

Análisis de los factores pronósticos de mortalidad en los pacientes con enfermedad renal crónica en hemodiálisis

Analysis of Mortality Prognostic Factors in Patients with chronic Kidney Disease on Hemodialysis

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

Mirna león Acebo² <https://orcid.org/0000-0001-5652-8080>

Yailé Caballero Mota³ <https://orcid.org/0000-0002-6725-5812>

Zoraida Caridad González Milán⁴ <https://orcid.org/0000-0002-4092-9389>

Yanela Rodríguez Álvarez³ <https://orcid.org/0000-0003-2232-2265>

Beatriz Ricardo Paez² <https://orcid.org/0000-0003-0204-1845>

Katiuska Danay Rodríguez Espinosa⁴ <https://orcid.org/0000-0001-5172-4701>

¹Policlínico Docente “Manuel Fajardo Rivero”. Las Tunas, Cuba.

²Facultad de Ciencias Médicas “Dr. Zoilo Enrique Marinello Vidaurreta”. Universidad de Ciencias Médicas. Las Tunas, Cuba.

³Universidad de Camagüey “Ignacio Agramonte Loynaz”. Camagüey, Cuba.

⁴Hospital General Docente Clínico Quirúrgico “Dr. Ernesto Guevara de la Serna”. Las Tunas, Cuba.

* Autor para la correspondencia: sernephron96@gmail.com

RESUMEN

Introducción: La enfermedad renal crónica es una de las principales causas de mortalidad en todo el mundo. La estratificación del riesgo a través del análisis de factores pronósticos podría generar un cambio de paradigma.

Objetivo: Analizar los factores pronósticos de mortalidad en los pacientes con enfermedad renal crónica en hemodiálisis.

Métodos: Se realizó un estudio no experimental, longitudinal de cohorte retrospectivo en los pacientes con enfermedad renal crónica en hemodiálisis en el Hospital General Docente: “Dr. Ernesto Guevara de la Serna” durante el período del 1 de enero de 2017 al 31 de diciembre de 2021. En general, se analizaron los factores pronósticos de mortalidad mediante el análisis multivariado de regresión logística binaria y se determinó el porcentaje correcto de clasificación del modelo de regresión.

Resultados: Se analizaron como variables pronosticas de mortalidad la enfermedad cardiovascular [B = 3,831; $p = 0,000$; Exp (B) = 46,118], Albúmina < 29 g/L [B = 2,839; $p = 0,000$; Exp (B) = 17,099], urea > 17 mmol/L [B = 1,326; $p = 0,027$; Exp (B) = 3,767], glucemia < 4 mmol/L [B = 1,600; $p = 0,015$; Exp (B) = 4,955] y ganancia de peso interdialítica excesiva [B = 2,243; $p = 0,001$; Exp (B) = 9,420]. El porcentaje global de clasificación del modelo de regresión logística binaria fue de 89,5 %.

Conclusiones: Se analizó el modelo predictivo de regresión logística que presentó una buena precisión con los factores de pronósticos asociados a la mortalidad en los pacientes en hemodiálisis.

Palabras clave: insuficiencia renal crónica; pronóstico; mortalidad; hemodiálisis.

ABSTRACT

Introduction: Chronic kidney disease is one of the main causes of mortality worldwide. Risk stratification through the analysis of prognostic factors could generate a paradigm shift.

Objective: To analyze the prognostic factors of mortality in patients with chronic kidney disease on hemodialysis.

Methods: A non-experimental, longitudinal retrospective cohort study was carried out on patients with chronic kidney disease on hemodialysis at Dr. Ernesto Guevara de la Serna General Teaching Hospital from January 2017 to December 31, 2021. The prognostic factors of mortality were analyzed using multivariate binary logistic regression analysis and the correct percentage of classification of the regression model was determined.

Results: Prognostic variables of mortality were analyzed, such as cardiovascular disease [B = 3.831; p = 0.000; Exp (B) = 46.118], albumin < 29 g/L [B = 2.839; p = 0.000; Exp (B) = 17.099], urea > 17 mmol/L [B = 1.326; p = 0.027; Exp (B) = 3.767], blood glucose < 4 mmol/L [B = 1.600; p = 0.015; Exp (B) = 4.955] and excessive interdialytic weight gain [B = 2.243; p = 0.001; Exp(B) = 9.420]. The overall classification percentage of the binary logistic regression model was 89.5%.

Conclusions: The logistic regression predictive model was analyzed, which showed good precision with the prognostic factors associated with mortality in hemodialysis patients.

Keywords: chronic renal failure; forecast; mortality; hemodialysis.

Recibido: 09/02/2023

Aceptado: 03/10/2023

Introducción

Los estudios realizados en las últimas décadas sobre el pronóstico de la enfermedad renal crónica (ERC) despertó el interés de los investigadores en el campo de la nefrología. Es una de las principales causas de mortalidad en todo el mundo. En consecuencia, la búsqueda de modelos predictivos eficaces para solucionar esta problemática de salud representa un reto pertinente. La estratificación del riesgo a través del análisis de factores pronósticos podría generar un cambio de paradigma.⁽¹⁾

Esta entidad clínica 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.⁽²⁾

En Cuba durante el año 2021 la ERC fue la causa número catorce de mayor mortalidad. Se reportaron 1 576 muertes, 398 más que el año 2020, para una tasa bruta de 14,1 y ajustada de 7,0.⁽³⁾

Un metaanálisis publicado en el año 2020 en la revista *Journal Clinical Medicine*, donde se analizaron ensayos clínicos controlados aleatorios y estudios observacionales que evaluaron el efecto del tratamiento en la mortalidad por todas las causas en pacientes con ERC, concluyó que debido a la heterogeneidad de la disfunción renal crónica se dificulta la reducción de mortalidad.⁽⁴⁾

La predicción precisa del riesgo de mortalidad es considerada una necesidad para atender de forma personalizada a los pacientes con insuficiencia renal. *Van Rijn* y otros⁽⁵⁾ realizaron un ensayo clínico aleatorizado con validación externa y demostraron que los modelos pronósticos multivariados tienen calidad moderada y muestran variabilidad en su desempeño. En este escenario, el análisis de factores pronósticos con variables derivadas de contextos propios puede favorecer la toma de decisiones en el ámbito clínico.

Los modelos lineales tradicionales se basan en la suposición estadística de relación lineal entre covariables y la variable dependiente para procesar variables preseleccionadas. En la actualidad, se requieren nuevos modelos explicativos y reproducibles con un diseño metodológico y las relaciones de causalidad diferentes, que investiguen la relación entre las variables para mejorar el pronóstico de la enfermedad renal crónica.

El análisis de las variables epidemiológicas, clínicas, paraclínicas y dependientes del tratamiento en pacientes con ERC pueden generar un sistema de alerta temprana que podría contribuir a la aplicación de intervenciones futuras para modificar la mortalidad con implicaciones a corto, mediano y largo plazo en el pronóstico de cohortes generales de pacientes con la enfermedad renal crónica en hemodiálisis.

La presente investigación tuvo el objetivo de analizar los factores pronósticos de la mortalidad en los pacientes con enfermedad renal crónica en hemodiálisis.

Métodos

Se realizó un estudio no experimental, longitudinal de cohorte retrospectivo en los pacientes con la enfermedad renal crónica en hemodiálisis en el Hospital General Docente: “Dr. Ernesto Guevara de la Serna” en el período comprendido del 1 enero de 2017 al 31 de diciembre de 2021.

La población estuvo constituida por 302 pacientes con la enfermedad renal crónica en programa de hemodiálisis en el hospital en estudio y en el período declarado anteriormente. Para calcular el tamaño de la muestra se utilizó el procesador estadístico Epi Info 7 versión android mediante el siguiente análisis:

- _ Población 302 pacientes
- _ Error máximo aceptable 5 %
- _ % estimado de la muestra 50 %
- _ Nivel deseado de confianza 95 %

A partir de los indicadores anteriores se necesitó incluir 169 pacientes en la muestra para representar a la población de 302 pacientes con un error de 0,05 y un nivel de confianza de 95 %.

Para seleccionar los elementos muestrales se realizó un muestreo probabilístico estratificado, el cual propicia que aumente la precisión de esta y disminuya la varianza de cada elemento de la media muestral. Se dividió la muestra en dos estratos, pacientes fallecidos y vivos.

El análisis se realizó de la siguiente forma: población 302 pacientes, muestra 169 pacientes, pacientes fallecidos representados en la población 111 pacientes, pacientes vivos representados en la población 191 pacientes; por lo que representó $169/302 = 0,5596$.

La desviación estándar de cada elemento de los estratos fue 0,5596; después de $111 \times 0,5596 = 62$ y $191 \times 0,5596 = 107$. Finalmente, los estratos de la muestra se conformaron por 62 pacientes fallecidos y 107 pacientes vivos.

En cuanto a los criterios de inclusión se incluyeron los pacientes mayores de 18 años y los pacientes con la enfermedad renal crónica en programa de hemodiálisis.

Para los criterios de exclusión se tuvieron en cuenta los pacientes cuyas historias clínicas no contaron con los datos requeridos para realizar la investigación y los pacientes con un diagnóstico de COVID-19 por RT-PCR durante el período 2020-2021.

Además, para los criterios de salida se tuvieron en cuenta los pacientes que durante el período de la investigación no se conoció la ocurrencia o no del evento por abandono del programa de hemodiálisis o traslados.

La definición del evento: variable dependiente a la muerte por cualquier causa de los pacientes con enfermedad renal crónica en hemodiálisis en el hospital en estudio en el período comprendido del 1 de enero de 2017 al 31 de diciembre de 2021.

Las variables estudiadas fueron: edad, sexo, antecedentes patológicos personales, clínicas y paraclínicas, dependientes del tratamiento. Estas fueron tomadas de la base de datos de incidencia y prevalencia de los pacientes con ERC en el Servicio de Nefrología del hospital y de la revisión exhaustiva de las historias clínicas.

Para el procesamiento estadístico los datos obtenidos fueron almacenados y procesados en el paquete estadístico *Statistical Package Social Science (Spss)* versión 20.

Para determinar la distribución normal o no de las variables cuantitativas se aplicó la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Aquellas variables cuantitativas con distribución normal se expresaron en media y desviación estándar y sus medias fueron comparadas a través de la prueba estadística t de *student* de comparación de medias para grupos independientes. 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 χ^2 basado en su hipótesis de homogeneidad y el test exacto de Fisher. Finalmente, se realizó un análisis multivariado de regresión logística binaria para determinar las variables que constituyeron factores pronósticos de la mortalidad.

El proceso de selección de las variables para la inclusión en la regresión logística se realizó a partir de la significación estadística de los atributos en el análisis univariado y en aquellas variables que la literatura ha planteado como factores pronósticos de la mortalidad. De esta

forma se evitó el sesgo de confusión. Además, aquellas variables que presentaron problemas de colinealidad no se incluyeron en el modelo.

En el caso de las variables cuantitativas fueron dicotomizadas antes de incluirse en el modelo de regresión para facilitar la interpretación de los resultados. El método utilizado fue la razón de verosimilitud por pasos hacia adelante. Se trabajó con una confiabilidad del 95 %.

Aspectos éticos

La investigación fue evaluada y aprobada por el Consejo Científico y la Comisión de Ética de la Investigación del hospital en estudio. Además se aplicaron los principios que declara la Declaración de Helsinki,⁽⁶⁾ para el desarrollo de investigaciones en los seres humanos.

Resultados

Se analizaron 169 pacientes, la mediana de edad global fue de 60 años (RIQ: 19), la mediana de edad fue significativamente 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 ($p = 0,000$) por lo que resultaron variables estadísticamente significativas (tabla 1).

Tabla 1- Distribución de los pacientes según características epidemiológicas

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
Enfermedad renal poliquística autosómica dominante	14 (8,30 %)	6 (9,70 %)	8 (7,5 %)	0,617
Diabetes mellitus	48 (28,40 %)	22 (35,50 %)	26 (24,30 %)	0,120
Glomerulopatías	13 (7,70 %)	6 (9,70 %)	7 (6,50 %)	0,461
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
Depresión	30 (17,80 %)	13 (21,00 %)	17 (15,90 %)	0,405

^a Resultado expresado en mediana y rango intercuartil. ^b Estadísticamente significativo.

En relación con las variables clínicas y paraclínicas 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 fueron variables que arrojaron diferencias estadísticamente significativas. Por otra parte, las medianas de glucemia y colesterol presentaron significación estadística ($p = 0,001$) y ($p = 0,000$) respectivamente (tabla 2).

Tabla 2- Distribución de los pacientes según variables clínicas y paraclínicas

Variables	Total n = 169	Fallecidos n ₁ = 62	Vivos n ₂ = 107	p
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)	15 (4,0)	0,009 ^b
Creatinina ^a	970 (230)	994 (227)	966 (287)	0,002 ^b
Filtrado glomerular ^c	5,905 ± 1,9798	5,274 ± 1,3810	6,2741 ± 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
Calcio ^c	1,881 ± 0,3817	1,825 ± 0,4277	1,915 ± 0,3489	0,181
Diagnóstico de la enfermedad renal crónica en estadio 5	54 (32,20 %)	23 (37,10 %)	31 (29,00 %)	0,275

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

Se muestran las características de los pacientes según variables dependientes del tratamiento. El 60,40 % de los pacientes recibió atención nefrológica previa. La media del tiempo en hemodiálisis de los pacientes vivos (44,80 ± 49,709 meses) fue mayor a la de los pacientes fallecidos (34,19 ± 39,738 meses), aun así no representó significancia estadística. El inicio tardío del programa de hemodiálisis y la ganancia de peso interdialítica excesiva fueron variables que se asociaron con la significación estadística ($p = 0,000$) (tabla 1).

Tabla 3- Distribución de los pacientes según variables dependientes del tratamiento

Variables	Total n = 169	Fallecidos n ₁ = 62	Vivos n ₂ = 107	p
Atención nefrológica previa	102 (60,40 %)	36 (58,10 %)	66 (61,70 %)	0,643
Tiempo en hemodiálisis ^c	40,91 ± 46,462	34,19 ± 39,738	44,80 ± 49,709	0,153
Inicio tardío del programa en hemodiálisis	34 (20,10 %)	22 (35,50 %)	12 (11,20 %)	0,000 ^b
Catéter centrovenoso	91 (53,80 %)	35 (56,50 %)	56 (52,30 %)	0,605
Ganancia de peso interdialítica excesiva	36 (21,30 %)	27 (43,50 %)	9 (8,40 %)	0,000 ^b
Hepatitis	41 (24,30 %)	13 (21,00 %)	28 (26,20 %)	0,447

^b Estadísticamente significativo. ^c Resultado expresado como media ± DE.

Se muestran las variables pronósticas de mortalidad en la regresión logística binaria: enfermedad cardiovascular [B = 3,831; $p = 0,000$; Exp (B) = 46,118], Albúmina < 29 g/L [B = 2,839; $p = 0,000$; Exp (B) = 17,099], urea > 17 mmol/L [B = 1,326; $p = 0,027$; Exp (B) = 3,767], glucemia < 4 mmol/L [B = 1,600; $p = 0,015$; Exp (B) = 4,955] y ganancia de peso interdialítica excesiva [B = 2,243; $p = 0,001$; Exp (B) = 9,420] (tabla 4).

Tabla 4- Regresión logística para la predicción de variables pronósticas de mortalidad

Variables	B	Wald	Sig.	Exp (B)
Enfermedad cardiovascular	3,831	25,732	0,000	46,118
Albúmina < 29 g/L	2,839	16,548	0,000	17,099
Urea > 17 mmol/L	1,326	4,919	0,027	3,767
Glucemia < 4 mmol/L	1,600	5,949	0,015	4,955
Ganancia de peso interdialítica excesiva	2,243	10,517	0,001	9,420

Una vez determinadas las variables pronósticas de mortalidad es importante saber el porcentaje correcto de la clasificación del modelo de regresión. Se observa como el modelo de regresión logística binaria fue capaz de pronosticar el 86,5 % de los pacientes vivos, el 91,4 % de los pacientes fallecidos y el 89,5 % de forma general (tabla 5).

Tabla 5- Clasificación del modelo de regresión logística binaria

Observado	Pronosticado		
	Mortalidad		Corrección de porcentaje
	No mortalidad	Sí mortalidad	
No mortalidad	45	7	86,5
Sí mortalidad	7	74	91,4
Porcentaje global			89,5

Discusión

Los resultados obtenidos en la presente investigación demuestran que existen variables epidemiológicas, clínicas, paraclínicas y dependientes del tratamiento de la enfermedad renal crónica que son factores pronósticos de mortalidad.

Los pacientes con enfermedad cardiovascular presentaron un riesgo de mortalidad 46 veces mayor a los pacientes sin antecedentes de enfermedades cardiovasculares.

Acerca de un metaanálisis⁽⁷⁾ que incluyó seis investigaciones de las cuales tres fueron ensayos clínicos controlados aleatorios, mostró que la administración de los inhibidores del sistema renina-angiotensina redujeron significativamente la mortalidad por todas las causas en pacientes con enfermedad renal crónica. El estudio concluyó que a pesar de que algunos grupos farmacológicos pueden reducir el riesgo de muerte cardiovascular, se necesitan más evidencias para demostrarlo.

La enfermedad cardiovascular es la causa líder en la mortalidad de los pacientes con enfermedad renal. 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. El control del síndrome cardiorrenal alienta sobre mejores resultados en la supervivencia.⁽⁸⁾

Un estudio que construyó modelos de predicción para la presencia y la gravedad de calcificación de la arteria coronaria en pacientes con enfermedad renal crónica en función de

la tomografía computarizada cardíaca, informó que de los 3 701 pacientes incluidos, 943 (25,5 %) presentaron calcificación.⁽⁹⁾

La prevalencia de las enfermedades cardiovasculares en los pacientes con ERC en hemodiálisis es más alta de lo que se conoce. Las diferentes escalas de estimación del riesgo cardiovascular no incluyen la función renal entre los aspectos a evaluar. Desde el diagnóstico de la enfermedad renal, en sus estadios tempranos, se deben diseñar estrategias para disminuir la incidencia de mortalidad por causa cardiovascular.

Otro factor pronóstico identificado en la regresión logística fue la albúmina < 29 g/L, los pacientes con cifras inferiores presentaron un riesgo de mortalidad 17 veces mayor a aquellos pacientes con cifras superiores.

En cuanto a los niveles de albúmina, *Zeng* y otros⁽¹⁰⁾ investigaron la asociación entre las concentraciones de albúmina sérica y el riesgo de paro cardíaco en pacientes con la enfermedad renal terminal. En los 4 990 pacientes estudiados, por cada 1 g/dL de aumento de la albúmina se relacionó con una disminución del 68 % del riesgo de mortalidad cardiovascular.

Un estudio realizado en pacientes con ERC en hemodiálisis de nuestra provincia entre los años 2016 y 2019 reportó que la albúmina menor a 35 g/L fue un factor pronóstico de mortalidad ($p = 0,000$; HR: 3,468; IC: 1,760-5,879)⁽¹¹⁾ La presente investigación identificó que valores menores a 29 g/dL fueron estadísticamente significativos según el análisis de regresión.

Lee y otros⁽¹²⁾ exploraron optimizar la predicción de la mortalidad a los 2 años de los pacientes con la enfermedad renal crónica al asociar el factor de diferenciación de crecimiento sérico-15 y la albúmina. Los investigadores concluyeron que el cuartil mayor del índice pronóstico estuvo asociado a la mortalidad ($p = 0,000$; HR: 8,468; IC: 2,981-24,054). Se recomendó que tanto la albúmina aislada como la asociación en el índice propuesto discriminaban significativamente el riesgo de la mortalidad.

Los pacientes en hemodiálisis, las cifras de urea, específicamente el modelo de distribución cinético de la urea ofrece mejores hipótesis explicativas relacionadas con la mortalidad. En el presente estudio la mediana de urea fue mayor en los pacientes fallecidos, específicamente aquellos pacientes con cifras de urea > 17 mmol/L presentaron 3 veces mayor el riesgo de mortalidad con respecto a pacientes con cifras menores.

Laville y otros⁽¹³⁾ en una cohorte de 2 507 pacientes en hemodiálisis con el objetivo de determinar si los niveles de urea estaban asociados a la enfermedad cardiovascular y muerte. Dividieron la muestra en tres terciles según cifras de urea y utilizaron modelos de riesgos proporcionales de Cox. Los resultados del estudio sugirieron que los valores más elevados de urea eran predictores de enfermedad cardiovascular HR: 1,93 y de mortalidad HR: 1,31.

A pesar de que se conocen varios factores de riesgo cardiovascular tradicionales en el paciente con enfermedad renal, las toxinas urémicas imbrican cambios vasculares potencialmente patogénicos. Las cifras de urea están relacionadas directamente con la calidad y adecuación de la diálisis óptima. El monitoreo constante de la urea en el paciente renal terminal estimaría el resultado clínico de estos y alertaría sobre la supervivencia.

Por otra parte, en el presente estudio la mediana y rango intercuartil de las cifras de glucemia fue menor en el grupo fallecidos con respecto al grupo vivos 4 mmol/L (1,8) en comparación

con 5 mmol/L (2,0) respectivamente. Cerca del 30 % de los pacientes estudiados padecía de diabetes *mellitus*, según el análisis de regresión logística los pacientes con glucemia inferior a 4 mmol/L presentaron un riesgo cuatro veces mayor de morir con respecto a valores superiores de glucosa.

Rhee y otros⁽¹⁴⁾ evaluaron el impacto del control glucémico en los resultados de pacientes con enfermedad renal crónica en hemodiálisis. Se analizaron datos de 17 121 pacientes y contrario a los resultados de la presente tesis de investigación las cifras mayores de glucemia se asociaron a mayor mortalidad RR: 1,26. En conclusión, la variabilidad de la glucosa se relacionó con la mortalidad temprana en diálisis.

En la etapa terminal de la enfermedad renal crónica los riñones pierden la capacidad de regular la producción de orina. El exceso de líquidos entre el período de comienzo de la hemodiálisis provoca que aumente el peso corporal, a este último se le conoce como ganancia interdialítica de peso y los resultados mayores de este indicador se asocian con mayor incidencia de complicaciones y mortalidad.⁽¹⁵⁾ Con respecto al planteamiento anterior, en el presente estudio la ganancia de peso interdialítica excesiva representó un riesgo de nueve veces de mayor mortalidad.

La actitud de los pacientes respecto al autocuidado y la adherencia a la dieta según las recomendaciones médicas con la restricción adecuada de líquidos favorece la realización de hemodiálisis sin la presencia de hipervolemia. La sobrecarga de volumen favorece la agudización de la enfermedad renal e interfiere en la supervivencia.⁽¹⁶⁾

Ahbab y otros⁽¹⁷⁾ en un estudio transversal prospectivo durante cinco años, analizaron 100 pacientes con el objetivo de evaluar factores asociados con la supervivencia a largo plazo en pacientes en hemodiálisis crónica. La tasa de supervivencia fue menor en pacientes con mayor aumento de peso interdialítico relativo ($p = 0,026$).

La ganancia de peso interdialítica debe ser inferior al 4,5 % del peso del paciente. La ganancia excesiva de peso interdialítico se asocia a una mayor mortalidad por causa cardiovascular y por todas las causas.⁽¹⁸⁾ Además, favorece la aparición de comorbilidades como la hipertrofia ventricular izquierda y eventos cardiovasculares y cerebrovasculares. Secundario a este proceso, el paciente necesita de sesiones de hemodiálisis más largas o frecuentes con la reducción de la calidad de vida.

La presente investigación informó que mediante el análisis multivariado de regresión logística binaria se identificaron oportunamente cinco factores pronósticos de mortalidad en pacientes con enfermedad renal crónica en hemodiálisis. El modelo predictivo tuvo una precisión del 89,5 %, la cual se consideró como buena.

La regresión logística es considerada un algoritmo del aprendizaje automático supervisado porque propicia probabilidades y puede clasificar nuevos datos utilizando valores continuos o discretos. Aunque la codificación de las variables cuantitativas en atributos dicotómicos facilita las interpretaciones predictivas.^(19,20)

El análisis de regresión logística binaria es uno de los más populares algoritmos de regresión. Este se basa en una variable explicativa “x” que es una función y la respuesta “y” es de salida binaria. Se utiliza para predecir una variable dependiente categórica basado en el análisis de un conjunto de variables independientes o factores explicativos/predictivos. Los coeficientes del modelo de regresión son fáciles de interpretar en términos de los valores predictores.⁽²¹⁾

Una de las ventajas de la regresión logística es que es más fácil de configurar y entrenar que otros algoritmos del aprendizaje automático y de la inteligencia artificial. Además, es una prueba que aporta resultados de clasificación eficiente cuando los datos analizados están exentos de errores. También permite conocer las interacciones entre diferentes variables y el impacto en los resultados finales.⁽¹⁹⁾

En el análisis multivariado de regresión logística binaria que se realizó en el presente acápite solamente se seleccionaron aquellas variables con significación estadística en el análisis univariado. Esta selección permitió realizar limpieza de datos y eliminar variables generadoras de ruido para obtener resultados libres de sesgos.

Kanda y otros⁽²²⁾ evaluaron diferentes herramientas de la inteligencia artificial en la predicción de mortalidad en hemodiálisis. Las variables en la ecuación de regresión logística binaria fueron la edad, el filtrado glomerular, la hemoglobina glucosilada, el colesterol total y el péptido natriurético cerebral. El modelo de regresión presentó área bajo la curva del estadístico C de 0,809; sensibilidad de 0,224; especificidad 0,964, valor predictivo positivo 0,556 y valor predictivo negativo de 0,860.

La principal limitación del presente estudio radica en que se trata de una cohorte histórica retrospectiva perteneciente a una sola institución de salud, por lo tanto la generalización de los resultados en otros contextos se recomienda la realización de validaciones externas.

Se concluye que los factores pronósticos en los pacientes con enfermedad renal crónica en hemodiálisis asociados a la mortalidad son la enfermedad cardiovascular, albúmina inferior a 29 g/L, urea mayor a 17 mmol/L, glucemia menor a 4 mmol/L y ganancia de peso interdialítica excesiva. El modelo predictivo de regresión logística presentó una buena precisión.

Referencias bibliográficas

1. Lim DK, Boyd JH, Thomas E, Chakera A, Tippaya S, Irish A, *et al.* Prediction models used in the progression of chronic kidney disease: A scoping review. PLoS ONE. 2022;17(7):e0271619. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0271619>
2. Bello A, Okpechi I, Osman M, Cho Y, Htay H, Jha V, *et al.* Epidemiology of haemodialysis outcomes. Nature Reviews Nephrology. 2022;18:378-95. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41581-022-00542-7>
3. Anuario Estadístico de Salud, 2021. Ministerio de Salud Pública. Dirección de Registros médicos y Estadísticas de salud. La Habana, 2022 [acceso 10/01/2023]. Disponible en: <http://bvscuba.sld.cu/anuario-estadistico-de-cuba/>
4. Kim J, Steingroever J, Lee K, Oh J, Choi M, Lee J. Clinical Interventions and All-Cause Mortality of Patients with Chronic Kidney Disease: An Umbrella Systematic Review of Meta-Analyses. J. Clin. Med. 2020;9:394. DOI: <https://doi.org/10.3390/jcm9020394>
5. Van Rijn MH, Van de Luijngaarden M, Van Zuilen AD, Blankestijn PJ, Wetzels JF, Debray TP, *et al.* Prognostic models for chronic kidney disease: a systematic review and external validation. Nephrol Dial Transplant 2021;36:1837-50. DOI: <https://doi.org/10.1093/ndt/gfaa155>

6. World Medical Association (WMA) Declaration of Helsinki – Ethical principles for medical research involving human subjects. s/f [acceso 09/07/2018]. Disponible en: <https://www.wma.net/policies-post/wmadeclaration-of-helsinki-ethical-principles-for-medical-research-involving-humansubjects/#>
7. Yang L, Ye N, Bian W, Cheng H. Efficacy of medication therapy for patients with chronic kidney disease and heart failure with preserved ejection fraction: a systematic review and meta-analysis. *International Urology and Nephrology*. 2022;54:1435-44. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11255-021-03025-z>
8. 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. DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/MD.00000000000027486>
9. Zhu H, Yin C, Schoepf J, Wang D, Zhou C, Lu GM, *et al*. Machine Learning for the Prevalence and Severity of Coronary Artery Calcification in Nondialysis Chronic Kidney Disease Patients A Chinese Large Cohort Study. *J Thorac Imaging*. 2022;37:401-08. DOI: <https://doi.org/10.1097/RTI.0000000000000657>
10. 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:e051721. DOI: <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2021-051721>
11. 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 10/01/2023];44(6). Disponible en: <http://revzoilomarinaldo.sld.cu/index.php/zmv/article/view/2041>
12. Lee EJ, Hwang HB, Han SH, Ham YR, Shin JA, Lee KW, *et al*. Serum Growth Differentiation Factor-15/Albumin Ratio as a 2-Year Survival Marker of End-Stage Renal Disease Patients Initiating Maintenance Hemodialysis. *Diagnostics*. 2022;12:257. DOI: <https://doi.org/10.3390/diagnostics12020257>
13. Laville S, Couturier A, Lambert O, Metzger M, Mansencal N, Jacquelinet C, *et al*. Urea levels and cardiovascular disease in patients with chronic kidney disease. *Nephrol Dial Trasplant*. 2022;gfac045. DOI: <https://doi.org/10.1093/ndt/gfac045>
14. Rhee C, Kovesdy C, Ravel V, Streja E, Sim J, You A, *et al*. Glycemic Status and Mortality in Chronic Kidney Disease According to Transition Versus Nontransition to Dialysis. *Journal of Renal Nutrition*. 2019;29(2):82-90. DOI: <https://doi.org/10.1053/j.jrn.2018.07.003>
15. Arkan Naufal MD. Interdialytic Weight Gain as the side effect of Hemodialysis Therapy: A Literature Review. *International Journal of Research Publications*. 2022;115(1):298-301. DOI: <https://doi.org/10.47119/IJRP10011511220224323>
16. Manawan S, Rosa E. Association between attitudes to self-management on adherence in restriction fluid and dietary among patient hemodialysis related to hypervolemia. *Journal of Nursing and Health*. 2022;3(1):42-53. DOI: <https://doi.org/10.31539/josing.v3i1.4093>
17. Ahbap E, Hasbal N, Sevinc M, Basturk T, Sakaci T, Unsal A. Factors Associated with Long-Term Survival in Maintenance Hemodialysis Patients: A 5-Year Prospective Follow-Up

Study. Med Bull Sisli Etfal Hosp. 2022;56(3):414-20. DOI: <https://doi.org/10.14744/SEMB.2022.76983>

18. Bossola M, Pepe G, Antocicco M, Severino A, Di Stasio E. Interdialytic weight gain and educational/cognitive, counseling/behavioral and psychological/affective interventions in patients on chronic hemodialysis: a systematic review and meta-analysis. Journal of Nephrology. 2022;35:1973-83. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40620-022-01450-6>

19. Nodir R, Dilmurod K. The mathematical essence of logistic regression for machine learning. International Journal of Contemporary Scientific and Technical Research. 2022 [acceso 10/01/2023];1(1):102-5. Disponible en: <http://journal.jbnuu.uz/index.php/ijcstr/article/view/27>

20. Cornish R, Bartlett J, Macleod J, Labranza K. Complete case logistic regression with a dichotomized continuous outcome led to biased estimates. Journal of Clinical Epidemiology. 2023;154:33-41. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2022.11.022>

21. Berrendero J, Bueno-Larraz B, Cuevas A. On functional logistic regression: some conceptual issues. Test. 2022;1. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11749-022-00836-9>

22. Kanda E, Okami S, Kohsaka S, Okada M, Ma X, Kimura T, *et al.* Machine Learning Models Predicting Cardiovascular and Renal Outcomes and Mortality in Patients with Hyperkalemia. Nutrients. 2022;14:4614. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu14214614>

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

Contribuciones de los autores

Conceptualización: Sergio Orlando Escalona González, Mirna león Acebo, Yailé Caballero Mota, Zoraida Caridad González Milán, Yanela Rodríguez Álvarez, Beatriz Ricardo Paéz, Katuska Danay Rodríguez Espinosa.

Curación de datos: Sergio Orlando Escalona González, Zoraida Caridad González Milán, Beatriz Ricardo Páez, Katuska Danay Rodríguez Espinosa.

Análisis formal: Sergio Orlando Escalona González.

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

Metodología: Sergio Orlando Escalona González.

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

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

Supervisión: Sergio Orlando Escalona González, Mirna león Acebo, Yailé Caballero Mota, Zoraida Caridad González Milán.

Validación: Sergio Orlando Escalona González, Yailé Caballero Mota, Yanela Rodríguez Álvarez.

Visualización: Sergio Orlando Escalona González, Mirna león Acebo, Yailé Caballero Mota, Zoraida Caridad González Milán, Yanela Rodríguez Álvarez, Beatriz Ricardo Páez, Katiuska Danay Rodríguez Espinosa.

Redacción - borrador original: Sergio Orlando Escalona González, Mirna león Acebo, Yailé Caballero Mota, Zoraida Caridad González Milán, Yanela Rodríguez Álvarez, Beatriz Ricardo Páez, Katiuska Danay Rodríguez Espinosa.

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