



Marcadores de hipoperfusión tisular y su valor pronóstico en la mortalidad de pacientes críticos en una unidad polivalente.

Recibido: Enero 8, 2026.

Aceptado: Marzo 18, 2026.

Publicado: Marzo 19, 2026.

Editor: Dra. Mayra Ordoñez Martínez.

Como citar:

Cevallos S, Vera D, Layana M. Marcadores de hipoperfusión tisular y su valor pronóstico en la mortalidad de pacientes críticos en una unidad polivalente. Actas Médicas (Ecuador) 2026;14(1):72-83.

DOI: <http://doi.org/10.61284/287>

Hospital Alcívar.

ISSN-L: [2960-8309](https://doi.org/10.61284/287)

Copyright 2026, Stenio Eduardo Cevallos Espinar, Diana Vera González, Mayra Narcisca Layana Castro. This article is distributed under the [Creative Commons CC BY-NC-SA 4.0 Attribution License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/), which allows the use and redistribution of the article, citing the source and the original author for non-commercial purposes.

* Autor de correspondencia

Email: Stenio Eduardo Cevallos Espinar

<steniocevallos@hotmail.com>

Dirección: Unidad de Cuidados Intensivos, Hospital Alcívar. Calle Coronel 2301 y Azuay. CP 090109. Teléfono [593] 04-3720-100.

Stenio Eduardo Cevallos Espinar ¹ , Diana Vera González ¹ , Mayra Narcisca Layana Castro ¹ .

1. Servicio de Medicina Crítica, Hospital Alcívar, Guayaquil, Ecuador.

Resumen

Introducción: La detección precoz de la hipoperfusión tisular es determinante para el pronóstico del paciente crítico. Los marcadores hemodinámicos tradicionales, como el lactato, el gradiente venoarterial de dióxido de carbono (Delta PCO₂) y la saturación venosa central de oxígeno (SvcO₂), permiten evaluar distintos dominios de la perfusión celular y el gasto cardíaco. El objetivo de este estudio fue correlacionar los niveles séricos de lactato, Delta PCO₂ y SvO₂ con la mortalidad en pacientes críticos atendidos en una unidad polivalente.

Metodología: Se realizó un estudio observacional y analítico en el Hospital Alcívar durante el año 2024, con una muestra de 193 pacientes. Se recolectaron variables demográficas, clínicas (patología quirúrgica vs. clínica) y fisiológicas (lactato, Delta PCO₂, SvcO₂ y escala APACHE II). El análisis estadístico incluyó medidas de tendencia central, correlación de Pearson, significancia bilateral y el rendimiento diagnóstico mediante el cálculo del área bajo la curva ROC (AUC) para determinar sensibilidad y especificidad frente a la mortalidad.

Resultados: La muestra presentó un predominio del sexo masculino (67.4%) y pacientes quirúrgicos (81.4%), con una mortalidad general del 16.5%. El Delta PCO₂ fue el marcador más frecuentemente alterado (> 6 mmHg en el 58.5% de los casos) y mostró significancia con la escala APACHE II ($\rho = 0.039$). Sin embargo, el lactato demostró el mejor rendimiento diagnóstico para la mortalidad (AUC = 0.625), estableciendo un punto de corte óptimo de 1.25 mmol/l con una sensibilidad del 78% y especificidad del 61%. La mortalidad fue significativamente mayor en pacientes clínicos (41.7%) que en los quirúrgicos (10.8%, $P < 0.0001$), mientras que la SvcO₂ no mostró capacidad discriminatória significativa en esta muestra.

Conclusiones: El lactato sérico se ratifica como el predictor más sensible de mortalidad, incluso en niveles considerados limítrofes (1.25 mmol/l). Aunque el ΔPCO_2 es un indicador frecuente de alteración hemodinámica en el paciente crítico, su uso debe ser complementario. Se recomienda una vigilancia multiparamétrica estrecha, especialmente en pacientes de perfil clínico, para guiar una reanimación oportuna y reducir las tasas de mortalidad en la unidad de cuidados intensivos.

Palabras clave: Lactato, Delta CO₂, Saturación Venosa de Oxígeno, Mortalidad, Cuidados Intensivos, Perfusión Tisular.



Tissue hypoperfusion markers and their prognostic value in the mortality of critically ill patients in a multipurpose unit.

Abstract

Introduction: Early detection of tissue hypoperfusion is crucial for the prognosis of critically ill patients. Traditional hemodynamic markers, such as lactate, the venoarterial carbon dioxide gradient (Delta PCO₂), and central venous oxygen saturation (SvO₂), allow the assessment of different domains of cellular perfusion and cardiac output. The objective of this study was to correlate serum lactate, Delta PCO₂, and SvO₂ levels with mortality in critically ill patients treated in a polyvalent unit.

Methodology: An observational and analytical study was conducted at Alcívar Hospital in 2024, with a sample of 193 patients. Demographic, clinical (surgical vs. clinical pathology), and physiological variables (lactate, Delta PCO₂, SvO₂, and APACHE II scale) were collected. The statistical analysis included measures of central tendency, Pearson correlation, bilateral significance, and diagnostic performance, as measured by the area under the ROC curve (AUC), to assess sensitivity and specificity with respect to mortality.

Results: The sample showed a predominance of males (67.4%) and surgical patients (81.4%), with an overall mortality of 16.5%. Delta PCO₂ was the most frequently altered marker (>6 mmHg in 58.5% of cases) and was significantly associated with the APACHE II scale ($\rho = 0.039$). However, lactate demonstrated the best diagnostic performance for mortality (AUC = 0.625), with an optimal cutoff of 1.25 mmol/l, yielding a sensitivity of 78% and a specificity of 61%. Mortality was significantly higher in medical patients (41.7%) than in surgical patients (10.8%; $P < 0.0001$), whereas SvO₂ did not show significant discriminative capacity in this sample.

Conclusions: Serum lactate is confirmed as the most sensitive predictor of mortality, even at borderline levels (1.25 mmol/l). Although Delta PCO₂ is a frequent indicator of hemodynamic alteration in critically ill patients, its use should be complementary. Close multiparametric monitoring is recommended, especially in patients with a clinical profile, to guide timely resuscitation and reduce mortality rates in the intensive care unit.

Keywords:

Lactate, Delta CO₂, Venous Oxygen Saturation, Mortality, Intensive Care, Tissue Perfusion.

Introducción

El lactato sérico y las saturaciones venosas de oxígeno —tanto mixtas (SvO₂) como centrales (SvcO₂)— constituyen los biomarcadores de mayor valor para la detección de hipoxia tisular. Dado que la medición de la SvO₂ requiere cateterización de la arteria pulmonar (un procedimiento invasivo, costoso y asociado a potenciales complicaciones), la cateterización venosa central se ha consolidado como una alternativa estándar. Esta permite obtener la SvcO₂, que actúa como un subrogado clínico eficaz para evaluar la oxigenación tisular en diversos escenarios críticos [1, 2]. En patologías como el choque séptico, cardiogénico y la cirugía cardiovascular, el descenso de estos valores —específicamente por debajo del umbral



crítico de aproximadamente 40%— se asocia directamente con un pronóstico desfavorable [3]. Complementando esta evaluación, el gradiente venoarterial de dióxido de carbono (Delta PCO₂ o Delta CO₂) se ha erigido en una herramienta clave para evaluar la suficiencia del gasto cardíaco frente a la demanda metabólica celular [4, 5]. Un Delta PCO₂ elevado actúa como señal de alerta temprana de hipoperfusión, reflejando la incapacidad del flujo sanguíneo para eliminar el CO₂ producido por los tejidos. Aunque la guía internacional Surviving Sepsis Campaign aún no lo incluye formalmente como meta de reanimación [6], investigaciones recientes (2021-2023) subrayan que la persistencia de este gradiente elevado durante las primeras 24 horas en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) se asocia positivamente con un incremento de la mortalidad, superando en sensibilidad a los marcadores convencionales en casos de hipoperfusión oculta [5]. Por otro lado, el lactato sérico es el marcador clásico del metabolismo anaerobio, derivado de la glucólisis, en estados de disfunción circulatoria aguda [7, 8]. Si bien su elevación suele atribuirse a la hipoxia, la hiperlactatemia puede originarse por múltiples etiologías agudas, desde la sepsis y el choque hasta causas no hipóxicas, como la insuficiencia hepática o la cetoacidosis [9]. En este contexto, el estudio ANDROMEDA-SHOCK demostró que, aunque la resucitación guiada por lactato es el estándar, la estrategia basada en la perfusión periférica (tiempo de llenado capilar) permite una reanimación más conservadora en fluidos y reduce la disfunción orgánica a las 72 horas, sin diferencias significativas en la mortalidad a 28 días [10]. Específicamente en el postoperatorio de cirugía cardíaca, la hiperlactatemia se clasifica según su temporalidad. La forma temprana, desarrollada en quirófano o al ingreso inmediato a la UCI, suele responder a mecanismos tanto hipóxicos (choque microcirculatorio) como no hipóxicos [11]. En contraste, la hiperlactatemia tardía (6 a 12 horas post-ingreso) suele considerarse una condición benigna y autolimitada que resuelve en 24 horas, sin evidencia de hipoxia regional [11]. Bajo este marco teórico, el presente estudio tiene como objetivo correlacionar los niveles séricos de lactato, el Delta PCO₂ y la SvcO₂ con la mortalidad en pacientes críticos atendidos en la unidad polivalente del Hospital Alcívar, durante el periodo comprendido entre el 1 de enero y el 31 de diciembre de 2024.

Materiales y métodos

Diseño del estudio

Este estudio es observacional, la fuente es retrospectiva.

Escenario

El presente estudio se llevó a cabo en la unidad de cuidados intensivos del Hospital Alcívar, en Guayaquil, Ecuador. El período de observación fue del 1 de enero al 31 de diciembre de 2024.

Participantes

Se incluyeron adultos mayores de 20 años, primer ingreso a la UCI, patologías quirúrgicas y no quirúrgicas, mortalidad dentro de los 7 días en la UCI. Se excluyeron pacientes con expediente clínico incompleto, o que fueron sometidos a reintervención quirúrgica.

Variables

Se recolectaron variables demográficas que incluyeron el sexo y la edad, el estado del egreso, el tipo de patología, el diagnóstico del egreso, las mediciones de lactato sérico, el delta de CO₂ y la saturación venosa de oxígeno. Índices de eeridad Apache II



Fuentes de datos/mediciones

La fuente fue indirecta. La edad fue registrada en años cumplidos y agrupada en los rangos de 18-30, 31-60, 61-90 y 90+ años. En cuanto a las variables clínicas y de estancia, se registró la condición clínica de egreso como una variable dicotómica (vivo o muerto), el tipo de patología clasificada en clínica o quirúrgica, y sus respectivas subcategorías diagnósticas, abarcando áreas neurológicas, neumológicas y cardiológicas para los casos clínicos, así como cardiológicas y neuroquirúrgicas para los quirúrgicos; asimismo, se contabilizaron los días de estancia en UCI y el diagnóstico específico de egreso, tales como choque séptico, choque cardiogénico o asistolia. Respecto a las variables fisiológicas y marcadores de perfusión, se midió el lactato sérico en mmol/l (con puntos de corte de > 2 mmol/l y > 1.25 mmol/l), el delta CO_2 (ΔPCO_2) en mmHg (analizando umbrales de > 6 mmHg y > 7.5 mmHg) y la saturación venosa de oxígeno (SvO₂ o SvcO₂) en porcentaje (evaluando umbrales de $< 70\%$ y $< 62.5\%$). Finalmente, se integraron índices pronósticos y estadísticos mediante la escala APACHE II para determinar la severidad al ingreso, y se calcularon las variables de rendimiento diagnóstico a través del análisis de curvas ROC, determinando el área bajo la curva (AUC), la sensibilidad y la especificidad de cada marcador frente a la mortalidad.

Sesgos

Se evitó el sesgo de observación y de selección mediante la aplicación de los criterios de selección de participantes. El investigador principal siempre mantuvo los datos mediante una guía y registros aprobados en el protocolo de investigación para evitar posibles sesgos del entrevistador, de la información y del recuerdo. Se capacitó a los recolectores de información sobre los formularios. Dos investigadores analizaron de forma independiente cada registro por duplicado, y las variables se ingresaron en la base de datos tras verificar su concordancia.

Tamaño del estudio

La muestra fue probabilística. En el año 2024 se ingresaron 722 pacientes, lo que equivale a la población total. Con una frecuencia esperada de 21.4%, el límite de confianza del 5% y el nivel de confianza del 95% el tamaño muestral fue de 190 casos. Se usó Epi Info Versión 7.2.7 (CDC, Atlanta, EE.UU., liberado el 9 de marzo de 2025).

Variables cuantitativas

Los resultados se presentan como frecuencias y porcentajes. No se convirtieron las variables recolectadas en escala en variables categóricas.

Análisis estadístico

Para el análisis estadístico de este estudio, se empleó inicialmente la estadística descriptiva para procesar las variables demográficas y clínicas, utilizando frecuencias y porcentajes para los datos cualitativos, así como medidas de tendencia central (media, mediana y moda) y de dispersión (desviación estándar) para las variables cuantitativas. Con el fin de determinar la relación entre los marcadores de perfusión tisular, se aplicaron el coeficiente de correlación de Pearson y el coeficiente de determinación R^2 , lo que permitió evaluar la fuerza de asociación y la variabilidad explicada entre el lactato, el ΔPCO_2 y la SvO₂. La significancia estadística de la severidad clínica se evaluó mediante la escala APACHE II, con un análisis de significancia bilateral (rho) para cada marcador. Finalmente, se realizó un análisis de rendimiento diagnóstico a través de curvas ROC para calcular el área bajo la curva (AUC), la sensibilidad y la especificidad, logrando identificar los puntos de corte óptimos de los



biomarcadores en relación con la mortalidad de los pacientes críticos.. El paquete estadístico utilizado fue SPSS Statistics para Windows, versión 26.o. Armonk, NY: IBM Corp.

Resultados

Participantes

Un total de 193 casos ingresaron al estudio.

Descripción de la muestra

Fueron 130 hombres y 63 mujeres ingresados en la unidad de cuidados intensivos, se obtiene una sociodemografía con predominio del sexo masculino 45.79% (n=92) con una edad media de 62.4 DS: 15.79 años ([Tabla 1](#)).

Tabla 1. Edad y sexo por rangos.

Edad (años)	Masculino n (%)	Femenino n (%)
18 - 30	11 (8.5)	1 (1.6)
31 - 60	32 (24.6)	21 (33.3)
61 - 90	86 (66.2)	40 (63.5)
>90	1 (0.7)	1 (1.6)
Total	130 (67.4)	63 (32.6)

En los pacientes del estudio se realizaron mediciones de marcadores de hipoperfusión tisular, como lactato, delta CO₂ y SvO₂, de los cuales 1 mostró una proporción fuera de su rango normal, como delta CO₂ > 6 mmHg (58.5%); sin embargo, la SvO₂ no mostró mayor relevancia (< 70%; 39.4%), y el lactato > 2 mmol/L en el 32.1% de los casos ([Tabla 2](#)). En cuanto a las medidas de tendencia central, el lactato es el que presenta mayor asimetría, ya que hay una gran diferencia entre la media, la mediana y la moda. Sin embargo, el Delta CO₂ presenta sus valores más cercanos entre sí, lo que hace que esta variable sea más simétrica. Lo mismo ocurre con la SvO₂. A pesar de ello, su desviación estándar de 11.99 es la más alta de los tres marcadores, lo que indica que tiene mayor dispersión ([Tabla 3](#)).

Según la condición clínica se demostró que de 1 a 43 días ($\bar{x} = 5,69$; $\sigma = 8,52$), de permanecer en uci existe una mortalidad del 16.5% (n=32), con predominio del sexo masculino 19/32 lo que equivale al 59.4%. A su vez dentro de las patologías presentadas hubo predominio de las quirúrgicas 81.4% (n=157) las cuales tuvieron una mortalidad del 10.8% (n=17); en comparación con las patologías clínicas que se manifestaron en el 18.6% y de ellas una mortalidad del 41.7% (n=15). De las patologías clínicas hubo predominio de las neurológicas, 4.7% (n=9), seguidas de las neumológicas y cardiológicas con el 3.6% para cada una de ellas. Con respecto a las quirúrgicas, se observaron más en las cardiológicas, con el 60,1 % (n = 116), y, en segundo lugar, las neuroquirúrgicas, con el 9,8 % (n = 19) ([Tabla 4](#)).



Tabla 2. Distribución de marcadores de perfusión tisular.

Marcador de perfusión tisular	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Lactato		
< 2mmol/l	131	67.9
> 2mmol/l	62	32.1
Delta CO2		
< 6 mmHg	80	41.5
> 6 mmHg	113	58.5
SvO2		
< 70%	76	39.4
>70%	117	60.6

Tabla 3. Medidas de tendencia central.

Marcador	Media	Mediana	Moda	Desviación estándar
Lactato	2.3	1.5	1.3	2.49
Delta CO2	8.0	7.0	6.0	4.68
SvO2	72.2	73.0	72	11.99

Tabla 4. Medidas de tendencia central.

Sexo	Condición clínica		P
	Fallecidos n=32	Vivos =161	
Hombres	19 (59.4%)	111 (68.9)	0.2930
Patología clínica vs quirúrgica	15 (46.9%)	21 (13.0%)	<0.0001

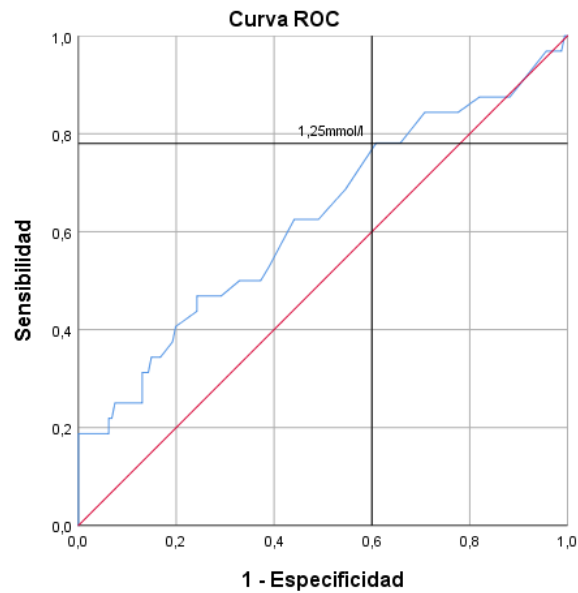
Estudio de la mortalidad y análisis de regresión

Se usó la escala pronóstica APACHE II ($\bar{x} = 20,53$; $\sigma = 8,42$) la cual tuvo una significancia bilateral con Delta CO₂ ($P = 0.039$), pero con probabilidad de riesgo de 5% para lactato ($P = 0.050$); y no significativa para SvO₂ ($P = 0.826$). La correlación de Pearson entre Lactato y SvO₂ fue $R=0.023$. Entre Lactato con Delta CO₂, $R = 0.024$. Entre SvO₂ con Delta CO₂ fue de 0.181.

Pruebas diagnósticas

Mortalidad vs lactato. Presenta AUC= 0.625. Con Sensibilidad 78 %, Especificidad 61% para un punto de corte 1,25 mmol/l, siendo la mortalidad general el 16,5% (n=32). Los valores mayores a este punto fueron de 78.12 % (n=25) (Figura 1). Otros estudios de pruebas diagnósticas no fueron significativas: Mortalidad vs Delta CO₂. Presenta AUC= 0.461 lo que indica que no tiene capacidad discriminatoria. Con Sensibilidad 53%, Especificidad 48% para un punto de corte 7,5mmhg siendo la mortalidad general el 16,5% (n=32). Los valores mayores a este punto fueron de 53.11% (n=17). Mortalidad vs SvO₂. Presenta AUC= 0.502 lo que indica que es un rendimiento deficiente. Con Sensibilidad 87%, Especificidad 80% para un punto de corte 62,5% siendo la mortalidad general 16,5% (n=32). Los valores menores a este punto fue 18.75% (n=6).

Figura 1. Curva Roc



Discusión

Hallazgos principales

Los hallazgos principales de este estudio revelan que, en una muestra predominantemente masculina y de edad avanzada atendida en la unidad polivalente del Hospital Alcívar, la mortalidad general se situó en un 16,5%, con una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.0001$) entre pacientes clínicos (41,7% de mortalidad) y quirúrgicos (10,8%). En cuanto a los marcadores de perfusión, el gradiente venoarterial de dióxido de carbono (Delta PCO₂) fue el parámetro con mayor frecuencia de alteración inicial (58,5% de los casos con valores por encima de 6 mmHg) y mostró una asociación significativa con la severidad medida por la escala APACHE II ($\rho = 0.039$). No obstante, el lactato sérico demostró ser el biomarcador con mejor rendimiento diagnóstico para predecir la mortalidad, alcanzando un área bajo la curva (AUC) de 0.625 con un punto de corte de 1.25 mmol/l, lo que implicó una sensibilidad del 78% y una especificidad del 61%, superando la capacidad discriminatoria de la SvO₂ y del propio Delta PCO₂.

Interpretaciones

La interpretación de estos resultados sugiere que, aunque el Delta PCO₂ es un indicador altamente sensible para detectar estados de bajo gasto cardíaco —lo cual explica su frecuente alteración en una población con un 60,1% de pacientes quirúrgicos cardiológicos—, su capacidad para discriminar de forma aislada quién fallecerá es limitada (AUC = 0.461). Esto podría deberse a que el gradiente de CO₂ es un marcador de flujo, mientras que el lactato, al presentar una mejor correlación diagnóstica con la mortalidad, refleja de forma más directa el daño metabólico y la deuda de oxígeno acumulada. La baja correlación de Pearson observada entre los tres marcadores ($R < 0.2$ en todos los casos) refuerza la interpretación de que estos parámetros evalúan diferentes dominios de la hemodinamia: el flujo sistémico, la



oxigenación tisular y el metabolismo celular, que funcionan de manera independiente y no necesariamente de manera lineal durante la enfermedad crítica.

Implicaciones prácticas

Las implicaciones prácticas de esta investigación subrayan la necesidad de una monitorización multiparamétrica que no dependa de un único valor umbral. El hecho de que un punto de corte de lactato tan bajo como 1.25 mmol/l haya mostrado una sensibilidad del 78% para predecir el deceso sugiere que incluso elevaciones leves del lactato, por debajo del límite tradicional de 2 mmol/l, deben interpretarse con cautela en el paciente crítico. Asimismo, dada la fuerte asociación entre las patologías clínicas y una mayor tasa de mortalidad en comparación con las quirúrgicas, el equipo asistencial debe intensificar la vigilancia hemodinámica en pacientes no quirúrgicos, utilizando el Delta PCO₂ como señal de alerta temprana de hipoperfusión oculta, pero validando siempre el estado metabólico mediante el seguimiento seriado del lactato para guiar las metas de reanimación.

Contraste con literatura científica

Varios estudios señalan que el lactato elevado es un indicador de un metabolismo celular deficiente y está fuertemente asociado con un mayor riesgo de muerte. Esta relación se observó en diferentes tipos de pacientes, incluidos los con sepsis, shock y tras cirugías cardíacas [12]. Un estudio incluso menciona que los niveles de lactato más altos al ingreso están directamente vinculados con una mayor mortalidad. La capacidad predictiva del lactato se considera de buena a moderada [13]. Difiere del estudio debido a que se obtuvo una baja incidencia de mortalidad, 32 (16.5%), en la UCI con una media de 5,69 días, y a su vez no se correlacionó con los marcadores tisulares.

La investigación muestra que una brecha de CO₂ elevada, es un signo de perfusión inadecuada, y también se asocia con una mayor mortalidad en pacientes con choque [4]. Un estudio en particular destaca que esta brecha sigue siendo un predictor de mortalidad incluso después de considerar otros factores [14], y que se correlaciona con marcadores como un índice cardíaco bajo, niveles de lactato altos y una menor saturación de oxígeno en la sangre [4]. Sin embargo, un estudio encontró que su utilidad predictiva de resultados adversos tras la cirugía cardíaca fue nula, lo que sugiere que su valor puede depender del contexto clínico [15]. Se concuerda con los estudios previos porque se determinó que la brecha de CO₂ es significativa al correlacionarla con la escala de gravedad APACHE II y puede ser utilizada como un predictor, en patologías clínicas y quirúrgicas.

Los hallazgos sobre la SvO₂ son inconsistentes. Mientras que un estudio encontró que una brecha de CO₂ elevada se correlaciona con una SvO₂ baja [4], otro concluyó que la SvO₂ no era un predictor de resultados adversos en pacientes tras la cirugía cardíaca [15]. Además, una de las investigaciones señaló que el lactato y la SvO₂ presentan una correlación débil, lo que indica que no siempre se mueven en la misma dirección [16]. Esto puede deberse a que la SvO₂ es un reflejo del equilibrio entre el consumo y el suministro de oxígeno, mientras que el lactato refleja el metabolismo celular. Se concuerda en que los marcadores tisulares no siempre van en la misma dirección, ya que no se correlacionaron entre sí, pues son variables independientes.

Limitaciones

A pesar de los hallazgos significativos, este estudio presenta limitaciones que deben considerarse al interpretar los resultados. En primer lugar, la naturaleza retrospectiva y



unicéntrica de la investigación en el Hospital Alcívar limita la generalización de los datos a otras poblaciones con perfiles epidemiológicos distintos o recursos tecnológicos diferentes. En segundo lugar, la marcada desproporción entre la muestra de pacientes quirúrgicos (81.4%) y clínicos (18.6%) podría haber sesgado los promedios de supervivencia y los perfiles de perfusión, dado que los pacientes postquirúrgicos cardiológicos suelen presentar una cinética de lactato y CO₂ muy distinta a la de los pacientes sépticos o neurológicos. Finalmente, el análisis se basó en mediciones puntuales de ingreso o de egreso, lo que impide evaluar la aclaración del lactato o la dinámica del Δ PCO₂ a lo largo del tiempo, factores que la literatura actual reconoce como predictores de mortalidad más robustos que una medición estática única.

Futuras investigaciones

Partiendo de los puntos críticos identificados, se sugiere que futuras investigaciones en el contexto local adopten un diseño prospectivo y multicéntrico que permita el seguimiento longitudinal de los biomarcadores durante las primeras 24 a 48 horas de estancia en la UCI. Sería de gran valor académico profundizar en el análisis de subgrupos, especialmente comparando la sensibilidad del Δ PCO₂ entre pacientes con choque cardiogénico y con choque séptico, para determinar si los umbrales de intervención deben diferenciarse. Asimismo, se recomienda investigar la integración de la escala APACHE II con algoritmos de inteligencia artificial que combinen el lactato y el gradiente de CO₂ en tiempo real, con el fin de desarrollar un modelo predictivo propio que optimice la toma de decisiones clínicas y la asignación de recursos en las unidades de cuidados críticos de la región.

Conclusión

En conclusión, el presente estudio en la unidad polivalente del Hospital Alcívar demuestra que la monitorización de marcadores de hipoperfusión tisular sigue siendo un pilar fundamental en el manejo del paciente crítico, destacando al lactato sérico como el predictor más fiable de mortalidad con un punto de corte de 1.25 mmol/l, lo que sugiere la necesidad de intervenir ante elevaciones incluso leves por debajo de los umbrales convencionales. Si bien el Delta PCO₂ presentó una alta frecuencia de alteraciones y una asociación significativa con la severidad clínica según la escala APACHE II, su capacidad discriminatoria aislada para predecir el deceso fue inferior a la del lactato. Finalmente, la marcada diferencia en la mortalidad entre pacientes clínicos y quirúrgicos, sumada a la débil correlación lineal observada entre los tres biomarcadores analizados, ratifica que la evaluación hemodinámica debe ser multiparamétrica e individualizada, integrando el flujo, la oxigenación y el metabolismo para optimizar los desenlaces clínicos en cuidados intensivos.

Abreviaturas

APACHE II: Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II (Escala de Fisiología Aguda y Salud Crónica II).

AUC: Area Under the Curve (Área bajo la curva).

CO₂: Dióxido de carbono.

Δ PCO₂: Gradiente o delta venoarterial de dióxido de carbono.

DS: Desviación estándar.

mmol/l: Milimoles por litro.

mmHg: Milímetros de mercurio.

ROC: Receiver Operating Characteristic (Característica operativa del receptor).

SvO₂: Saturación venosa mixta de oxígeno.

SvcO₂: Saturación venosa central de oxígeno.

UCI: Unidad de Cuidados Intensivos.



\bar{x} : Media aritmética.
 σ : Desviación estándar (representación simbólica).
 ρ : Valor de significancia estadística (valor p).

Información suplementaria

Los materiales suplementarios no han sido declarados.

Agradecimientos

No declarada.

Contribuciones de los autores

Stenio Eduardo Cevallos Espinar: Conceptualización, curación de datos, investigación, metodología, visualización, redacción-borrador original.

Diana Vera González: Conceptualización, curación de datos, investigación, administración del proyecto, y redacción del borrador original.

Mayra Narcisca Layana Castro: Conceptualización, curación de datos, investigación, administración del proyecto, y redacción del borrador original.

Todos los autores leyeron y aprobaron la versión final del manuscrito.

Financiamiento

El estudio fue autofinanciado por los autores.

Disponibilidad de datos o materiales

No aplica.

Declaraciones

Aprobación del comité de ética y consentimiento para participar

El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Facultad de Medicina de la Universidad de Guayaquil, Ecuador.

Consentimiento para publicación

No aplica cuando no se publican imágenes, radiografías o fotografías específicas de pacientes.

Conflictos de interés

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Uso de IA generativa

Los autores declaran haber usado la IA generativa de forma responsable en la sección "Discusión", sin sustituir el pensamiento crítico, la experiencia y el juicio de los autores. La IA se utilizó bajo supervisión y control para elaborar la sección de discusión. El uso de la herramienta de IA mantiene la privacidad y la confidencialidad de los datos y aportaciones, incluidos los manuscritos publicados e inéditos, así como cualquier información personal identificable. Se ha cumplido con las políticas de la revista que permiten el uso de IA generativa únicamente en las secciones de introducción y discusión. Solo se otorgan derechos limitados a la IA para prestar un servicio. Se revisaron y verificaron cuidadosamente la precisión, la integridad y la imparcialidad de todos los resultados generados por IA para garantizar que el manuscrito refleje una contribución auténtica y original.

Información de los autores

Stenio Eduardo Cevallos Espinar, Doctor en Medicina y Cirugía por la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil (Guayaquil, 2006). Especialista en Terapia Intensiva por la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil (Guayaquil, 2007). Médico del Servicio de Medicina Crítica, Unidad de Cuidados Intensivos, Hospital Alcívar, Guayaquil, Ecuador.

Correo: steniocevallos@hotmail.com

ORCID <https://orcid.org/0009-0003-7645-894X>

Diana Vera González, Médico por la Universidad de Guayaquil (Guayaquil, 2011). Especialista en Terapia Intensiva en el Hospital Nacional Profesor Alejandro Posadas (El Palomar, Argentina). Médica Especialista en Neumología por la Universidad de Buenos Aires (Argentina 2024). Médica tratante de Medicina Crítica y Neumología, Hospital Alcívar, Guayaquil, Ecuador.

Correo: mddinav31@gmail.com

ORCID <https://orcid.org/0009-0003-1853-0886>



Mayra Narcisa Layana Castro, Médico posgradista R3 de Medicina Crítica.

Correo: smpla5@hotmail.com

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-1179-725X>

Referencias

1. Morocho JP, Martínez AF, Cevallos MM, Vasconez-Gonzalez J, Ortiz-Prado E, Barreto-Grimaldos A, Vélez-Páez JL. Prolonged Capillary Refilling as a Predictor of Mortality in Patients With Septic Shock. *J Intensive Care Med.* 2022 Mar;37(3):423-429. doi: [10.1177/08850666211003507](https://doi.org/10.1177/08850666211003507). Epub 2021 Mar 26. PMID: 33769108.
2. Gutierrez G. Central and Mixed Venous O₂ Saturation. *Turk J Anaesthesiol Reanim.* 2020 Feb;48(1):2-10. doi: [10.5152/TJAR.2019.140](https://doi.org/10.5152/TJAR.2019.140). Epub 2019 Dec 26. PMID: 32076673; PMCID: PMC7001812.
3. Gutierrez G. Central and Mixed Venous O₂ Saturation. *Turk J Anaesthesiol Reanim.* 2020 Feb;48(1):2-10. doi: [10.5152/TJAR.2019.140](https://doi.org/10.5152/TJAR.2019.140). Epub 2019 Dec 26. PMID: 32076673; PMCID: PMC7001812.
4. Al Duhailib Z, Hegazy AF, Lalli R, Fiorini K, Priestap F, Iansavichene A, Slessarev M. The Use of Central Venous to Arterial Carbon Dioxide Tension Gap for Outcome Prediction in Critically Ill Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Crit Care Med.* 2020 Dec;48(12):1855-1861. doi: [10.1097/CCM.0000000000004578](https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000004578). PMID: 33003080.
5. Marty P, Roquilly A, Vallée F, Luzi A, Ferré F, Fourcade O, Asehnoune K, Minville V. Lactate clearance for death prediction in severe sepsis or septic shock patients during the first 24 hours in Intensive Care Unit: an observational study. *Ann Intensive Care.* 2013 Feb 12;3(1):3. doi: [10.1186/2110-5820-3-3](https://doi.org/10.1186/2110-5820-3-3). PMID: 23398782; PMCID: PMC3614435.
6. Diaztagle Fernández JJ, Rodríguez Murcia JC, Sprockel Díaz JJ. Venous-to-arterial carbon dioxide difference in the resuscitation of patients with severe sepsis and septic shock: A systematic review. *Med Intensiva.* 2017 Oct;41(7):401-410. English, Spanish. doi: [10.1016/j.medin.2017.03.008](https://doi.org/10.1016/j.medin.2017.03.008). Epub 2017 May 16. PMID: 28522141.
7. Heringlake M, Schmidt C, Brandt S. Kardioanästhesie: Monitoring und aktuelle hämodynamische Konzepte [Monitoring and Modern Hemodynamic Concepts in Cardiac Anesthesia]. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther.* 2018 May;53(5):332-345. German. doi: [10.1055/s-0043-106281](https://doi.org/10.1055/s-0043-106281). Epub 2018 May 17. PMID: 29772591.
8. Pinsky MR, Cecconi M, Chew MS, De Backer D, Douglas I, Edwards M, Hamzaoui O, Hernandez G, Martin G, Monnet X, Saugel B, Scheeren TWL, Teboul JL, Vincent JL. Effective hemodynamic monitoring. *Crit Care.* 2022 Sep 28;26(1):294. doi: [10.1186/s13054-022-04173-z](https://doi.org/10.1186/s13054-022-04173-z). PMID: 36171594; PMCID: PMC9520790.
9. Kramer A, Al Agha S, Böhm L, Michael M, Schulze-Bosse K, Bernhard M. Lactat in der Notfallmedizin [Lactate in emergency medicine]. *Anaesthesist.* 2020 Nov;69(11):826-834. German. doi: [10.1007/s00101-020-00819-1](https://doi.org/10.1007/s00101-020-00819-1). PMID: 32749501.
10. Hernández G, Ospina-Tascón GA, Damiani LP, Estenssoro E, Dubin A, Hurtado J, et al. Effect of a Resuscitation Strategy Targeting Peripheral Perfusion Status vs Serum Lactate Levels on 28-Day Mortality Among Patients With Septic Shock: The ANDROMEDA-SHOCK Randomized Clinical Trial. *JAMA.* 2019 Feb 19;321(7):654-664. doi: [10.1001/jama.2019.0071](https://doi.org/10.1001/jama.2019.0071). PMID: 30772908; PMCID: PMC6439620.
11. Minton J, Sidebotham DA. Hyperlactatemia and Cardiac Surgery. *J Extra Corpor Technol.* 2017 Mar;49(1):7-15. PMID: 28298660; PMCID: [PMC5347225](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC5347225/).
12. Ferreruela M, Raurich JM, Ayestarán I, Llompert-Pou JA. Hyperlactatemia in ICU patients: Incidence, causes and associated mortality. *J Crit Care.* 2017 Dec;42:200-205. doi: [10.1016/j.jcrc.2017.07.039](https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2017.07.039). Epub 2017 Jul 24. PMID: 28772222.



13. Spiegelberg J, Lederer AK, Claus S, Runkel M, Utzolino S, Fichtner-Feigl S, Kousoulas L. Severe hyperlactatemia in unselected surgical patients: retrospective analysis of prognostic outcome factors. *BMC Surg.* 2022 Aug 11;22(1):312. doi: [10.1186/s12893-022-01729-2](https://doi.org/10.1186/s12893-022-01729-2). PMID: 35953811; PMCID: PMC9367117.
14. Zante B, Reichenspurner H, Kubik M, Schefold JC, Kluge S. Increased admission central venous-arterial CO₂ difference predicts ICU-mortality in adult cardiac surgery patients. *Heart Lung.* 2019 Sep-Oct;48(5):421-427. doi: [10.1016/j.hrtlng.2019.05.015](https://doi.org/10.1016/j.hrtlng.2019.05.015). Epub 2019 Jun 12. PMID: 31200923.
15. Huette P, Beyls C, Mallat J, Martineau L, Besserve P, Haye G, et al. Central venous-to-arterial CO₂ difference is a poor tool to predict adverse outcomes after cardiac surgery: a retrospective study. *Can J Anaesth J Can Anesth.* 2021;68(4):467-76. doi:[10.1007/s12630-020-01881-4](https://doi.org/10.1007/s12630-020-01881-4) PubMed PMID: 33403551; PubMed Central PMCID: PMC7785330.
16. Bisarya R, Shaath D, Pirzad A, Satterwhite L, He J, Simpson SQ. Serum lactate poorly predicts central venous oxygen saturation in critically ill patients: a retrospective cohort study. *J Intensive Care.* 2019;7:47. doi:[10.1186/s40560-019-0401-5](https://doi.org/10.1186/s40560-019-0401-5) PubMed PMID: 31516712; PubMed Central PMCID: PMC6728973.

DOI: Digital Object Identifier. **PMID:** PubMed Identifier.

Nota del Editor

Actas Médicas (Ecuador) se mantiene neutral respecto de los reclamos jurisdiccionales sobre mapas publicados y afiliaciones institucionales.
