



## CÓMO CITAR

Guevara-Tirado A. Factores asociados a la hemoglobina en insuficiencia renal aguda: diferencias entre sobrevivientes y fallecidos. Rev Méd Electrón [Internet]. 2026 [citado: fecha de acceso];48:e6430.

Disponible en:

<http://www.revmedicaelectronica.sld.cu/index.php/rme/article/view/6430/6540>

**\* Autor para correspondencia:**

[albertoguevara1986@gmail.com](mailto:albertoguevara1986@gmail.com)

## Revisores:

Silvio Faustino Soler-Cárdenas y Bárbara Yacquelin Alemán-Marichal.

## Palabras clave:

insuficiencia renal; mortalidad; hemoglobinas; nefrología; análisis multivariante

## Key words:

kidney injury; mortality; hemoglobin; nephrology; multivariate analysis

**Recibido:** 17/02/2025.

**Aceptado:** 01/03/2026.

**Publicado:** 22/04/2026.

Artículo de Investigación

## Factores asociados a la hemoglobina en insuficiencia renal aguda: diferencias entre sobrevivientes y fallecidos

## Factors Associated with Hemoglobin in Acute Kidney Injury: Differences between Survivors and Deceased Patients

Alberto Guevara-Tirado<sup>1\*</sup>  <https://orcid.org/0000-0001-7536-7884>

## Afiliación:

<sup>1</sup> Universidad Científica del Sur. Lima, Perú.

## RESUMEN

**Introducción:** La insuficiencia renal aguda se asocia con alta morbimortalidad, frecuentemente acompañada de anemia como complicación secundaria.

**Objetivo:** Determinar factores asociados a hemoglobina mínima a los 14 días en pacientes con insuficiencia renal aguda, diferenciando entre sobrevivientes y fallecidos.

**Métodos:** Estudio longitudinal de una base de datos secundaria de pacientes hospitalizados con insuficiencia renal aguda. Se analizaron variables clínicas y bioquímicas mediante regresión lineal multivariable para identificar factores asociados a la hemoglobina mínima a los 14 días. El análisis se estratificó según la supervivencia. Se emplearon coeficientes estandarizados ( $\beta$ ), así como correlación de Spearman y prueba t de Student.



**Resultados:** El modelo de regresión mostró buen ajuste en sobrevivientes y en fallecidos. En los sobrevivientes, la hemoglobina basal fue el predictor más fuerte, junto con la duración de hospitalización y el bicarbonato. En los fallecidos, la edad y los días de hospitalización fueron significativos. En el análisis de correlación, en sobrevivientes la hemoglobina a los 14 días se asoció principalmente con presión arterial diastólica y bicarbonato, mientras que en los fallecidos mostró correlación negativa con los días de hospitalización.

**Conclusiones:** El análisis de regresión multivariable identificó predictores claves de la disminución de hemoglobina en pacientes con insuficiencia renal aguda. Las diferencias en los factores predictivos entre sobrevivientes y fallecidos sugieren mecanismos fisiopatológicos distintos.

## ABSTRACT

**Introduction:** Acute kidney injury is associated with high morbidity and mortality, frequently accompanied by anemia as a secondary complication.

**Objective:** To determine factors associated with minimum hemoglobin at 14 days in patients with acute kidney injury, differentiating between survivors and deceased.

**Methods:** Longitudinal study of a secondary database of hospitalized patients with Acute kidney injury. Clinical and biochemical variables were analyzed using multivariate linear regression to identify factors associated with minimum hemoglobin at 14 days. The analysis was stratified according to survival. Standardized coefficients ( $\beta$ ), Spearman correlation and Student's t test were used.

**Results:** The regression model showed good fit in both survivors and deceased patients. In survivors, baseline hemoglobin was the strongest predictor, along with length of hospitalization and bicarbonate levels. In the deceased, age and days of hospitalization were significant. In the correlation analysis, day-14 hemoglobin in survivors was mainly associated with diastolic blood pressure and bicarbonate, whereas in the deceased it showed a negative correlation with the days of hospitalization.

**Conclusions:** Multivariate regression analysis identified key predictors of hemoglobin decline in patients with acute kidney injury. Differences in predictive factors between survivors and deceased suggest distinct pathophysiological mechanisms.

## INTRODUCCIÓN

La insuficiencia renal aguda (IRA) es un síndrome caracterizado por la pérdida rápida y potencialmente reversible de la función renal,<sup>(1)</sup> con una disminución abrupta de la tasa de filtrado glomerular y la acumulación de productos nitrogenados en sangre, como la urea y la creatinina.<sup>(2)</sup> Constituye una condición frecuente en pacientes hospitalizados, especialmente en unidades de cuidados intensivos, y se asocia con una alta morbimortalidad.

A pesar de los avances en el diagnóstico y manejo de la IRA, su impacto en la evolución clínica sigue siendo significativo, pues contribuye a la disfunción multiorgánica, la prolongación de la hospitalización y el aumento del riesgo de muerte a corto plazo.<sup>(3)</sup>

Uno de los problemas más frecuentes en los pacientes con insuficiencia renal (principalmente en la enfermedad renal crónica), es la anemia,<sup>(4)</sup> la cual puede desarrollarse por múltiples mecanismos fisiopatológicos. Entre estos se incluyen la disminución de la producción de eritropoyetina debido al daño renal, la inflamación sistémica que interfiere con la eritropoyesis, la hemólisis, la hemodilución secundaria a la expansión de volumen y las pérdidas sanguíneas derivadas de procedimientos invasivos, sangrado gastrointestinal o diálisis.<sup>(5)</sup> La anemia en estos pacientes no solo afecta la calidad de vida y aumenta la necesidad de transfusiones, sino que también se asocia con un mayor riesgo de complicaciones cardiovasculares y peor evolución de la función renal.

La hemoglobina mínima en los primeros 14 días posteriores a la hospitalización puede representar un marcador clínico relevante en la evolución de pacientes con IRA. Sin embargo, los factores que determinan la variabilidad de este parámetro y su relación con la mortalidad temprana no han sido completamente caracterizados. Identificar qué factores están asociados con la hemoglobina mínima podría permitir una mejor comprensión de los mecanismos subyacentes a la anemia en estos pacientes, y contribuir a optimizar las estrategias de manejo clínico.

Así, la comparación de estos dos grupos (fallecidos y supervivientes 14 días después) es fundamental para establecer diferencias en los mecanismos fisiopatológicos subyacentes a la anemia en pacientes con diferentes desenlaces clínicos. Es posible que la inflamación sistémica severa y el estado catabólico pueden desempeñar un importante papel en la anemia de pacientes con IRA con evolución desfavorable. Además, ciertos parámetros, como los niveles de creatinina, el balance ácido-base y las alteraciones electrolíticas, podrían tener un impacto diferencial en la hemoglobina mínima dependiendo del pronóstico del paciente.

El desarrollo de modelos estadísticos que permitan predecir la evolución de la hemoglobina mínima en pacientes con IRA es una herramienta clave para la toma de decisiones clínicas. Comprender los factores que influyen en la

hemoglobina mínima de los que fallecen tempranamente, en comparación con aquellos que sobreviven, contribuiría al diseño de estrategias terapéuticas más personalizadas. Estas podrían incluir un monitoreo más estricto de la hemoglobina en los pacientes con factores de riesgo identificados, el uso optimizado de eritropoyetina en ciertos subgrupos de pacientes, la minimización de pérdidas sanguíneas y un manejo más preciso del volumen intravascular.

Por lo tanto, el objetivo de este estudio es determinar los factores asociados a la hemoglobina mínima a los 14 días posteriores a la hospitalización en pacientes con IRA, entre aquellos que sobrevivieron y aquellos que fallecieron en dicho período. Se espera que estos hallazgos contribuyan a una mejor comprensión de los determinantes de la anemia en este contexto clínico, y apoyen la identificación temprana de pacientes con mayor riesgo de deterioro hematológico.

## MÉTODOS

Estudio longitudinal que se desarrolla a partir de una base de datos secundaria internacional anonimizada, que se registra en el repositorio de datos basados en publicaciones científicas y médicas, denominada Dryad (<https://datadryad.org>). La investigación se fundamentó en la base de datos del artículo "Automated, medication-targeted alerts for Acute Kidney Injury – A randomized trial" ("Alertas automatizadas y dirigidas a medicamentos para la lesión renal aguda: un ensayo aleatorizado"),<sup>(6)</sup> publicado en 2023, cuyo objetivo fue determinar si un sistema automatizado de apoyo a las decisiones clínicas afecta las tasas de interrupción de medicamentos potencialmente nefrotóxicos y mejora los resultados en pacientes con IRA.<sup>(7)</sup>

La base de datos original fue construida por los autores del estudio primario, a partir de registros clínicos electrónicos hospitalarios. El presente trabajo corresponde a un análisis secundario de datos desidentificados, y no implicó recolección primaria de información ni acceso directo a sistemas hospitalarios.

El total de participantes de la base de datos fue de 5060 adultos hospitalizados por IRA, definida según los criterios de creatinina sérica de Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO): aumento de al menos 50 % en creatinina en 7 días o un aumento de 0,3 mg/dL en 48 h.<sup>(8)</sup> Se seleccionó al total de la población de la base de datos (n = 5060), dividida en dos grupos: uno donde el desenlace 14 días después de la hospitalización fue la muerte (n = 535), y el otro que sobrevivió (n = 4525). Asimismo, se siguieron las recomendaciones de la guía RECORD para estudios observacionales derivados de bases de datos en salud.<sup>(9)</sup>

La variable dependiente fue la hemoglobina mínima a los 14 días de hospitalización. Como variables independientes se incluyeron:

Clínicas: edad, días de hospitalización, duración del episodio de IRA, presión arterial sistólica (PAS) y diastólica (PAD), frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, saturación de oxígeno y temperatura.

Bioquímicas: hemoglobina inicial, creatinina sérica (al ingreso, mínima a 48 horas previas, mínima a 7 días previos), tasa de filtrado glomerular (TFG), anión gap, bicarbonato, urea (BUN), electrolitos (sodio, potasio, cloruro), recuento de leucocitos (WBC) y plaquetas.

Mortalidad a 14 días, categorizada en sobrevivientes y fallecidos.

Las variables cuantitativas fueron descritas con medidas de tendencia central y dispersión (media y desviación estándar), mientras que las categóricas se presentaron en frecuencias y porcentajes. Se compararon las características entre pacientes sobrevivientes y fallecidos mediante pruebas t de Student para variables continuas y pruebas de Chi-cuadrado para variables categóricas. Fueron evaluadas las correlaciones entre la hemoglobina mínima a los 14 días y los diferentes parámetros clínicos y bioquímicos, con el coeficiente de correlación de Spearman.

Se realizó un análisis de regresión lineal múltiple para identificar los factores asociados a la hemoglobina mínima a los 14 días en cada grupo (sobrevivientes y fallecidos). También se evaluó la bondad de ajuste del modelo mediante el coeficiente de determinación ( $R^2$ ). Se consideró un nivel de significancia estadística de  $p < 0,05$ . El análisis fue realizado utilizando el *software* estadístico SPSS 25™.

La base de datos fue proporcionada por sus autores a través de Dryada, un repositorio de datos de investigación de acceso libre, bajo una licencia de dedicación al dominio público Creative Commons (CC0).<sup>(10)</sup> Los datos no incluyen información que permita identificar a los participantes, ya que están desidentificados y codificados numéricamente. Se cumplió con las disposiciones de la declaración de Helsinki.

La base de datos es accesible por medio del siguiente enlace: <https://datadryad.org/stash/dataset/doi:10.5061/dryad.kh189327p# citations>

## RESULTADOS

El análisis mostró diferencias en la prevalencia de comorbilidades entre los pacientes fallecidos y sobrevivientes a los 14 días. La hipertensión arterial y la diabetes mellitus tipo 2 fueron más frecuentes en los sobrevivientes, lo que sugiere que no estuvieron fuertemente asociadas con la mortalidad temprana. De manera similar, la insuficiencia cardíaca y la enfermedad pulmonar crónica presentaron una mayor prevalencia en los sobrevivientes, lo que podría indicar que otros factores influyeron más en los desenlaces fatales.

En contraste, el cáncer y la enfermedad hepática fueron más comunes en los fallecidos, lo cual apunta a que estas condiciones pudieron haber contribuido a una mayor mortalidad. La enfermedad renal crónica fue más prevalente en los sobrevivientes, posiblemente debido a diferencias en la gravedad de la enfermedad o en el manejo clínico. (Tabla 1)

**Tabla 1.** Comorbilidades en pacientes fallecidos y sobrevivientes a los 14 días

Presencia de comorbilidades	Fallecidos (n = 535)	%	Sobrevivientes (n = 4525)	%
Hipertensión arterial	338	63,20	3098	68,50
Diabetes mellitus 2	154	28,80	1741	38,50
Enfermedad pulmonar crónica	133	24,90	1405	31
Insuficiencia cardíaca	159	29,70	1452	32,10
Cáncer	153	28,60	959	21,20
Enfermedad hepática	92	17,20	577	12,80
Enfermedad crónica	102	19,10	1185	26,20

Se observaron diferencias consistentes en las características clínicas, bioquímicas y hemodinámicas entre los pacientes con IRA que sobrevivieron y aquellos que fallecieron a los 14 días. En general, los pacientes fallecidos fueron de mayor edad, presentaron menor duración de la hospitalización y mostraron un perfil de mayor disfunción renal, metabólica y respiratoria, caracterizado por concentraciones más elevadas de creatinina, BUN y anión gap, junto con niveles más bajos de bicarbonato.

Asimismo, exhibieron un patrón de mayor inestabilidad hemodinámica, con presiones arteriales más bajas y frecuencias cardíaca y respiratoria más elevadas, además de menor saturación de oxígeno, en comparación con los sobrevivientes. (Tabla 2)

**Tabla 2.** Comparación de características clínicas y bioquímicas entre pacientes con insuficiencia renal aguda según mortalidad a 14 días

<b>Variable</b>	<b>Fallecidos (n = 535) Media ± DS</b>	<b>Sobrevivientes (n = 4525) Media ± DS</b>	<b>p</b>
Edad (años)	70,41 ± 14,26	67,99 ± 15,62	0,001
Días de hospitalización	4,46 ± 3,79	10,63 ± 16,57	<0,001
Duración de IRA (días)	2,10 ± 2,15	3,12 ± 14,25	0,098
Creatinina sérica (mg/dL)	1,85 ± 0,97	1,61 ± 0,73	<0,001
Creatinina mínima 48 h previas	1,31 ± 0,84	1,16 ± 0,65	<0,001
Creatinina mínima 7 días previos	1,21 ± 0,75	1,11 ± 0,62	0,001
Creatinina al ingreso	1,50 ± 0,85	1,31 ± 0,70	<0,001
Anión gap (mmol/L)	14,87 ± 5,68	11,67 ± 3,45	<0,001
Bicarbonato (mmol/L)	20,93 ± 6,54	23,71 ± 4,60	<0,001
BUN (mg/dL)	44,04 ± 23,48	31,97 ± 18,44	<0,001
Cloruro (mmol/L)	103,05 ± 7,91	102,26 ± 5,98	0,006
TFG (mL/min/1,73 m <sup>2</sup> )	58,08 ± 29,34	64,12 ± 30,24	<0,001
Hemoglobina (g/dL)	10,42 ± 2,79	10,80 ± 2,37	0,001
Plaquetas (×10 <sup>3</sup> /μL)	204,59 ± 132,63	230,00 ± 112,92	<0,001
Potasio (mmol/L)	4,45 ± 0,79	4,20 ± 0,58	<0,001
Sodio (mmol/L)	138,83 ± 7,26	137,61 ± 5,01	<0,001
Leucocitos (×10 <sup>3</sup> /μL)	16,25 ± 14,66	10,74 ± 17,42	<0,001
PAS (mmHg)	112,02 ± 21,68	121,57 ± 22,10	<0,001
PAD (mmHg)	62,52 ± 14,20	68,35 ± 12,76	<0,001
Pulso (lpm)	93,53 ± 23,93	81,19 ± 17,87	<0,001
Frecuencia respiratoria (rpm)	22,64 ± 6,54	18,96 ± 3,79	<0,001
Saturación de oxígeno (%)	86,98 ± 14,47	93,71 ± 9,46	<0,001
Temperatura (°F)	98,37 ± 2,33	98,36 ± 1,02	0,905

PAS: presión arterial sistólica; PAD: presión arterial diastólica; DS: desviación estándar

El análisis de correlación mostró que la mayoría de las asociaciones entre la hemoglobina a los 14 días y las variables clínicas y bioquímicas fueron de magnitud pequeña en ambos grupos. En los pacientes no fallecidos, la edad presentó una asociación débil ( $\rho = 0,095$ ; IC 95 %: 0,07-0,12), mientras que la hemoglobina basal mostró una asociación fuerte ( $\rho = 0,763$ ; IC 95 %: 0,75-0,77) y los días de hospitalización una asociación inversa de magnitud moderada ( $\rho = -0,416$ ; IC 95 %: -0,44 a -0,39). En los fallecidos, la hemoglobina basal y los días de hospitalización mantuvieron asociaciones moderadas, mientras que el resto de las variables mostró asociaciones débiles o nulas según sus intervalos de confianza. (Tabla 3)

**Tabla 3.** Correlación entre valores de hemoglobina 14 días posteriores y marcadores clínicos y bioquímicos según desenlace en pacientes con insuficiencia renal aguda

Variable	No fallecidos: rho (IC 95 %)	Fallecidos: rho (IC 95 %)
Edad	0,095 (0,07-0,12)	0,230 (0,15 - 0,31)
Creatinina	-0,119 (-0,15 - -0,09)	0,056 (-0,03 - 0,14)
Creatinina mínima 48 h previas	-0,112 (-0,14 - -0,08)	0,059 (-0,03 - 0,15)
Creatinina mínima 7 días previos	-0,082 (-0,11 - -0,05)	0,085 (-0,01 - 0,18)
Creatinina al ingreso	-0,112 (-0,14 - -0,08)	0,040 (-0,05 - 0,13)
Creatinina definida como IRA	-0,084 (-0,11 - -0,06)	0,083 (-0,01 - 0,18)
Anión gap	-0,003 (-0,03 - 0,02)	-0,031 (-0,11 - 0,05)
Bicarbonato	0,204 (0,18 - 0,23)	0,113 (0,02 - 0,20)
BUN	-0,094 (-0,12 - -0,07)	0,074 (-0,02 - 0,17)
Cloruro	-0,176 (-0,20 - -0,15)	0,005 (-0,08 - 0,09)
TFG	0,098 (0,07 - 0,12)	-0,056 (-0,15 - 0,04)
Hemoglobina basal	0,763 (0,75 - 0,77)	0,690 (0,64 - 0,74)
Plaquetas	0,160 (0,13 - 0,19)	0,192 (0,11 - 0,27)
Potasio	-0,079 (-0,10 - -0,06)	0,024 (-0,06 - 0,11)
Sodio	-0,043 (-0,06 - -0,02)	0,048 (-0,04 - 0,14)
WBC	-0,068 (-0,09 - -0,05)	-0,042 (-0,13 - 0,05)
PAS	0,149 (0,12 - 0,18)	0,033 (-0,06 - 0,13)
PAD	0,249 (0,22 - 0,28)	0,156 (0,07 - 0,24)
Pulso	-0,195 (-0,22 - -0,17)	-0,088 (-0,18 - 0,01)
Frecuencia respiratoria	-0,029 (-0,05 - 0,00)	0,019 (-0,07 - 0,11)
Saturación de oxígeno	0,043 (0,02 - 0,06)	-0,009 (-0,10 - 0,08)
Temperatura	-0,109 (-0,13 - -0,08)	-0,036 (-0,12 - 0,05)
IRA (días de duración)	-0,173 (-0,20 - -0,15)	-0,160 (-0,24 - -0,08)
Días de hospitalización	-0,416 (-0,44 - -0,39)	-0,252 (-0,33 - -0,17)

WBC: glóbulos blancos; PAS: presión arterial sistólica; PAD: presión arterial diastólica; IRA: insuficiencia renal aguda

El análisis de regresión multivariable identificó factores asociados a la hemoglobina mínima a los 14 días en ambos grupos. El modelo mostró un buen ajuste en los sobrevivientes ( $R^2 = 0,688$ ;  $p < 0,001$ ) y un ajuste ligeramente

menor en los fallecidos ( $R^2 = 0,620$ ;  $p < 0,001$ ). En ambos grupos, la hemoglobina basal y los días de hospitalización se asociaron de forma consistente con la hemoglobina mínima. En los sobrevivientes, además, se identificaron asociaciones con el bicarbonato, la presión arterial diastólica, el sodio, el recuento de leucocitos y el potasio, mientras que en los fallecidos la edad fue el principal factor adicional asociado. Otras variables renales no mostraron asociaciones consistentes entre los grupos. (Tabla 4)



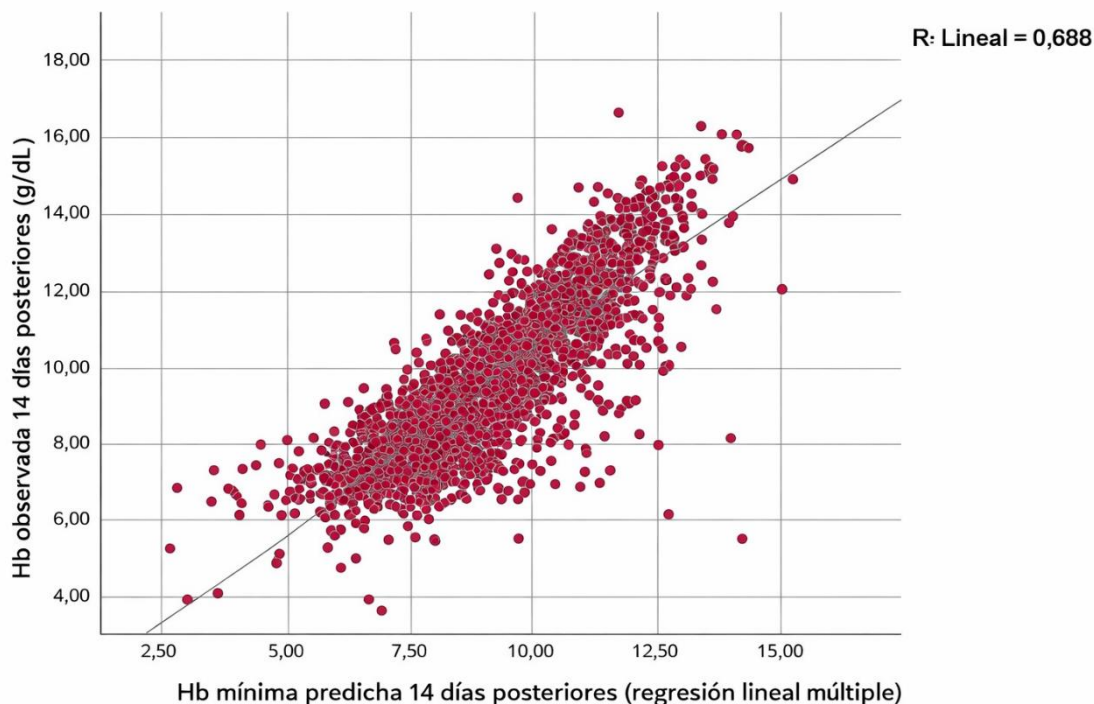
**Tabla 4.** Factores asociados a la hemoglobina mínima en pacientes con insuficiencia renal aguda: análisis comparativo entre sobrevivientes y fallecidos a 14 días

Variable	B (No fallecidos)	p-valor	B (Fallecidos)	p-valor
Edad	0,001	0,656	0,02	0,005
Días de hospitalización	-0,021	<0,001	-0,198	<0,001
Creatinina	-0,269	0,006	0,009	0,975
Creatinina mínima 48 h previas	0,423	0,009	0,139	0,74
Creatinina mínima 7 días previos	0,039	0,773	-0,046	0,884
Creatinina al ingreso	-0,165	0,071	-0,103	0,718
Anión gap	0,009	0,657	0,121	0,135
Bicarbonato	0,069	<0,001	0,143	0,068
BUN	0,002	0,294	0,003	0,523
Cloruro	0,034	0,061	0,112	0,161
Tasa de filtrado glomerular	0,001	0,743	-0,003	0,655
Hemoglobina	0,69	<0,001	0,657	<0,001
Plaquetas	-9,57	0,964	-0,001	0,351
Potasio	-0,185	<0,001	-0,154	0,203
Sodio	-0,041	0,028	-0,101	0,214
WBC (recuento de leucocitos)	-0,003	0,005	-0,013	0,109
PAS	0,001	0,312	-0,007	0,133
PAD	0,012	<0,001	0,013	0,084
Pulso	-0,012	<0,001	-0,003	0,49
Frecuencia respiratoria	-0,013	0,034	-0,016	0,275
Saturación de oxígeno	0,009	<0,001	0,002	0,695
Temperatura	-0,037	0,107	-0,039	0,394
IRA días de duración	-	0,918	0,026	0,564
Valor de F	239,534	<0,001	26,256	<0,001
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0,688	<0,001	0,620	<0,001

PAS: presión arterial sistólica; PAD: presión arterial diastólica

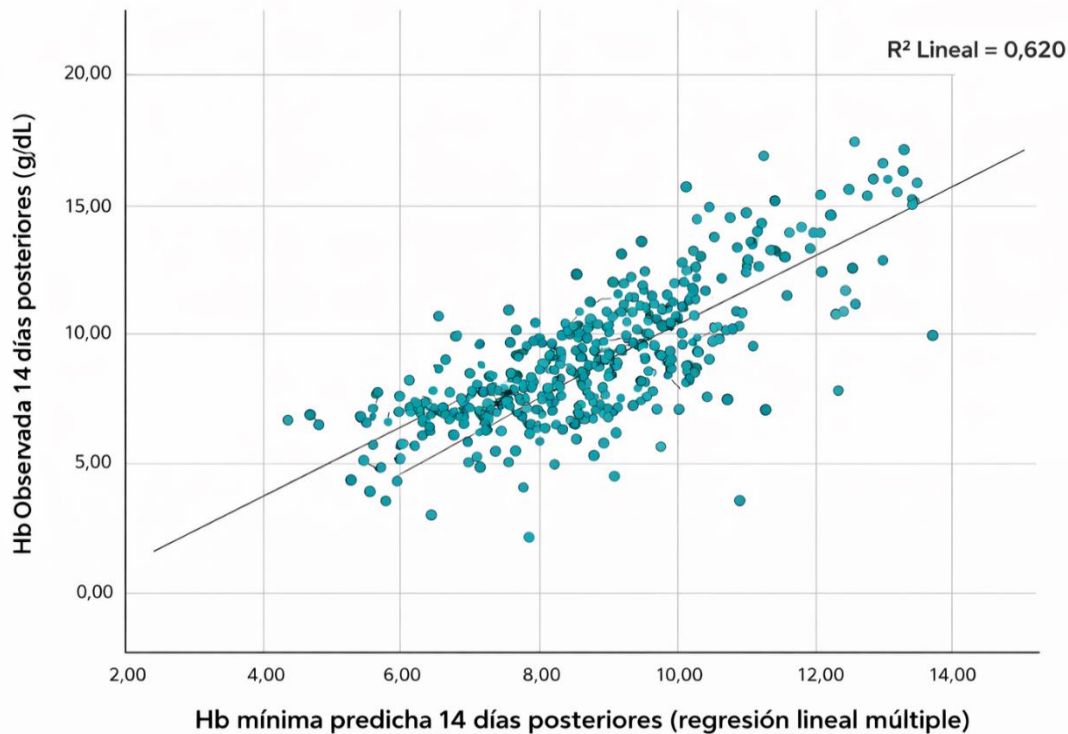
La figura 1 muestra la relación entre los valores observados y los valores predichos de la hemoglobina mínima a los 14 días en pacientes con IRA que no fallecieron en ese período. El coeficiente de determinación ( $R^2 = 0,688$ ) indica que el modelo de regresión múltiple explica aproximadamente el 68,80 % de la variabilidad en la hemoglobina mínima, lo que apunta a un buen ajuste del modelo en este grupo de pacientes.

Se observa que la mayoría de los puntos se agrupan en torno a la línea de identidad (línea diagonal), lo que sugiere una buena concordancia entre los valores predichos y observados. Sin embargo, existen algunas dispersiones, indicando la presencia de factores no explicados por el modelo.



**Fig. 1.** Relación entre valores observados y predichos de hemoglobina mínima a 14 días en pacientes supervivientes con insuficiencia renal aguda.

La figura 2 muestra la relación entre los valores observados y los valores predichos de la hemoglobina mínima a los 14 días en pacientes con IRA que fallecieron. El modelo de regresión múltiple explicó una proporción relevante de la variabilidad de la hemoglobina mínima ( $R^2 = 0,620$ ); se evidencia una asociación positiva entre valores observados y predichos, con dispersión residual alrededor de la línea de ajuste.



**Fig. 2.** Relación entre valores observados y predichos de hemoglobina mínima a 14 días en pacientes fallecidos con insuficiencia renal aguda.

## DISCUSIÓN

El presente estudio identificó los factores asociados a la hemoglobina mínima a los 14 días en pacientes con IRA, diferenciando entre quienes sobrevivieron y quienes fallecieron en ese período. Se observó que el modelo de regresión presentó un mejor ajuste en los pacientes que sobrevivieron ( $R^2 = 0,688$ ) en comparación con aquellos que fallecieron ( $R^2 = 0,620$ ), lo que sugiere que las variables incluidas en el análisis explican mejor la variabilidad de la hemoglobina mínima en el primer grupo.

La hemoglobina basal fue el predictor más fuerte en ambos grupos ( $p < 0,001$ ); ello es esperable, dado que la hemoglobina inicial determina en gran medida los valores posteriores. Sin embargo, la disminución de la hemoglobina a lo largo de la hospitalización (como se observó en hospitalizados por enfermedad coronaria) puede estar influenciada por múltiples factores, como el sangrado oculto, la hemodilución secundaria a la reposición de líquidos y la inflamación sistémica que inhibe la eritropoyesis.<sup>(11)</sup>

Los días de hospitalización mostraron una relación inversa con la hemoglobina mínima en ambos grupos ( $p < 0,001$ ), lo que indica que una estancia prolongada

podría estar asociada con un mayor consumo de hemoglobina debido a procedimientos invasivos, infecciones o hemorragias no evidentes. No obstante, la magnitud de esta asociación fue mayor en los fallecidos, lo cual podría reflejar una mayor carga de comorbilidades y complicaciones clínicas en estos pacientes.

Entre los sobrevivientes, el bicarbonato ( $p < 0,001$ ) y la presión arterial diastólica ( $p < 0,001$ ) fueron predictores significativos de la hemoglobina mínima. La relación positiva del bicarbonato con la hemoglobina se puede explicar por su rol en la compensación del estado ácido-base;<sup>(12)</sup> una mayor acidosis metabólica podría exacerbar la disfunción eritropoyética. En los fallecidos, la edad fue un predictor significativo ( $p = 0,005$ ), relacionado con la menor capacidad de respuesta hematopoyética en pacientes mayores, o bien a diferencias en la agresividad del tratamiento recibido.

El potasio mostró una asociación negativa con la hemoglobina mínima en los sobrevivientes ( $p < 0,001$ ), lo que podría indicar que la hipercalemia refleja mayor disfunción renal y, por ende, menor producción de eritropoyetina. En los fallecidos, aunque esta asociación no fue significativa, los valores más elevados de potasio se pudieran relacionar con un estado de deterioro metabólico más avanzado.

La creatinina mínima a 48 horas previas fue significativa solo en los sobrevivientes ( $p = 0,009$ ); esto explica que una mayor variabilidad en la función renal en este grupo podría influir en la hemoglobina. Sin embargo, la creatinina al ingreso y la creatinina mínima a los siete días previos no mostraron una asociación significativa en ninguno de los grupos, posiblemente indicando que los cambios en la hemoglobina dependen más de la evolución clínica que de la función renal basal.

Otra diferencia importante fue el recuento de leucocitos, que fue un predictor significativo solo en los sobrevivientes ( $p = 0,005$ ). Dado que la inflamación puede suprimir la eritropoyesis y aumentar la destrucción de glóbulos rojos,<sup>(13)</sup> este hallazgo es posible que refleje una mayor activación inflamatoria en este grupo, sin que ello se traduzca en un peor pronóstico inmediato.

El análisis de correlación mostró diferencias clave entre los pacientes que sobrevivieron y los que fallecieron en relación con la hemoglobina a los 14 días. En los pacientes no fallecidos, la hemoglobina se correlacionó positivamente con el bicarbonato ( $\rho = 0,204$ ,  $p < 0,001$ ), la presión arterial diastólica ( $\rho = 0,249$ ,  $p < 0,001$ ) y las plaquetas ( $\rho = 0,160$ ,  $p < 0,001$ ), lo cual refuerza la importancia del estado hemodinámico y el equilibrio ácido-base en la preservación de la masa eritrocitaria. En contraste, en los pacientes fallecidos, la edad mostró una correlación más fuerte con la hemoglobina ( $\rho = 0,230$ ,  $p < 0,001$ ), y sugiere que los cambios en la hemoglobina pueden estar mediados por factores de fragilidad y menor respuesta hematopoyética en este grupo.

Por otro lado, la correlación negativa entre la hemoglobina y la creatinina en los sobrevivientes ( $\rho = -0,119$ ,  $p < 0,001$ ) revela que una peor función renal se asocia con valores más bajos de hemoglobina, lo cual concuerda con el papel de la disfunción renal en la anemia.<sup>(14)</sup> Sin embargo, en los fallecidos, esta relación no fue significativa; lo anterior podría deberse a que el deterioro global de estos pacientes enmascara la influencia de la insuficiencia renal sobre la hemoglobina.

También se observó que el número de días de hospitalización tuvo una correlación negativa con la hemoglobina, tanto en sobrevivientes ( $\rho = -0,416$ ,  $p < 0,001$ ) como en fallecidos ( $\rho = -0,252$ ,  $p < 0,001$ ), lo que confirma que una mayor estancia hospitalaria se asocia con una mayor disminución de la hemoglobina,<sup>(15)</sup> probablemente debido a sangrados, inflamación y uso de fluidoterapia.

Los hallazgos de este estudio tienen implicaciones en la predicción de la evolución de los pacientes con IRA y en la identificación de estrategias terapéuticas para prevenir complicaciones hematológicas. La identificación de factores como la acidosis metabólica, la disfunción renal aguda y la respuesta inflamatoria apunta a que intervenciones dirigidas a corregir estos desequilibrios es probable que puedan mitigar la caída de la hemoglobina y mejorar el pronóstico.

En particular, la asociación entre la presión arterial diastólica y la hemoglobina mínima en los sobrevivientes destaca la importancia del control hemodinámico en estos pacientes. Asimismo, la relación entre hipercalemia y hemoglobina resalta la necesidad de estrategias para mantener el balance electrolítico dentro de rangos adecuados.

La diferencia en la influencia de la edad entre los fallecidos y no fallecidos indica que los mecanismos fisiopatológicos que regulan la hemoglobina pueden diferir según el estado general del paciente y su capacidad de respuesta al tratamiento. Estos resultados subrayan la importancia de un abordaje individualizado en la monitorización de la anemia en pacientes con IRA, particularmente en aquellos con mayor riesgo de mortalidad.

Este estudio presenta algunas limitaciones que deben considerarse al interpretar los resultados. En primer lugar, el diseño observacional impide establecer relaciones causales definitivas entre las variables analizadas y la evolución de la hemoglobina. Por otra parte, es posible que existan factores de confusión no medidos, como el uso de medicamentos que afectan la eritropoyesis o la presencia de sangrados ocultos. Otra limitación es que los datos provienen de un único centro hospitalario, por lo que la generalización de los hallazgos a otras poblaciones con diferentes perfiles epidemiológicos y clínicos pudiera verse afectada. Finalmente, la falta de mediciones seriadas de biomarcadores inflamatorios y de la eritropoyesis limita la comprensión de los mecanismos subyacentes en la variación de la hemoglobina.

En conclusión, esta investigación destaca la importancia de la hemoglobina basal, los días de hospitalización y otros factores fisiopatológicos en la evolución de la hemoglobina mínima en pacientes con IRA. Se identificaron diferencias clave entre sobrevivientes y fallecidos; los mecanismos subyacentes a la anemia pueden variar según el pronóstico del paciente. Las diferencias observadas entre sobrevivientes y fallecidos sugieren que los mecanismos fisiopatológicos pueden variar según el desenlace clínico. Este elemento abre la puerta a futuras investigaciones sobre intervenciones dirigidas a mejorar los resultados en estos pacientes.

Dado que la caída de la hemoglobina es un factor de mal pronóstico, se recomienda una monitorización estrecha de los niveles de hemoglobina y de los factores asociados identificados en este estudio. Además, estrategias dirigidas a optimizar el control hemodinámico, el balance electrolítico y la corrección de la acidosis podrían ser clave para reducir las complicaciones y mejorar la supervivencia en pacientes con IRA.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Gaut JP, Liapis H. Acute kidney injury pathology and pathophysiology: a retrospective review. *Clin Kidney J.* 2020;14(2):526-36. DOI: 10.1093/ckj/sfaa142.
2. Goyal A, Daneshpajouhnejad P, Hashmi MF, et al. Acute kidney injury [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 [citado 17/02/2025]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK441896/>
3. Gameiro J, Marques F, Lopes JA. Long-term consequences of acute kidney injury: a narrative review. *Clin Kidney J.* 2020;14(3):789-804. DOI: 10.1093/ckj/sfaa177.
4. Portolés J, Martín L, Broseta JJ, et al. Anemia in chronic kidney disease: From pathophysiology and current treatments, to future agents. *Front Med (Lausanne).* 2021;8:642296. DOI: 10.3389/fmed.2021.642296.
5. Aoun M, Sleilaty G, Boueri C, et al. Erythropoietin in Acute Kidney Injury (EAKI): a pragmatic randomized clinical trial. *BMC Nephrol.* 2022;23(1):100. DOI: 10.1186/s12882-022-02727-5.
6. Wilson F. Automated, medication-targeted alerts for Acute Kidney Injury – A randomized trial. California: Dryad; 2023. DOI: 10.5061/DRYAD.KH189327P.
7. Wilson FP, Yamamoto Y, Martin M, et al. A randomized clinical trial assessing the effect of automated medication-targeted alerts on acute kidney injury outcomes. *Nat Commun.* 2023;14(1):2826. DOI: 10.1038/s41467-023-38532-3.



8. Hoste EA, Bagshaw SM, Bellomo R, et al. Epidemiology of acute kidney injury in critically ill patients: the multinational AKI-EPI study. *Intensive Care Med.* 2015;41(8):1411-23. DOI: 10.1007/s00134-015-3934-7.
9. Benchimol EI, Smeeth L, Guttman A, et al. The REporting of studies Conducted using Observational Routinely-collected health Data (RECORD) Statement. *PLoS Med* [Internet]. 2015 [citado 29/05/2024];12(10):e1001885. Disponible en: <https://www.equator-network.org/reporting-guidelines/record/>
10. Creative Commons. CC0 1.0 Universal [Internet]. California: Creative Commons; 2010 [citado 24/02/2026]. Disponible en: <https://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/>
11. Li P, Chen M, Huang Y, et al. Prognostic impact of in-hospital hemoglobin decline in non-overt bleeding ICU patients with acute myocardial infarction. *BMC Cardiovasc Disord.* 2023;23(1):231. DOI: 10.1186/s12872-023-03251-6.
12. Correa Guerrero J, Rico Fontalvo J, Daza Arnedo R, et al. Acid-base imbalance: a review with proposed unified diagnostic algorithm. *Rev Colomb Nefrol.* 2020;7(2):85-97. DOI: 10.22265/acnef.7.2.497.
13. Canny SP, Orozco SL, Thulin NK, et al. Immune mechanisms in inflammatory anemia. *Annu Rev Immunol.* 2023;41(1):405-29. DOI: 10.1146/annurev-immunol-101320-125839.
14. Badura K, Janc J, Waşik J, et al. Anemia of chronic kidney disease—A narrative review of its pathophysiology, diagnosis, and management. *Biomedicines.* 2024;12(6):1191. DOI: 10.3390/biomedicines12061191.
15. Sheng S, Li A, Zhang C, et al. Association between hemoglobin and in-hospital mortality in critically ill patients with sepsis: evidence from two large databases. *BMC Infect Dis.* 2024;24(1):1450. DOI: 10.1186/s12879-024-10335-x.

