagüey, Cuba.

³Hospital General Docente "Dr. Ernesto Guevara de la Serna". Las Tunas, Cuba.

*Autor para la correspondencia. Correo electrónico: sernephron96@gmail.com

RESUMEN

Introducción: La predicción de mortalidad en pacientes con enfermedad renal crónica, mediante escalas o índices pronósticos presenta limitaciones reales.

Objetivo: Diseñar una escala predictiva de mortalidad en pacientes con enfermedad renal crónica.

Métodos: Se realizó un estudio observacional, analítico, longitudinal prospectivo en 169 pacientes con enfermedad renal crónica desde el 1 de enero de 2022 al 31 de diciembre de 2022. La investigación se desarrolló en 2 etapas: durante los primeros 6 meses del año se analizaron las variables de estudio para

<http://scielo.sld.cu>

<https://revmedmilitar.sld.cu>



el diseño de la escala predictiva. En los próximos 6 meses, los pacientes fueron seguidos para identificar la ocurrencia o no de la variable dependiente mortalidad. Se determinó la capacidad discriminadora de la escala predictiva y se evaluaron curvas de supervivencia.

Resultados: Las variables que conformaron la escala predictiva fueron edad > 65 años, enfermedad cardiovascular, albúmina < 35 g/L, dislipidemia, hemoglobina < 10 g/L y ácido úrico > 390 mmol/L. El poder discriminatorio para predecir mortalidad fue bueno, índice C: 0,856 (IC 95 %: 0,783-0,929; $p < 0,001$). Los pacientes con valores menores a 4 puntos presentaron media de supervivencia de $149,438 \pm 7,296$ días. En cambio, los que tenían valores superiores presentaron media de supervivencia de $93,128 \pm 8,545$ días.

Conclusiones: La escala predictiva contribuyó a la estratificación del riesgo de mortalidad de los pacientes. Las variables incluidas son de fácil determinación e interpretación por lo que es un modelo útil en la toma de decisiones médicas en el ámbito clínico actual.

Palabras clave: enfermedad renal crónica; pronóstico; mortalidad.

ABSTRACT

Introduction: The prediction of mortality in patients with chronic kidney disease using scales or prognostic indices has real limitations.

Objective: Design a mortality predictive scale in patients with chronic kidney disease.

Methods: A prospective observational, analytical, longitudinal study was carried out in 169 patients with chronic kidney disease from January 1, 2022 to December 31, 2022. The research was developed in 2 stages: during the first 6 months of the year, the variables were analyzed for the design of the predictive scale. In the next 6 months, patients were followed to identify the occurrence or not of the dependent variable mortality. The discriminatory capacity of the predictive scale was determined and survival curves were evaluated.

Results: The variables that made up the predictive tool were age > 65 years, cardiovascular disease, albumin < 35 g/L, dyslipidemia, hemoglobin < 10 g/L, and uric acid > 390 mmol/L. The discriminatory power to predict mortality was good, C index: 0.856 (95% CI: 0.783-0.929; $p < 0.001$). Patients with



values less than 4 points had a mean survival of 149.438 ± 7.296 days. In contrast, those with higher values presented a mean survival of 93.128 ± 8.545 days.

Conclusions: The scale contributed to the stratification of the mortality risk of the patients. The variables included are easy to determine and interpret, making it a useful model for medical decision making in the current clinical setting.

Keywords: chronic kidney disease; forecast; mortality.

Recibido: 22/08/2023

Aprobado: 15/01/2024

INTRODUCCIÓN

La enfermedad renal crónica (ERC) se ha convertido en la tercera causa de muerte de más rápido crecimiento y se estima que para el 2040 sea la quinta causa de años de vida potencialmente perdidos. A nivel mundial, alrededor de 850 millones de personas conviven con la enfermedad renal, de estos, 4 millones reciben terapias de reemplazo renal para una tasa bruta de 298,4 pacientes por millón de habitantes.⁽¹⁾

En Cuba, durante el año 2021 la ERC fue la causa número 14 de mayor mortalidad. Se reportaron 1576 muertes, 398 más que el año 2020, para una tasa bruta de 14,1 y ajustada de 7,0.⁽²⁾

Los países desarrollados presentan adecuados sistemas de datos de los pacientes con enfermedad renal. Es conveniente extrapolar estos resultados a los países en vías de desarrollo y generar un cambio de paradigma que disminuya las inequidades.⁽³⁾

La mortalidad por ERC en Cuba ha aumentado de forma considerable con respecto a años anteriores por lo que constituye una necesidad científica la realización de investigaciones que contribuyan a identificar de manera precoz factores pronósticos. El envejecimiento poblacional y el aumento de enfermedades como la hipertensión arterial y la diabetes mellitus son desafíos importantes, en aras de obtener mejores resultados en la salud renal de los individuos.⁽⁴⁾

<http://scielo.sld.cu>

<https://revmedmilitar.sld.cu>



En la actualidad, se requieren nuevos modelos con diseño metodológico y relaciones de causalidad diferentes que investiguen la relación de variables y factores para mejorar el pronóstico de la disfunción renal. La implementación de técnicas de *big data*, ciencia de datos y otras herramientas de la inteligencia artificial podrían generar mejoras sobre las crecientes cifras de mortalidad.⁽⁵⁾

Realizar pronósticos certeros y de forma precoz es clave en la evolución de la historia natural de la ERC y en la estratificación del riesgo de los pacientes. En la actualidad el pronóstico de esta enfermedad cobra mayor importancia si se aplican nuevos avances metodológicos que aporten consistencia sobre el desarrollo de modelos predictivos de mortalidad más reproducibles y con enfoque uniforme.⁽⁶⁾

Existen numerosas escalas para la predicción de mortalidad en la ERC, pero a pesar de poseer gran sensibilidad y especificidad, en Cuba presentan limitaciones reales ya que algunas de las variables que reúnen no se pueden medir. Es por ello que es de gran importancia el desarrollo de nuevas herramientas pronósticas más homogéneas que se puedan utilizar para la toma de decisiones clínicas importantes.

La presente investigación se realizó con el objetivo de diseñar una escala predictiva de mortalidad en pacientes con enfermedad renal crónica.

MÉTODOS

Contexto y clasificación de la investigación

Se realizó un estudio observacional, analítico, longitudinal prospectivo en los pacientes con enfermedad renal crónica estadio 4 atendidos en la consulta de enfermedad renal crónica avanzada (ERCA) de la provincia Las Tunas durante el período del 1 de enero de 2022 al 31 de diciembre de 2022. Durante los primeros 6 meses del año se analizaron las variables de estudio para el diseño de la escala predictiva. En los próximos 6 meses, los pacientes fueron seguidos para identificar la ocurrencia o no de la variable dependiente mortalidad.

Población y muestra

La población estuvo constituida por 302 pacientes con enfermedad renal crónica estadio 4, atendidos durante el período declarado anteriormente. Para calcular el tamaño de la muestra se utilizó la fórmula para muestras finitas o conocidas.⁽⁷⁾

<http://scielo.sld.cu>

<https://revmedmilitar.sld.cu>



$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{e^2 (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

Donde "n" representó el total de pacientes con enfermedad renal crónica que se necesitaron incluir en la muestra, $Z= 1,96$ para un nivel de confianza de 95 %, con un máximo error permisible del 5 % ($e= 0,05$), el valor de p y q se planteó en 0,05 teniendo en cuenta que no existen trabajos actuales publicados acerca de la tasa de mortalidad de la enfermedad renal crónica en Cuba.⁽⁸⁾ Se necesitaron incluir 169 pacientes en la muestra. Se estudiaron 62 pacientes fallecidos y 117 pacientes vivos, con una relación 1:2 mediante un muestreo aleatorio simple.

Criterios de inclusión

Constituyeron criterios de inclusión los pacientes mayores de 18 años de edad con ERC estadio 4 atendidos en la consulta de ERCA.

Variables en la investigación

Para la descripción de la muestra se analizaron un total de 20 variables divididas en variables epidemiológicas, clínicas y exámenes complementarios.

Variable dependiente: mortalidad.

Variables independientes:

- Sexo: (0) femenino, (1) masculino.
- Edad: según los años cumplidos al inicio de la investigación. Para el análisis de regresión se consideraron 2 categorías, (0) igual o menor a 65 años, (1) mayor a 65 años.⁽⁹⁾
- Enfermedad cardiovascular: si el paciente presentó enfermedad coronaria, insuficiencia cardíaca o arritmia. Para el análisis de regresión se consideraron 2 categorías, (0) ausencia, (1) presencia.⁽¹⁰⁾
- Diabetes mellitus: si el paciente presentaba el antecedente de la enfermedad; (0) ausencia, (1) presencia.



- Hipertensión arterial: si el paciente presentaba el antecedente de la enfermedad y los que sin tener el antecedente, presentaron cifras tensionales superiores a 140/90 mmHg en al menos 2 ocasiones; (0) ausencia, (1) presencia.
- Tabaquismo: si el paciente en el momento del estudio fumaba; (0) no fumador, (1) fumador.⁽¹¹⁾
- Dislipidemia: si el paciente tenía el antecedente o si presentó cifras de colesterol superior a 5,7 mmol/L o triglicéridos superior a 1,7 mmol/L. Para el análisis de regresión se consideraron 2 categorías; (0) ausencia, (1) presencia.⁽¹²⁾
- Obesidad: si el índice de masa corporal era superior a 30 kg/m². El cálculo se realizó según la fórmula de Quetelet;⁽¹³⁾ (0) ausencia, (1) presencia.
- Desnutrición: si el índice de masa corporal era inferior a 18,5 kg/m². El cálculo se realizó según la fórmula de Quetelet;⁽¹³⁾ (0) ausencia, (1) presencia.⁽¹³⁾

En el caso de las variables de los exámenes complementarios, el valor que se tomó para la investigación fue la primera determinación realizada en la primera consulta. En cuanto a las variables cuantitativas, se incluyeron en el análisis de regresión, albúmina < 35 g/L, hemoglobina < 10 g/L y ácido úrico > 390 mmol/L. Estos puntos de corte se consideraron según la revisión de la literatura.⁽¹⁴⁾

Procesamiento estadístico

Los datos obtenidos fueron almacenados y procesados en el software, SPSS versión 20 para Windows. Para determinar la distribución normal o no de las variables cuantitativas se aplicó el test Kolmogorov Smirnov. Aquellas variables cuantitativas con distribución normal se expresaron en media y desviación estándar y sus medias fueron comparadas a través del test estadístico t de Student. Las variables que no presentaron distribución normal se expresaron en mediana y rango intercuartil y se realizó la comparación con el test U de Mann Whitney.

Para determinar las diferencias entre los grupos establecidos según variables cualitativas se utilizó el test estadístico *ji* cuadrado basado en su hipótesis de homogeneidad.

Luego, se implementó un análisis multivariado de regresión logística binaria para determinar las variables que constituyeron factores pronósticos de mortalidad. El proceso de selección de las variables para la inclusión en la regresión logística se realizó teniendo en cuenta la significación estadística de los



atributos en el análisis univariado y aquellas variables que la literatura plantea como factores pronósticos de mortalidad; así se evitó el sesgo de confusión. Luego, aquellas variables que presentaron problemas de colinealidad no se incluyeron en el modelo. Por cada variable independiente que se añadió al modelo se tuvo en cuenta 10 frecuencias de la variable dependiente mortalidad.⁽¹⁵⁾

Se trabajó con una confiabilidad del 95 %.

Diseño de la escala predictiva⁽¹⁶⁾

A partir de los resultados de la regresión logística, se tomaron como pesos o ponderaciones para cada variable, los *odds ratios* (OR) redondeados a una sola cifra, $OR = \text{Exp}(B)$; de esta forma, la escala predictiva resultante quedó compuesta por un índice global en forma de una combinación lineal: $I = x_1w_1 + x_2w_2 + \dots + x_kw_k$, donde I constituye la escala propuesta; k, el número de variables, x_k es la variable predictiva; y w_k , el peso escogido para dicha variable en la escala.

Se calculó el valor de la escala predictiva para cada paciente, y con el propósito de buscar estratos de riesgos diferentes, se procedió a determinar los percentiles 25 y 50 de la distribución empírica de los valores de la escala.⁽¹⁶⁾ Quedaron conformadas 3 categorías: riesgo bajo, riesgo mediano y riesgo alto.

Luego se evaluó la capacidad discriminadora de la herramienta confeccionada mediante la estimación del área bajo la curva del estadístico C. Además, se evaluaron las curvas de supervivencia a los 6 meses según la puntuación de la escala obtenida por cada paciente, las medias de supervivencia se compararon mediante el test Log-Rank.

Aspectos éticos

Se cumplió con las normas éticas de la Declaración de *Helsinki*.⁽¹⁷⁾ Se utilizaron las historias clínicas, y otros documentos que pudieran ofrecer datos de relevancia para la realización de la investigación. Además, la investigación fue aprobada por el comité de ética de la provincia Las Tunas.

RESULTADOS

Como se muestra en la tabla 1 se analizaron 169 pacientes, la mediana de edad global fue de 60 años (RIQ: 19), la mediana de edad fue mayor en el grupo de los pacientes fallecidos ($p = 0,000$); predominó



el sexo masculino (68,00 %). En cuanto a los antecedentes, el 50 % de los pacientes tenían hipertensión arterial y el 28,40 % diabetes mellitus. La presencia de enfermedad cardiovascular ($p=0,000$) y la dislipidemia ($p=0,000$) tuvieron diferencias con significación estadística.

En relación con las variables clínicas y exámenes complementarios según ambos grupos, no existieron diferencias significativas entre la tensión arterial sistólica, tensión arterial diastólica, la frecuencia cardíaca y el ácido úrico. Sin embargo, las cifras de hemoglobina ($p=0,000$), albúmina ($p=0,000$), urea ($p=0,009$), creatinina ($p=0,002$) y filtrado glomerular ($p=0,000$), sí tuvieron diferencias estadísticas significativas. Por otra parte, las medianas de glucemia y colesterol presentaron significación estadística ($p=0,001$) y ($p=0,000$) respectivamente.

En la tabla 2 se muestran las variables pronósticas de mortalidad en la regresión logística binaria: edad > 65 años [$B=1,831$; $p=0,000$; $\text{Exp}(B)=2,118$], enfermedad cardiovascular [$B=2,831$; $p=0,000$; $\text{Exp}(B)=2,930$], albúmina < 35 g/L [$B=1,839$; $p=0,000$; $\text{Exp}(B)=2,166$], dislipidemia [$B=1,326$; $p=0,027$; $\text{Exp}(B)=1,458$], hemoglobina < 10 g/L [$B=1,600$; $p=0,015$; $\text{Exp}(B)=1,324$] y ácido úrico > 390 mmol/L [$B=1,243$; $p=0,001$; $\text{Exp}(B)=1,420$]. Entre las pruebas utilizadas para evaluar el rendimiento del modelo de predicción, se muestra buena calibración. El valor del R cuadrado de Nagelkerke igual a 0,803 traduce que el 80,30 % de la varianza de la variable dependiente es explicada por el modelo.



Tabla 1 - Distribución de los pacientes según características epidemiológicas, clínicas y exámenes complementarios

VARIABLES	Total n= 169	Fallecidos n ₁ = 62	Vivos n ₂ = 107	p
Sexo masculino	115 (68,00 %)	40 (64,50 %)	75 (70,10 %)	0,454
Edad ^a	60 (19)	65 (13)	54 (21)	0,000 ^b
Enfermedad cardiovascular	41 (24,30 %)	36 (58,10 %)	5 (4,7 %)	0,000 ^b
Diabetes mellitus	48 (28,40 %)	22 (35,50 %)	26 (24,30 %)	0,120
Hipertensión arterial	85 (50,30 %)	34 (54,80 %)	51 (47,70 %)	0,369
Tabaquismo	34 (20,10 %)	11 (17,70 %)	23 (21,50 %)	0,557
Dislipidemia	34 (20,10 %)	25 (40,30 %)	9 (8,4 %)	0,000 ^b
Obesidad	17 (10,10 %)	7 (11,30 %)	10 (9,3 %)	0,685
Desnutrición	45 (26,60 %)	19 (30,60 %)	26 (24,30 %)	0,368
Tensión arterial sistólica ^c	123,46±14,121	122,42±10,664	124,07±15,798	0,421
Tensión arterial diastólica ^c	74,11±12,587	71,77±11,842	75,47±12,859	0,066
Frecuencia cardíaca ^c	70,99±10,484	69,58±10,462	71,81±10,458	0,183
Hemoglobina ^a	10 (3,0)	10 (2,0)	11 (2,0)	0,000 ^b
Albúmina ^a	37 (12)	29 (12)	40 (7)	0,000 ^b
Urea ^a	16 (5,0)	17 (4,0)	13 (4,0)	0,009 ^b
Creatinina ^a	258 (23)	296 (34)	224 (19)	0,002 ^b
Filtrado glomerular ^c	22,905±1,9798	17,274±1,3810	26,274±2,1787	0,000 ^b
Ácido úrico ^c	351,86±96,432	347,73±80,949	354,01±103,859	0,696
Glucemia ^a	4 (1,0)	4 (1,8)	5 (2,0)	0,001 ^b
Colesterol ^a	4 (2,0)	4 (1,0)	4 (1,0)	0,000 ^b

^a Resultado expresado en mediana y rango intercuartil. ^b Estadístico significativo. ^c Resultado expresado como media ± DE.



Tabla 2 - Regresión logística para la predicción de variables pronósticas de mortalidad

Variables	B	Sig.	Exp (B)	IC 95 %
Edad > 65 años	1,831	0,000	2,118	1,755-4,326
Enfermedad cardiovascular	2,831	0,000	2,930	1,906-5,720
Albúmina < 35 g/L	1,839	0,000	2,166	1,810-4,995
Dislipidemia	1,326	0,027	1,458	1,147-3,652
Hemoglobina < 10 g/L	1,400	0,015	1,324	1,087-3,008
Ácido úrico > 390 mmol/L	1,243	0,001	1,420	1,130-3,745
Constante	4,209	0,000	0,000	-

Se calculó el valor de la escala predictiva para cada paciente y con el propósito de buscar estratos de riesgos diferentes, se procedió a determinar los percentiles 25 y 50 de la distribución empírica de los valores de la escala, los cuales fueron 4 y 7.⁽¹⁶⁾ Luego quedaron conformadas 3 categorías: riesgo bajo, pacientes con valores menores a 4; riesgo mediano, pacientes con valores entre 4 y 7 y riesgo alto, pacientes con valores superiores a 7 (tabla 3).

Tabla 3 - Ponderaciones de las variables que conformaron la herramienta predictiva

Variables	Ponderaciones
Edad > 65 años	2
Enfermedad cardiovascular	3
Albúmina < 35 g/L	2
Dislipidemia	1
Hemoglobina < 10 g/L	1
Ácido úrico > 390 mmol/L	1

< 4 puntos: riesgo bajo

5-7 puntos: riesgo mediano

> 7 puntos: riesgo alto

El valor correspondiente al área bajo la curva del estadístico C obtenida fue superior a 0,70, por tanto, se puede considerar que la herramienta predictiva tiene valor predictivo significativo. El poder discriminatorio de la escala, en aquellos pacientes con puntuaciones superiores a 4 puntos para predecir mortalidad fue bueno, área bajo la curva COR 0,856 (IC 95 %: 0,783-0,929) (Fig. 1).

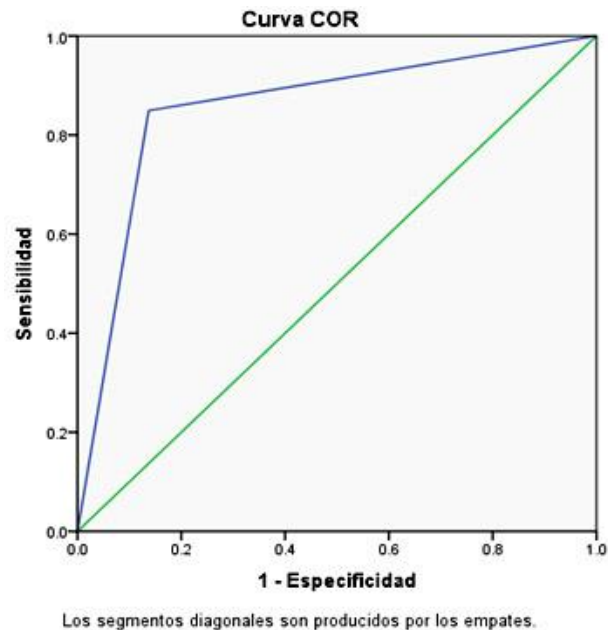


Fig. 1 - Capacidad discriminatoria de la escala predictiva como factor predictor de mortalidad.

En la figura 2 se muestran las funciones de supervivencia de los pacientes a los 6 meses según los valores obtenidos de la escala predictiva. Existieron diferencias significativas al comparar a los pacientes según el valor de la escala estuviese por encima o no del punto de corte. La tasa de mortalidad fue mayor en aquellos pacientes que presentaron valores iguales o mayores a 4 puntos con respecto a aquellos con cifras menores (65,75 % vs. 14,58 %, $p < 0,001$).

Los pacientes con valores menores a 4 puntos presentaron media de supervivencia de $149,438 \pm 7,296$ días. En cambio, los que tenían valores iguales o superiores a 4 puntos presentaron media de supervivencia de $93,128 \pm 8,545$ días.

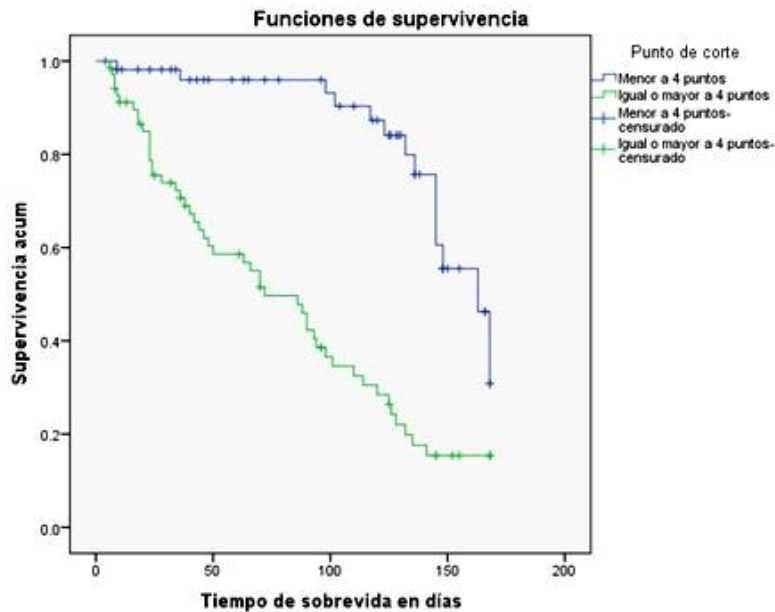


Fig. 2 - Funciones de supervivencia global a los 6 meses según el valor obtenido en la escala predictiva.

DISCUSIÓN

Los resultados de la presente investigación muestran que la escala predictiva propuesta es capaz de discriminar aquellos pacientes con ERC avanzada con mayor riesgo de mortalidad.

Schmidt y otros⁽¹⁸⁾ en un estudio de cohorte prospectivo que analizó 18 282 pacientes con ERC avanzada con el objetivo de desarrollar un modelo de predicción de mortalidad a los 12 meses y en el que se realizó regresión logística binaria demostraron que la edad y la albúmina tenían una relación lineal con la mortalidad.

Como se evidencia en el estudio anterior, el modelo de regresión logística binaria es seguro y efectivo en la predicción de mortalidad de pacientes con ERC. Los valores de los indicadores de eficacia estadística varían teniendo en cuenta el tipo y la calidad de las variables analizadas, por lo que un modelo de regresión logística basado en variables seleccionadas de contextos propios puede identificar nuevos factores pronósticos y optimizar los ya conocidos.



La edad avanzada tiene un rol esencial tanto en la progresión como en la mortalidad de los pacientes con ERC. En este estudio los pacientes fallecidos presentaron mediana de edad superiores a los vivos (65 años vs. 54 años).

Un estudio de cohortes transversales y prospectivas que incluyó pacientes de China y EE. UU. en el cual se incluyeron personas mayores de 65 años demostró que los pacientes con edad avanzada tenían peores niveles de biomarcadores relacionados con la enfermedad renal y la mortalidad fue mayor.⁽¹⁹⁾

La enfermedad cardiovascular es la primera causa en la mortalidad de los pacientes con ERC. Los pacientes con disfunción renal crónica presentan calcificación vascular, aterosclerosis avanzada y rigidez valvular. Estos fenómenos son capaces de favorecer el desarrollo de hipertrofia ventricular izquierda, insuficiencia cardíaca, arritmias y paro cardíaco.⁽²⁰⁾

La tendencia a la disminución de la albúmina sérica se asocia a los resultados adversos y a la mortalidad. *Zeng* y otros⁽²¹⁾ investigaron la asociación entre las concentraciones de albúmina sérica y el riesgo de paro cardíaco en pacientes con ERC. En los 4990 pacientes estudiados, por cada 1 g/dL de aumento de la albúmina se relacionó con una disminución del 68 % del riesgo de mortalidad cardiovascular.

En esta investigación se identificó como variable pronóstico, la hemoglobina menor a 10 g/dL. En el grupo fallecidos y de forma general las cifras de hemoglobina estuvieron disminuidas. La anemia en el paciente con ERC es de causa multifactorial pero el uso de agentes estimulantes de la eritropoyetina y suplementos de hierro inciden considerablemente en los resultados de la supervivencia.

Wittbrodt y otros⁽²²⁾ caracterizaron 22 720 pacientes con ERC en un estudio longitudinal retrospectivo realizado en EE. UU. El 23,3 % de los pacientes presentó anemia, la prevalencia de esta fue mayor en los pacientes en estadio 4 y aquellos en terapias en reemplazo renal y se asoció a mayor tasa de hospitalizaciones, progresión de la enfermedad renal y mortalidad.

La dislipidemia y el ácido úrico > 390 mmol/L fueron otras variables que se asociaron de forma significativa a la mortalidad. En cuanto al ácido úrico, es bien reconocida la importancia de su análisis de forma longitudinal, ya que su elevación se asocia a mayor riesgo de diálisis y mortalidad. Además, presenta una forma de "U" en la supervivencia teniendo en cuenta que aquellos pacientes con valores elevados presentan riesgo incrementado de mortalidad. Las sales de urato ocasionan disfunción endotelial, activación del sistema renina angiotensina aldosterona y atrofia tubular renal.



La presente investigación presentó como limitación que se utilizó un tamaño de muestra relativamente pequeño relacionado con la cantidad real de pacientes con ERC avanzada en el contexto estudiado, aun así, los resultados obtenidos pueden ser considerados en el seguimiento de los pacientes con enfermedad renal crónica. En la actualidad, se implementa el modelo desarrollado para su aplicación práctica en las consultas de enfermedad renal crónica avanzada.

La escala predictiva compuesta por 6 variables contribuye a la estratificación del riesgo de mortalidad de los pacientes con ERC. La escala muestra buena capacidad discriminatoria y calibración. Las variables incluidas son de fácil determinación e interpretación por lo que se considera como un modelo de útil implementación en la toma de decisiones médicas en el ámbito clínico actual.

Se recomienda realizar investigaciones de validación interna y externa de la escala predictiva en cohortes con mayores muestras de estimación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bello A, Okpechi I, Osman M, Cho Y, Htay H, Jha V, et al. Epidemiology of hemodialysis outcomes. *Nature Reviews Nephrology*. 2022 [acceso: 15/05/2023];18(6):378-95. DOI: [10.1038/s41581-022-00542-7](https://doi.org/10.1038/s41581-022-00542-7)
2. Anuario Estadístico de Salud, 2021. Ministerio de Salud Pública. Dirección de Registros médicos y Estadísticas de salud. La Habana, 2022. [acceso: 15/05/2023]. Disponible en: <http://bvscuba.sld.cu/anuario-estadistico-de-cuba/>
3. Khoo C, Gao F, Choong H. Death and cardiovascular outcomes in end-stage renal failure patients on different modalities of dialysis. *Ann Acad Med Singap*. 2022 [acceso: 15/05/2023];51(3):136-42. DOI: [10.47102/annals-acadmedsg.20219](https://doi.org/10.47102/annals-acadmedsg.20219)
4. González-Milán ZC, Escalona-González SO, Ramírez-Fernández A. Factores pronósticos de mortalidad en pacientes con insuficiencia renal crónica terminal en terapia hemodialítica. *Revista Electrónica Dr. Zoilo E. Marinello Vidaurreta*. 2019 [acceso: 15/05/2023]; 44(6):1-14. Disponible en: <http://revzoilomarinaldo.sld.cu/index.php/zmv/article/view/2041>



5. Escalona González SO, González Milán ZC. Inteligencia artificial en la predicción de mortalidad por enfermedad renal crónica. *An Acad Cienc Cuba*. 2022 [acceso: 15/05/2023];12(3):e1292. Disponible en: <http://www.revistaccuba.cu/index.php/revacc/article/view/1292>
6. Belur Nagaraj S, Pena MJ, Ju W, The BEAt-DKD Consortium. Machine-learning– based early prediction of end-stage renal disease in patients with diabetic kidney disease using clinical trials data. *Diabetes Obes Metab*. 2020 [acceso:15/05/2023];22(12):2479–86. DOI: [10.1111/dom.14178](https://doi.org/10.1111/dom.14178)
7. Gamboa Graus ME. Estadística aplicada a la investigación educativa. *Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, política y valores*. 2018 [acceso:15/05/2023];5(2):1-32. Disponible en: <http://www.dilemascontemporaneoseducacionpoliticayvalores.com/index.php/dilemas/article/view/427/443>
8. Marín Prada MdC, Gutiérrez García F, Martínez Morales MA. Características y causas de muerte de pacientes fallecidos con enfermedad renal crónica. Cuba 2011-2016. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*. 2021 [acceso: 15/05/2023];20(5):e3579. Disponible en: <https://revhabanera.sld.cu/index.php/rhab/article/view/3579>
9. Ruperto M, Barril G. Nutritional status, body composition, and inflammation profile in older patients with advanced chronic kidney disease stage 4-5: A case control study. *Nutrients*. 2022 [acceso:15/05/2023];14(17):3650. DOI: [10.3390/nu14173650](https://doi.org/10.3390/nu14173650)
10. Matsushita K, Ballew S, Wang A. Epidemiology and risk of cardiovascular disease in populations with chronic kidney disease. *Nature Reviews Nephrology*. 2022 [acceso: 15/05/2023];18(11):696-707. DOI: [10.1038/s41581-022-00616-6](https://doi.org/10.1038/s41581-022-00616-6)
11. Lee S, Kang S, Joo Y. Smoking, smoking cessation, and progression of chronic kidney disease: results form KNOW-CKD study. *Nicotine & Tobacco Research*. 2021 [acceso: 15/05/2023];23(1):92-98. DOI: [10.1093/ntr/ntaa071](https://doi.org/10.1093/ntr/ntaa071)
12. Liang X, Ye M, Tao M. The association between dyslipidemia and the incidence of chronic kidney disease in the general Zhejiang population: a retrospective study. *BMC Nephrol*. 2020 [acceso:15/05/2023]; 21(252):1-9. DOI: [10.1186/s12882-020-01907-5](https://doi.org/10.1186/s12882-020-01907-5)



13. Feng-Ching S, Yi-Wen Ch, Mei-Chuan K. U-shaped association between waist-to-hip ratio and all-cause mortality in stage 3-5 chronic kidney disease patients with body mass index paradox. *J Pers Med*. 2021 [acceso: 15/05/2023];11(12):1355. DOI: [10.3390/jpm11121355](https://doi.org/10.3390/jpm11121355)
14. Miao H, Liu L, Wang Y. Chronic kidney disease biomarkers and mortality among older adults: A comparison study of survey samples in China and the United States. *Plos One*. 2022 [acceso:15/05/2023];17(1):e0260074. DOI: [10.1371/journal.pone.0260074](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0260074)
15. Cornish R, Bartlett J, Macleod J. Complete case logistic regression with a dichotomized continuous outcome led to biased estimates. *Journal of Clinical Epidemiology*. 2023 [acceso: 15/05/2023];154(2023):33-41. DOI: [10.1016/j.jclinepi.2022.11.022](https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2022.11.022)
16. Montalescot L, Dorard G, Speyer G. Patient perspectives on chronic kidney disease and decision-making about treatment. Discourse of participants in the French CKD-REIN cohort study. *J. Nephrol*. 2022 [acceso: 15/05/2023];35(5):1387-1397. DOI: [10.1007/s40620-022-01345-6](https://doi.org/10.1007/s40620-022-01345-6)
17. World Medical Association Declaration of Helsinki: ethical principles for medical research involving human subjects. Reviewing the latest version. *Int. J. Surg. Sci*. 2014 [acceso: 15/05/2023];1(4):339-46. DOI: [10.32457/IJMSS.2014.042](https://doi.org/10.32457/IJMSS.2014.042)
18. Schmidt RJ, Landry DL, Cohen L. Derivation and validation of a prognostic model to predict mortality in patients with advanced chronic kidney disease. *Nephrol Dial Transplant*. 2019;34(9):1517–25. DOI: [10.1093/ndt/gfy305](https://doi.org/10.1093/ndt/gfy305)
19. Miao H, Liu L, Wang Y. Chronic kidney disease biomarkers and mortality among older adults: A comparison study of survey samples in China and the United States. *PLoS ONE*. 2022;17(1):e0260074. DOI: [10.1371/journal.pone.0260074](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0260074)
20. Liu H, Wang R. Associations between the serum magnesium and all-cause or cardiovascular mortality in chronic kidney disease and end-stage renal disease patients. A meta-analysis. *Medicine*. 2021;100(45):e27486. DOI: [10.1097/MD.00000000000027486](https://doi.org/10.1097/MD.00000000000027486)
21. Zeng YQ, Qin ZA, Guo ZW. Non-linear relationship between basal serum albumin concentration and cardiac arrest in critically ill patients with end-stage renal disease: a cross-sectional study. *BMJ Open*. 2022;12(2):e051721. DOI: [10.1136/bmjopen-2021-051721](https://doi.org/10.1136/bmjopen-2021-051721)



22. Wittbrodt E, James G, Kumar S. Contemporary outcomes of anemia in US patients with chronic kidney disease. *Clinical Kidney Journal*. 2022;15(2):244–52. DOI: 10.1093/ckj/sfab195

Conflictos de interés

Los autores declaran que no existen conflictos de interés.

Contribuciones de los autores

Conceptualización: *Sergio Orlando Escalona González, Yailé Caballero Mota, Yanela Rodríguez Álvarez, Zoraida Caridad González Milán.*

Curación de datos: *Sergio Orlando Escalona González, Zoraida Caridad González Milán.*

Análisis formal: *Sergio Orlando Escalona González.*

Investigación: *Sergio Orlando Escalona González.*

Metodología: *Sergio Orlando Escalona González.*

Administración del proyecto: *Sergio Orlando Escalona González, Zoraida Caridad González Milán.*

Recursos: *Sergio Orlando Escalona González, Yailé Caballero Mota, Yanela Rodríguez Álvarez, Zoraida Caridad González Milán.*

Supervisión: *Sergio Orlando Escalona González, Yailé Caballero Mota, Yanela Rodríguez Álvarez, Zoraida Caridad González Milán.*

Validación: *Sergio Orlando Escalona González, Yailé Caballero Mota, Yanela Rodríguez Álvarez, Zoraida Caridad González Milán.*

Visualización: *Sergio Orlando Escalona González, Yailé Caballero Mota, Yanela Rodríguez Álvarez, Zoraida Caridad González Milán, Beatriz Ricardo Paez, Katiuska Danay Rodríguez Espinosa.*

Redacción – revisión y edición: *Sergio Orlando Escalona González, Yailé Caballero Mota, Yanela Rodríguez Álvarez, Mirna León Acebo, Zoraida Caridad González Milán, Beatriz Ricardo Paez, Katiuska Danay Rodríguez Espinosa.*