Universidad Católica de Santa María

Facultad de Medicina Humana

Segunda Especialidad de Medicina de Emergencias y Desastres

Comparación del valor pronóstico entre el lactato de ingreso y el aclaramiento de lactato a las 6-24 horas en la mortalidad de pacientes con sepsis en el Servicio de Emergencia del Hospital Honorio Delgado Espinoza, Arequipa, 2023-2025

Proyecto de Investigación presentado por:

Ladera Solis, Nazdhiel Vilma

ORCID: 0009-0008-4314-3075

para optar el Título de Segunda Especialidad en Medicina de Emergencias y Desastres

Asesor:

Dr. Ramos Calsin, Uriel

ORCID: 0009-0007-2983-5895

Arequipa – Perú

2026

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

SEGUNDA ESPECIALIDAD EN MEDICINA DE EMERGENCIAS Y DESASTRES

SEGUNDA ESPECIALIDAD CON PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

DICTAMEN APROBACIÓN DE PROYECTO / PLAN

Arequipa, 19 de Octubre del 2026

Dictamen: 020134-A-FMH-2026

Visto el proyecto / plan del expediente 020134, presentado por:

2023971592 - LADERA SOLIS NAZDHIEL VILMA

Titulado:

COMPARACIÓN DEL VALOR PRONÓSTICO ENTRE EL LACTATO DE INGRESO Y EL ACLARAMIENTO DE LACTATO A LAS 6-24 HORAS EN LA MORTALIDAD DE PACIENTES CON SEPSIS EN EL SERVICIO DE EMERGENCIA DEL HOSPITAL HONORIO DELGADO ESPINOZA, AREQUIPA, 2023-2025

Nuestro dictamen es:

APROBADO

30401320 - FARFAN DELGADO MIGUEL FERNANDO
DICTAMINADOR

Comparación del valor pronóstico entre el lactato de ingreso y el aclaramiento de lactato a las 6-24 horas en la mortalidad de pacientes con sepsis en el Servicio de Emergencia del Hospital Honorio De

INFORME DE ORIGINALIDAD

17%	16%	9%	11%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	4%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
3	pubmed.ncbi.nlm.nih.gov Fuente de Internet	1%
4	Submitted to UC - Presencial Trabajo del estudiante	1%
5	repositorio.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.upt.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	dspace.unach.edu.ec Fuente de Internet	1%
8	Submitted to D.A. de Medicina Humana Trabajo del estudiante	<1%
9	Submitted to Universidad del Norte, Colombia Trabajo del estudiante	<1%
10	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	<1%
11	bdigital.dgse.uaa.mx:8080 Fuente de Internet	<1%
12	www.elsevier.es Fuente de Internet	<1%
13	Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego Trabajo del estudiante	<1%
14	Carla Bastida, Amaia Egües Lugea, Aurora Fernández Polo, Fernando Becerril Moreno et al. "Sepsis y shock séptico", Farmacia Hospitalaria, 2025	<1%

DEDICATORIA

A mi Hijo Joaquín Matteo , a mis padres, y hermanos, por su apoyo incondicional y su ejemplo de esfuerzo constante a lo largo de mi formación profesional.

A mis maestros y compañeros del Servicio de Emergencia, por compartir su experiencia y motivar mi interés por la investigación clínica.

A los pacientes atendidos en el Servicio de Emergencia del Hospital Honorio Delgado Espinoza, cuya evolución clínica inspiró el desarrollo de este proyecto.

RESUMEN

Introducción. La sepsis constituye una de las principales causas de morbimortalidad a nivel mundial, y su valoración pronóstica temprana sigue representando un reto en los servicios de emergencia. El lactato sérico se emplea de manera habitual en esta evaluación, tanto en su determinación inicial como en su comportamiento durante las primeras horas de manejo, mediante el aclaramiento de lactato (AL). Sin embargo, la evidencia disponible sobre cuál de estas dos medidas ofrece mayor capacidad pronóstica para la mortalidad en sepsis muestra resultados discrepantes, y la información en poblaciones residentes en altitud, como Arequipa, continúa siendo limitada.

Objetivo. Comparar el valor pronóstico entre el lactato de ingreso y el aclaramiento de lactato a las 6 a 24 horas en la mortalidad de pacientes con sepsis atendidos en el Servicio de Emergencia del Hospital Honorio Delgado Espinoza, Arequipa, entre 2023 y 2025.

Métodos. Se plantea un estudio observacional, analítico y retrospectivo, mediante la revisión de historias clínicas de pacientes adultos con diagnóstico de sepsis según los criterios Sepsis-3, atendidos en el Servicio de Emergencia del mencionado hospital durante el periodo señalado. Se incluirán los pacientes con determinación de lactato sérico al ingreso y una segunda medición entre las 6 y 24 horas posteriores, a partir de las cuales se calculará el aclaramiento de lactato. La capacidad pronóstica de ambas medidas para la mortalidad se evaluará mediante curvas ROC, comparando sus áreas bajo la curva con la prueba de DeLong, y se determinarán los puntos de corte óptimos con sus valores de sensibilidad, especificidad y valores predictivos.

Los hallazgos esperados podrían contribuir a definir cuál de estas dos medidas resulta más útil para la estratificación temprana del riesgo de mortalidad en pacientes con sepsis, en particular en una población residente en altitud, escasamente representada en la evidencia disponible.

Palabras clave: ácido láctico, shock séptico, mortalidad.

ABSTRACT

Introduction. Sepsis is one of the leading causes of morbidity and mortality worldwide, and its early prognostic assessment remains a challenge in emergency departments. Serum lactate is routinely used in this assessment, both as an initial measurement and through its behavior during the first hours of management, by means of lactate clearance (LC). However, the available evidence regarding which of these two measures offers greater prognostic capacity for mortality in sepsis shows discrepant results, and information in populations residing at altitude, such as Arequipa, remains limited.

Objective. To compare the prognostic value of admission lactate and lactate clearance at 6 to 24 hours for mortality in patients with sepsis treated at the Emergency Department of the Honorio Delgado Espinoza Hospital, Arequipa, between 2023 and 2025.

Methods. An observational, analytical, retrospective study is proposed, based on the review of medical records of adult patients diagnosed with sepsis according to Sepsis-3 criteria, treated at the Emergency Department of the aforementioned hospital during the specified period. Patients with serum lactate measured on admission and a second measurement between 6 and 24 hours later will be included, from which lactate clearance will be calculated. The prognostic capacity of both measures for mortality will be assessed using ROC curves, comparing their areas under the curve with the DeLong test, and the optimal cut-off points will be determined along with their sensitivity, specificity, and predictive values.

The expected findings may help define which of these two measures is more useful for early risk stratification of mortality in patients with sepsis, particularly in a population residing at altitude, which remains scarcely represented in the available evidence.

Keywords: lactic acid, septic shock, mortality.

ÍNDICE

DEDICATORIA

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN **1**

CAPÍTULO I **2**

1. PLANTEAMIENTO TEÓRICO **2**

1.1. Problema de investigación **2**

1.2. Enunciado del problema **3**

1.3. Interrogantes del problema **3**

1.4. Descripción del Problema **4**

1.5. Justificación del problema **4**

2. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL **6**

2.1. Sepsis **6**

2.1.1. Epidemiología 6

2.1.2. Definición de sepsis y shock séptico 6

2.1.3. Factores de riesgo asociados a sepsis 6

2.1.4. Fisiopatología 7

2.1.5. Identificación clínica y herramientas de cribado de sepsis 7

2.1.6. Manejo inicial de la sepsis y shock séptico en emergencia 8

2.1.7. Mortalidad y factores pronósticos de la sepsis 9

2.2. Lactato sérico como marcador pronóstico en sepsis **9**

2.2.1. Metabolismo del lactato y fisiopatología de la hiperlactatemia 10

2.2.2. Aclaramiento del lactato 11

2.2.3. Lactato de ingreso como predictor de mortalidad 12

2.2.4. Aclaramiento de lactato como predictor de mortalidad 12

2.2.5. Comparación del valor pronóstico entre lactato inicial y aclaramiento de lactato 13

3. ANÁLISIS DE ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS **14**

3.1. A nivel internacional **14**

3.2. A nivel nacional **17**

3.3. A nivel local **18**

4. OBJETIVOS **18**

4.1. Objetivo general **18**

4.2. Objetivos específicos **18**

5. HIPÓTESIS **19**

6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES **20**

1. Técnicas **21**
2. Instrumentos **21**
3. Campo de verificación **21**
3.1. Ubicación espacial **21**
3.2. Ubicación temporal **21**
3.3. Unidades de estudio **21**
3.4. Población **21**
3.5. Criterios de selección **21**
3.5.1. Criterios de inclusión 21
3.5.2. Criterios de exclusión 22
4. Estrategia de recolección de datos **22**
4.1. Organización **22**
4.2. Análisis de datos **22**
4.3. Recursos **22**
4.3.1. Humanos 22
4.3.2. Materiales 23
4.3.3. Financieros 23
CRONOGRAMA DE TRABAJO **24**
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS **25**

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables **21**

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO N° 1. Ficha de recolección de datos 31

INTRODUCCIÓN

La sepsis constituye una condición de elevada frecuencia y mortalidad en los servicios de emergencia, cuya identificación oportuna resulta determinante para la evolución clínica del paciente. Aunque su definición ha evolucionado en las últimas décadas hacia un enfoque centrado en la disfunción orgánica derivada de una respuesta desregulada frente a la infección, su reconocimiento temprano sigue siendo complejo debido a la heterogeneidad de sus manifestaciones clínicas y a la ausencia de una prueba diagnóstica única.

Dentro de la evaluación de estos pacientes, el lactato sérico se ha consolidado como uno de los parámetros más utilizados para valorar la perfusión tisular y el pronóstico. Su determinación puede realizarse de manera aislada al ingreso o de forma seriada durante las primeras horas de manejo, lo que permite calcular el aclaramiento de lactato como una medida adicional de la respuesta a la reanimación. Ambas aproximaciones cuentan con respaldo en la literatura; sin embargo, persiste la discusión sobre cuál de ellas ofrece mayor capacidad para predecir la mortalidad, con estudios que reportan resultados no siempre coincidentes. Esta discrepancia adquiere particular relevancia en poblaciones cuyas características difieren de aquellas en las que se ha generado la mayor parte de la evidencia disponible. La ciudad de Arequipa, ubicada a una altitud aproximada de 2300 m s. n. m., representa un contexto poco explorado en este campo, en el que las condiciones fisiológicas propias de la altura podrían influir sobre el metabolismo del lactato y, por lo tanto, sobre su comportamiento pronóstico.

Ante este panorama, el presente proyecto de investigación tiene como propósito comparar el valor pronóstico del lactato de ingreso y del aclaramiento de lactato a las 6 a 24 horas en la mortalidad de pacientes con sepsis atendidos en el Servicio de Emergencia del Hospital Honorio Delgado Espinoza, durante el periodo 2023 a 2025. Se espera que los resultados aporten evidencia local que contribuya a una valoración pronóstica más precisa en esta población y oriente decisiones futuras en la práctica clínica del servicio.

El documento se organiza en dos capítulos. El primero expone el planteamiento teórico y el segundo, el planteamiento operacional.

CAPÍTULO I

1. PLANTEAMIENTO TEÓRICO

1.1. Problema de investigación

A nivel mundial, la sepsis representa una importante causa de morbimortalidad. Se estiman aproximadamente 48,9 millones de casos anuales, equivalentes a 677,5 casos por 100 000 habitantes, y alrededor de 11 millones de muertes asociadas, que representan casi el 20 % de todas las muertes a nivel global (1). La mortalidad promedio a los 30 días alcanza el 24,39%, mientras que en los pacientes con shock séptico asciende al 34,7% (2). En América Latina, la sepsis presenta una elevada carga, con 13,7 % de las muertes en Chile, 36,73 % de mortalidad anual en Colombia y 22,8 muertes por 100 000 habitantes en Brasil (3–5) En Perú, la información epidemiológica es limitada; en una clínica de Lima, la mortalidad fue del 28,3 %, mientras que el 9,4 % presentó shock séptico, con una mortalidad del 40% (6).

La sepsis es una condición caracterizada por una respuesta desregulada del huésped frente a una infección, en la que el desequilibrio de la respuesta inflamatoria sistémica contribuye al desarrollo de disfunción multiorgánica (7). La progresión de esta disfunción se asocia con un mayor mortalidad, por lo que su reconocimiento y evaluación temprana son fundamentales (8). Sin embargo, la identificación precoz puede ser compleja debido a la heterogeneidad de las manifestaciones clínicas, su evolución dinámica y la presencia de síntomas iniciales sutiles. Por ello, la evaluación comprende la valoración de la función orgánica y la perfusión tisular, incluida la medición del lactato para identificar alteraciones de la perfusión (9).

La utilidad del lactato no se limita a la evaluación de la perfusión tisular (10). Su elevación en pacientes con sepsis puede responder a múltiples mecanismos, entre ellos el metabolismo anaerobio por aporte inadecuado de oxígeno, el aumento de la glucólisis aeróbica inducido por catecolaminas, la disfunción hepática y las alteraciones mitocondriales pese a una adecuada disponibilidad de oxígeno (11,12). Además de reflejar estas alteraciones, se ha encontrado que las concentraciones de lactato aportan información pronóstica, ya que valores más elevados se han asociado con mayor gravedad y mortalidad en pacientes con sepsis (10,13). Sin embargo, la evaluación pronóstica del lactato no se ha limitado a una medición aislada, sino que también se ha

estudiado su evolución mediante determinaciones seriadas y el aclaramiento de lactato (AL) (14).

A pesar de su utilidad pronóstica, aún no está claramente establecido si el lactato de ingreso o su AL durante las primeras horas predice mejor la mortalidad en pacientes con sepsis. Aunque el primero proporciona una valoración temprana y el segundo incorpora los cambios en sus concentraciones durante la evolución, los estudios que comparan ambas medidas muestran resultados discrepantes respecto a su capacidad pronóstica (14,15). En el Perú, son pocos los estudios que evalúan y comparan el valor pronóstico de estas medidas, pese a la relevancia de la sepsis y su elevada mortalidad. Asimismo, la evidencia sobre su valor pronóstico en poblaciones residentes a mayor altitud, como Arequipa, sigue siendo limitada.

1.2. Enunciado del problema

- ¿Cuál es el valor pronóstico comparativo entre el lactato de ingreso y el aclaramiento de lactato a las 6-24 horas en la mortalidad de pacientes con sepsis atendidos en el Servicio de Emergencia del Hospital Honorio Delgado Espinoza, Arequipa, 2023-2025?

1.3. Interrogantes del problema

Interrogantes específicas:

- ¿Cuál es la capacidad pronóstica del lactato de ingreso para predecir mortalidad en pacientes con sepsis atendidos en el Servicio de Emergencia del HRHDE?
- ¿Cuál es la capacidad pronóstica del aclaramiento de lactato a las 6-24 horas para predecir mortalidad en estos pacientes?
- ¿Existen diferencias estadísticamente significativas entre las áreas bajo la curva (AUC) del lactato de ingreso y del aclaramiento de lactato para predecir mortalidad?
- ¿Cuáles son las características clínicas y epidemiológicas de los pacientes con sepsis atendidos en el Servicio de Emergencia del HRHDE durante el periodo de estudio?

1.4. Descripción del Problema

Área del conocimiento

- Área General: Ciencias de la Salud
- Área Específica: Medicina Humana
- Área de Investigación: Medicina de Emergencias y Desastres
- Línea de Investigación: Biomarcadores pronósticos en sepsis

1.5. Justificación del problema

Justificación científica:

La sepsis es una de las principales causas de mortalidad hospitalaria y su comprensión ha cambiado de manera importante en las últimas décadas. Esta evolución también ha modificado la forma de valorar la gravedad y el pronóstico de estos pacientes. El lactato es uno de los biomarcadores más estudiados con este propósito; sin embargo, persisten resultados discordantes respecto al valor pronóstico de su medición inicial y de su evolución durante las primeras horas. Por lo que los hallazgos de esta investigación podrían aportar evidencia adicional sobre estas diferencias y contribuir a una mejor comprensión del valor pronóstico del lactato en pacientes con sepsis, además de proporcionar información obtenida en una población residente en condiciones de altitud, poco representada en los estudios disponibles.

Justificación social:

La atención de pacientes con sepsis necesita con frecuencia hospitalización, ingreso a cuidados intensivos y soporte de órganos, con una elevada demanda de recursos hospitalarios. En establecimientos públicos de referencia, como el Hospital Honorio Delgado Espinoza, la identificación del riesgo de mortalidad desde el Servicio de Emergencia podría beneficiar la atención de los pacientes al facilitar su priorización y determinar el nivel de vigilancia requerido. Los resultados de este estudio podrían aportar información aplicable a los pacientes atendidos en este hospital y contribuir a una valoración pronóstica acorde con las características de la población local.

Justificación contemporánea:

El lactato continúa formando parte de la evaluación de los pacientes con sepsis y shock séptico, tanto al ingreso como durante las primeras horas de reanimación. Sin embargo,

su interpretación ha cambiado con el mayor conocimiento de los mecanismos de hiperlactatemia y del comportamiento de sus concentraciones durante el tratamiento. En la actualidad, persiste la discusión sobre el valor pronóstico de la medición inicial frente a las mediciones seriadas, lo que mantiene vigente el estudio de estos parámetros en pacientes con sepsis.

Originalidad:

En el Perú, la evidencia que compara específicamente el valor pronóstico del lactato de ingreso y su aclaramiento para la mortalidad en pacientes con sepsis es limitada. Asimismo, son escasos los estudios realizados en poblaciones residentes en altura que evalúen comparativamente ambas medidas. En este sentido, el estudio permitirá analizar estos marcadores en pacientes atendidos en Arequipa, población ubicada aproximadamente a 2300 m s. n. m., incorporando la altitud como una característica respecto a la evidencia disponible.

Interés personal:

El interés por desarrollar esta investigación partió de mi experiencia profesional en Medicina de Emergencias y Desastres, donde he atendido numerosos pacientes con sepsis y observado diferencias importantes en su presentación, evolución y respuesta al tratamiento, incluidos casos con desenlace fatal. Durante esta práctica, el lactato ha sido un parámetro frecuente en la valoración de estos pacientes, lo que despertó mi interés por comprender mejor el significado de su valor inicial y de sus cambios durante las primeras horas. A ello se sumó mi interés por la evolución de las definiciones de sepsis y, durante la revisión bibliográfica, la escasa información encontrada sobre el comportamiento pronóstico del lactato en pacientes con sepsis residentes en altura.

2. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

2.1. Sepsis

2.1.1. Epidemiología

En 2021 se estimaron 166 millones de casos de sepsis y 21,4 millones de muertes relacionadas, equivalentes al 31,5% de las muertes globales (16). La mortalidad por sepsis se estima en 26,7%, aunque varía según el nivel de ingresos: oscila entre 15% y 25% en países de altos ingresos y puede superar el 40% en países de ingresos bajos y medios; en el shock séptico, estas cifras alcanzan 30-40% y más del 50%, respectivamente (17). En América Latina y el Caribe, el 41,9% de todas las muertes registradas estuvieron complicadas por sepsis (16). En el Perú, la información epidemiológica sobre sepsis es limitada. En una clínica de Lima, la mortalidad fue del 28,3 % en pacientes con sepsis ingresados a unidades de cuidados intensivos (UCI) e intermedios. Además, el 9,4 % presentó shock séptico, con una mortalidad del 40 % en este grupo (6).

2.1.2. Definición de sepsis y shock séptico

La sepsis es un síndrome clínico caracterizado por una disfunción orgánica potencialmente mortal, originada por una respuesta desregulada del huésped frente a una infección (18). Esta definición de sepsis ha evolucionado desde conceptos centrados principalmente en la infección bacteriana y la respuesta inflamatoria sistémica hacia un enfoque que enfatiza la disfunción orgánica potencialmente mortal, derivada de una respuesta desregulada del organismo frente a la infección (18,19). Por su parte, el shock séptico se define como un subconjunto de la sepsis en el que las alteraciones circulatorias y del metabolismo celular son lo suficientemente profundas como para incrementar considerablemente la mortalidad (20).

2.1.3. Factores de riesgo asociados a sepsis

Entre los principales factores de riesgo para desarrollar sepsis se encuentran la alteración de la integridad cutánea, las estancias hospitalarias prolongadas y el uso de dispositivos invasivos permanentes. También presentan mayor riesgo las personas sometidas recientemente a cirugías o procedimientos invasivos, los usuarios de drogas endovenosas, los adultos mayores y quienes presentan debilidad, pérdida de peso o limitación de la actividad física. Asimismo, la inmunosupresión constituye un factor relevante, especialmente en pacientes con VIH, diabetes, infecciones

recurrentes o sometidos a quimioterapia, tratamiento con fármacos inmunosupresores o corticoterapia prolongada. Estas condiciones incrementan la vulnerabilidad frente a infecciones y, en consecuencia, la posibilidad de desarrollar sepsis durante su evolución clínica (21).

2.1.4. Fisiopatología

La sepsis se caracteriza por una alteración de la respuesta inmunitaria frente a la infección, con activación simultánea de vías proinflamatorias y antiinflamatorias. El reconocimiento de patrones moleculares asociados a patógenos (PAMPs) y de señales derivadas del daño celular (DAMPs), mediante receptores como los TLR, activa vías de señalización que inducen la expresión de citocinas proinflamatorias, entre ellas IL-1, IL-6, IL-8 y TNF-α, además de activar el sistema del complemento y la coagulación. La respuesta inflamatoria resultante puede ocasionar daño tisular progresivo y disfunción multiorgánica; paralelamente, la apoptosis y el agotamiento de células inmunitarias favorecen un estado de inmunosupresión durante la evolución de la enfermedad (22).

Asimismo, la sepsis produce alteraciones endoteliales, circulatorias y celulares. La activación inflamatoria del endotelio favorece la hiperpermeabilidad, la pérdida de sus propiedades anticoagulantes y la activación de la coagulación, mientras que la formación de microtrombos y la distribución anormal del flujo sanguíneo comprometen la microcirculación. A nivel celular, el aumento de especies reactivas de oxígeno y nitrógeno altera la función mitocondrial y la fosforilación oxidativa, con repercusión sobre la producción de ATP. De este modo, la disfunción orgánica asociada a sepsis comprende alteraciones de la perfusión y la microcirculación, además de trastornos del metabolismo y de la función mitocondrial celular (22).

2.1.5. Identificación clínica y herramientas de cribado de sepsis

En la actualidad, no existe una prueba diagnóstica única o estándar de referencia para la sepsis, por lo que su identificación clínica se basa en la presencia de infección asociada con disfunción orgánica. Los criterios Sepsis-3 establecieron que esta disfunción puede representarse mediante un incremento agudo de ≥2 puntos en la escala SOFA (del inglés *Sequential Organ Failure Assessment*) respecto al valor basal, considerado cero cuando no existe disfunción orgánica previa conocida. Esta escala evalúa seis sistemas: respiratorio, coagulación, hepático, cardiovascular,

neurológico y renal, mediante parámetros clínicos y de laboratorio. De esta manera, Sepsis-3 desplazó el enfoque previo basado principalmente en la respuesta inflamatoria sistémica y estableció la disfunción orgánica como elemento central para la identificación clínica de la sepsis (23).

Además de SOFA, existen herramientas simplificadas para identificar tempranamente pacientes con sospecha de sepsis, como qSOFA (evaluación rápida secuencial de falla orgánica), SIRS (síndrome de respuesta inflamatoria sistémica), NEWS (escala nacional de alerta temprana) y MEWS (escala modificada de alerta temprana). La escala qSOFA considera criterios como Glasgow <15, frecuencia respiratoria ≥22 respiraciones/min y presión arterial sistólica ≤100 mmHg, y es positiva cuando se cumplen al menos 2. SIRS, NEWS y MEWS también pueden emplearse como herramientas de cribado para identificar posibles casos de sepsis. Sin embargo, ninguna debe utilizarse de manera aislada; en particular, las guías actuales desaconsejan el uso de qSOFA como único método de cribado por su limitada sensibilidad (10,23).

2.1.6. Manejo inicial de la sepsis y shock séptico en emergencia

El tratamiento inicial debe comenzar inmediatamente desde el reconocimiento de la sepsis. En pacientes con hipoperfusión o shock séptico, se sugiere administrar al menos 30 mL/kg de cristaloides intravenosos durante las primeras tres horas y evaluar la respuesta mediante medidas dinámicas. En presencia de lactato elevado, la reanimación puede orientarse hacia su disminución, considerando el contexto clínico y otras causas de hiperlactatemia; además, las mediciones seriadas o su aclaramiento permiten monitorizar la respuesta al tratamiento. En pacientes con shock séptico que requieren vasopresores, se recomienda mantener inicialmente una presión arterial media de 65 mmHg. Cuando está indicado el ingreso a UCI, se sugiere realizarlo dentro de las primeras 6 horas (17).

Asimismo, la administración temprana de antimicrobianos y el control del foco también son componentes fundamentales del manejo de la sepsis. Estudios realizados bajo definiciones previas de sepsis encontraron un incremento progresivo de la mortalidad por cada hora de retraso en la administración de antibióticos durante las primeras seis horas. Asimismo, en pacientes definidos según los criterios Sepsis-3, cada hora de demora en la administración de antimicrobianos desde el ingreso al servicio de emergencia se asoció con un aumento del 10 % en las probabilidades

ajustadas de muerte al año. La selección inicial debe considerar las guías nacionales, la susceptibilidad antimicrobiana local, las características del paciente y el probable foco infeccioso, seguida de una reevaluación diaria y posterior desescalamiento según los resultados microbiológicos y la respuesta al tratamiento (20).

2.1.7. Mortalidad y factores pronósticos de la sepsis

La sepsis presenta una elevada mortalidad, aunque su magnitud varía según el periodo de seguimiento y el contexto asistencial. En una revisión sistemática y metaanálisis de 84 estudios, la mortalidad agrupada fue del 25,5%, mientras que la mortalidad intrahospitalaria alcanzó el 20,2%, a los 28 días el 30,2% y a los 30 días el 21,1% (24). En otro metaanálisis basado en criterios Sepsis-3, la mortalidad a los 28 o 30 días fue del 22,7% en pacientes con sepsis y aumentó al 27,6% en aquellos con shock séptico; de forma similar, la mortalidad intrahospitalaria fue del 28,1% y 34,3%, respectivamente. Además, las tasas mostraron variabilidad entre los estudios y según el contexto asistencial (25).

La mortalidad en pacientes con sepsis se encuentra relacionada con diversos factores clínicos y de laboratorio. Una revisión sistemática y metaanálisis de 84 estudios identificó como principales predictores la edad, el lactato, la albúmina, la puntuación SOFA, el uso de vasopresores, el cáncer metastásico y la puntuación de Glasgow. Entre estos factores, el uso de vasopresores mostró una importante asociación con la mortalidad. Asimismo, concentraciones más elevadas de lactato, mayor edad y puntuaciones superiores de SOFA se asociaron con mayor riesgo de muerte, mientras que valores más altos de albúmina y de la puntuación de Glasgow se relacionaron con menor mortalidad (24).

En pacientes con sospecha de sepsis, se han evaluado diferentes sistemas de puntuación para predecir la mortalidad. En un estudio que evaluó diferentes sistemas de puntuación para predecir la mortalidad en pacientes con sospecha de sepsis, se observó que SIRS presentó alta sensibilidad y baja especificidad, mientras que qSOFA mostró alta especificidad y baja sensibilidad. Asimismo, NEWS mostró una precisión pronóstica similar o superior. Los autores señalaron que no estaba claro cuál de estos sistemas presentaba mayor precisión para predecir la mortalidad en esta población (26).

2.2. Lactato sérico como marcador pronóstico en sepsis

2.2.1. Metabolismo del lactato y fisiopatología de la hiperlactatemia

El lactato es un producto de la glucólisis generado a partir del piruvato mediante la acción de la lactato deshidrogenasa (LDH). El piruvato puede ser transportado hacia la mitocondria, convertirse en acetil-CoA e incorporarse al ciclo de los ácidos tricarboxílicos. Sin embargo, la formación de lactato no se limita a condiciones de hipoxia, ya que también puede producirse en presencia de oxígeno. El L-lactato es la principal forma presente en el organismo humano y participa como sustrato metabólico y fuente de energía. Una vez producido, puede ser transportado entre células y tejidos mediante transportadores de monocarboxilatos, lo que permite su captación y utilización en diferentes tejidos (27,28).

El lactato puede ser eliminado mediante diferentes vías metabólicas. Una de ellas corresponde a su oxidación a piruvato, seguida de la formación de acetil-CoA mediante la piruvato deshidrogenasa y su incorporación al ciclo de los ácidos tricarboxílicos. Otra vía corresponde a la gluconeogénesis, en la que el lactato es utilizado como sustrato para la producción de glucosa. El hígado presenta la mayor capacidad de AL en condiciones normales (27), mientras que el riñón también participa en su metabolismo mediante la gluconeogénesis (28). La alteración de la función hepática puede reducir el AL y favorecer su acumulación (27).

Específicamente, en la sepsis, la hiperlactatemia no debe atribuirse exclusivamente a hipoxia tisular. A diferencia de la hiperlactatemia inducida por isquemia, relacionada con glucólisis anaerobia por desequilibrio entre aporte y demanda de oxígeno, la sepsis también presenta mecanismos independientes de la hipoxia. Entre ellos se encuentran la estimulación adrenérgica y la activación de la Na+/K+-ATPasa. El músculo esquelético puede representar una fuente importante de lactato debido a su elevada masa y al predominio de receptores β2-adrenérgicos. Asimismo, las células inmunitarias activadas cambian de la fosforilación oxidativa hacia la glucólisis aeróbica y liberan lactato, aunque su contribución es menor debido a la limitada masa total de leucocitos (29).

La participación de los tejidos en el metabolismo del lactato también varía durante la sepsis. El pulmón puede convertirse en productor de lactato, mientras que la región esplácnica permanece como consumidora debido a la captación hepática del lactato y su conversión en glucosa. Por otra parte, la utilización celular del oxígeno puede alterarse parcialmente por un aumento de la generación mitocondrial de superóxido,

que deteriora la transferencia de electrones en la cadena mitocondrial. El superóxido también puede reaccionar con el óxido nítrico y formar peroxinitrito, relacionado con nitración de proteínas y daño del ADN. Estos mecanismos forman parte de las alteraciones metabólicas y mitocondriales descritas durante la sepsis (29).

En la altitud, la hipoxia hipobárica reduce la presión arterial de oxígeno (PaO2) y, por mediación del factor inducible por hipoxia 1 (HIF-1), desencadena procesos de aclimatación y de adaptación crónica. En residentes sanos de ciudades de media y elevada altitud, el lactato arterial se mantiene por debajo de 2 mmol/L, ya que, pese al descenso de la PaO2, la perfusión tisular se conserva (30). Sin embargo, la adaptación a la hipoxia de altura modifica el metabolismo del lactato. En un modelo experimental de sepsis, los animales adaptados a la altitud presentaron un incremento del lactato sanguíneo mayor que el de los animales del nivel del mar, con menor lesión intestinal (31). En consecuencia, la hipoxia de altura puede influir sobre los niveles de lactato inicial de los pacientes con sepsis residentes en Arequipa, ciudad situada en el rango de media altitud, de 1500 a 2500 m s. n. m. (30).

2.2.2. Aclaramiento del lactato

El AL corresponde al cambio porcentual de la concentración de lactato entre una medición inicial y una medición posterior. Se calcula mediante la diferencia entre el lactato inicial y el lactato posterior, dividida entre el lactato inicial y multiplicada por 100 (14). El AL adquirió relevancia tras el estudio de Nguyen et al. de 2004, que relacionó su disminución entre el ingreso a emergencia y las 6 horas con menor mortalidad. Posteriormente, un metaanálisis de estudios observacionales encontró menor riesgo de muerte en pacientes que alcanzaron los criterios de AL establecidos. Una reducción >10% a las 6 horas se asoció con menor mortalidad; sin embargo, los estudios emplearon umbrales variables, entre 10% y 50%, y mediciones entre 6 y 48 horas (32).

El término AL ha sido cuestionado porque la reducción de su concentración no depende exclusivamente de su eliminación, sino también de cambios en su producción, utilización, excreción y dilución. La contribución de estos procesos varía según la etiología del shock, intensidad de la reanimación, gravedad de la disfunción orgánica y comorbilidades; por ello, se han propuesto términos como “delta de lactato”. Sus variaciones funcionan como marcadores indirectos de la adecuación de la reanimación, control de la infección y función orgánica. Además,

disminuir el lactato no implica necesariamente mejorar el pronóstico: un ensayo con dicloroacetato redujo sus concentraciones sin mejorar la hemodinámica ni la mortalidad, y los ensayos de reanimación guiada por lactato presentan resultados heterogéneos (32).

2.2.3. Lactato de ingreso como predictor de mortalidad

Debido a que en la sepsis la hiperlactatemia puede presentarse en relación con hipoxia, aumento de catecolaminas y alteraciones en la eliminación del lactato, su medición desde el ingreso ha adquirido relevancia pronóstica por la asociación observada entre sus concentraciones y la evolución clínica. Incluso una elevación moderada del lactato inicial se ha relacionado con shock y disfunción orgánica, mientras que concentraciones elevadas se asociaron con mayor mortalidad, necesidad de vasopresores, ventilación mecánica e ingreso a UCI. Asimismo, una revisión sistemática encontró una asociación entre el incremento del lactato sérico y la mortalidad intrahospitalaria en pacientes atendidos en los servicios de emergencia, destacando la utilidad de su determinación temprana como marcador pronóstico (33). Zhu et al., en un metaanálisis de 127 estudios con 107 445 pacientes, encontraron que las concentraciones elevadas de lactato antes del tratamiento se asociaron con mayor mortalidad. Los fallecidos presentaron valores significativamente mayores que los sobrevivientes, con un área bajo la curva (AUC) de 0,72 para predecir mortalidad, respaldando su valor pronóstico en sepsis (13). En concordancia, Gicheru et al., en un estudio retrospectivo de pacientes con sepsis y shock séptico atendidos en emergencia, encontraron mayor lactato inicial en los fallecidos que en los sobrevivientes (4 vs. 2 mmol/L). Además, el lactato permaneció asociado con la mortalidad en el análisis multivariado y presentó un AUC de 0,752, respaldando su utilidad para la estratificación pronóstica temprana (34).

2.2.4. Aclaramiento de lactato como predictor de mortalidad

Las mediciones seriadas de lactato han mostrado utilidad pronóstica, y la literatura señala que su precisión pronóstica sugiere que el AL puede ser un objetivo útil durante la reanimación. Asimismo, se ha reportado que un mayor aclaramiento se asocia con mejores resultados en diferentes cohortes de pacientes críticamente enfermos (35). A diferencia de las mediciones estáticas de lactato, que reflejan el estado metabólico en un momento determinado, el AL refleja la trayectoria de

recuperación fisiológica, lo que puede explicar su mayor valor predictivo respecto al lactato basal. En pacientes con sepsis, un mayor aclaramiento se ha asociado con menor mortalidad (36).

Un metaanálisis de 28 estudios, con aproximadamente 12 500 pacientes, encontró que un mayor AL se asoció con menor mortalidad (Odds ratio [OR]=0,58). En el análisis por subgrupos, un AL ≥10 % durante las primeras seis horas presentó un OR de 0,52, mientras que para un AL ≥20 % fue de 0,47. La determinación se realizó principalmente durante las primeras seis horas, aunque también se evaluó a las 12 y 24 horas, y los puntos de corte más utilizados fueron ≥10 % y ≥20 %. No obstante, los estudios presentaron variabilidad en el momento y frecuencia de las mediciones, así como en la definición del AL (36).

2.2.5. Comparación del valor pronóstico entre lactato inicial y aclaramiento de lactato

La evidencia disponible señala que tanto el lactato inicial como su aclaramiento presentan utilidad pronóstica en pacientes con sepsis. Una revisión sistemática encontró que concentraciones elevadas de lactato al ingreso se asociaron con mayor mortalidad; sin embargo, el AL temprano mostró de forma consistente una mayor capacidad para predecir la mortalidad. En particular, la disminución del lactato durante las primeras 6 a 12 horas se relacionó con mayor supervivencia, mientras que la ausencia de AL se asoció con una mortalidad significativamente mayor. Estos hallazgos fueron más evidentes en pacientes con concentraciones iniciales elevadas de lactato. No obstante, los estudios presentaron variabilidad en los tiempos de medición y en los protocolos empleados para determinar el AL (37).

Ryoo et al. compararon el valor pronóstico del lactato y el AL a las 6 horas en 1060 pacientes con shock séptico definido según Sepsis-3. Para la mortalidad a los 28 días, el lactato a las 6 horas presentó un AUC de 0,70, mientras que el AL alcanzó un AUC de 0,65, mostrando el lactato a las 6 horas una mayor capacidad pronóstica (38). Por otro lado, Lee et al., en una cohorte retrospectiva de 363 pacientes con sepsis y shock séptico atendidos en emergencia, compararon el lactato inicial, el lactato a las 6 horas y su aclaramiento para predecir mortalidad a 30 días. El lactato inicial presentó un AUC de 0,612 y el AL de 0,656, mientras que el lactato a las 6 horas alcanzó un AUC de 0,720, mostrando este último la mayor capacidad pronóstica entre las 3 mediciones evaluadas (14).

Ante estos hallazgos, establecer cuál de estas medidas presenta un mejor valor pronóstico podría contribuir a una estratificación más precisa del riesgo de mortalidad en pacientes con sepsis y permitir la identificación temprana de aquellos con mayor riesgo de evolución desfavorable. Lo que es especialmente relevante en los servicios de emergencia, donde la valoración pronóstica oportuna puede orientar la vigilancia y el manejo inicial del paciente. Asimismo, su evaluación en una población como la de Arequipa permitiría aportar evidencia en un contexto de altitud, escasamente representado en los estudios actuales.

3. ANÁLISIS DE ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

3.1. A nivel internacional

- **Título:** *"Prognostic value of lactate levels and lactate clearance in sepsis and septic shock with initial hyperlactatemia"*

  Autores: "Lee SG, Song J, Park DW, Moon S, Cho H jin, Kim JY, et al."

  Lee et al. (2021), en Corea del Sur, evaluaron el valor pronóstico del lactato inicial y del AL a las 6 horas para la mortalidad a 30 días en pacientes con sepsis y choque séptico atendidos en emergencia, mediante un estudio de cohorte retrospectivo en 363 pacientes con lactato inicial ≥2 mmol/L. Se encontró que el 62,5% presentó choque séptico y la mortalidad a 30 días fue de 40,8%; además, los fallecidos presentaron menor AL que los sobrevivientes (15,7% vs. 33,3%; p<0,001). Tras ajustar por edad, SOFA y lactato inicial, el AL a las 6 horas se asoció con la mortalidad (OR=0,992; IC95%: 0,986–0,997); sin embargo, su capacidad pronóstica (AUC=0,656; IC95%: 0,599–0,713) no fue significativamente superior a la del lactato inicial (AUC=0,612; IC95%: 0,522–0,672). Asimismo, el lactato a las 6 horas presentó mayor capacidad pronóstica que el AL (AUC=0,720 vs. 0,656; p=0,02). Concluyeron que el AL a las 6 horas se asoció con la mortalidad, pero no mostró una capacidad pronóstica significativamente mayor que el lactato inicial (14).

- **Título:** *"Initial lactate levels versus lactate clearance for predicting mortality in sepsis: A prospective observational analytical study"*

  Autores: "Lestari MI, Sedono R, Zulkifli."

  Lestari et al. (2021), en Indonesia, compararon el valor pronóstico del lactato inicial y del AL a las 4 horas para predecir mortalidad en pacientes con sepsis, a través de

un estudio prospectivo observacional en 41 pacientes adultos con sepsis según Sepsis-3. Se halló una mortalidad a los 28 días de 65,9%, el lactato inicial fue mayor en los no sobrevivientes que en los sobrevivientes (2,7 vs. 2,5 mmol/L; p=0,16), mientras que el AL fue de 8,7% y 5,19%, respectivamente (p=0,92). El lactato inicial presentó AUC=0,67 y el aclaramiento AUC=0,50, sin diferencia estadísticamente significativa (p=0,086); un lactato inicial >2 mmol/L alcanzó una sensibilidad de 81,5%. Concluyeron que ninguno demostró superioridad estadística para predecir mortalidad, aunque el lactato inicial mostró mayor capacidad discriminativa (39).

- **Título:** *"Evaluation of plasma lactate parameters for predicting mortality of septic patients"*

  Autores: "Wang M, Wang Y, Taotao L, Zhao Q, Chao Y."

  Wang et al. (2022), en Estados Unidos, evaluaron la capacidad del AL y otros parámetros relacionados con el lactato para predecir la mortalidad en pacientes con sepsis, mediante un estudio retrospectivo basado en la base de datos MIMIC-IV. Incluyeron 1169 pacientes ingresados a UCI, de los cuales 366 (31,3%) fallecieron a los 28 días. En 204 pacientes con AL medido a las 6 horas, este fue mayor en los sobrevivientes que en los fallecidos (32% vs. 20%; p<0,001) y se asoció independientemente con menor mortalidad (ORa=0,06; p<0,01). Además, el AL presentó un AUC=0,65, sensibilidad=60% y especificidad=71%, frente a AUC=0,70 para el lactato pico, 0,73 para el área de lactato, 0,72 para SOFA y 0,74 para NEWS, sin diferencias estadísticamente significativas. Concluyeron que un mayor AL se asoció con menor mortalidad a 28 días; sin embargo, su capacidad predictiva no fue superior a la de los otros parámetros evaluados (40).

- **Título:** *"The impact of lactate clearance on outcomes according to infection sites in patients with sepsis: a retrospective observational study"*

  Autores: "Sugimoto M, Takayama W, Murata K, Otomo Y."

  Sugimoto et al. (2021), en Japón, evaluaron la utilidad pronóstica del AL sobre la mortalidad hospitalaria según el sitio de infección en pacientes con sepsis, mediante un estudio observacional retrospectivo realizado en dos centros terciarios de emergencia. Incluyeron 369 pacientes con sepsis, de los cuales 186 presentaron neumonía y 183 infecciones no pulmonares. En el grupo sin neumonía, los sobrevivientes presentaron mayor AL a las 24 horas que los fallecidos (54% vs.

3,33%; p=0,001); tras ajustar por edad y SOFA, un menor AL se asoció independientemente con mayor mortalidad hospitalaria (OR ajustado [ORa]=0,97; p<0,001), con AUC=0,798. En pacientes con neumonía, el AL no se asoció con mortalidad (ORa=0,99; p=0,134; AUC=0,529). Concluyeron que el valor pronóstico del AL a las 24 horas para la mortalidad en sepsis varó según el foco infeccioso, con mayor capacidad predictiva en las infecciones no pulmonares (41).

- **Título:** *"The diagnostic accuracy of an initial point-of-care lactate at the emergency department as a predictor of in-hospital mortality among adult patients with sepsis and septic shock"*

  Autores: "Gicheru B, Shah J, Wachira B, Omuse G, Maina D."

  Gicheru et al. (2023), en Kenia, evaluaron la capacidad pronóstica del lactato inicial para predecir la mortalidad intrahospitalaria en adultos con sepsis o shock séptico atendidos en emergencia, a través de un estudio retrospectivo en 123 pacientes, de los cuales 28 (22,8%) fallecieron. El lactato inicial fue mayor en los no sobrevivientes que en los sobrevivientes (4 frente a 2 mmol/L; p<0,001). En el análisis multivariado, el lactato inicial se mantuvo como predictor independiente de mortalidad (ORa=1,41; p=0,018). Su capacidad discriminativa fue AUC=0,752; el punto de corte de 3,5 mmol/L presentó sensibilidad de 66,7%, especificidad de 71,4%, VPP de 70% y VPN de 68,2%. La mortalidad fue 42,1% con lactato ≥3,5 mmol/L frente a 12,7% con valores inferiores (HR=3,388; p<0,005). Concluyeron que el lactato de ingreso fue un predictor independiente de mortalidad intrahospitalaria y permitió estratificar tempranamente el riesgo en pacientes con sepsis atendidos en Emergencia (34).

- **Título:** *"Mortality prediction model from combined serial lactate, procalcitonin and calprotectin levels in critically ill patients with sepsis: A retrospective study according to Sepsis-3 definition"*

  Autores: "García de Guadiana-Romualdo L, Botella LA, Rodríguez Rojas C, Puche Candel A, Jimenez Sánchez R, Conesa Zamora P, et al."

  García de Guadiana-Romualdo et al. (2024), en España, evaluaron la capacidad pronóstica del lactato y otros biomarcadores para predecir la mortalidad a 28 días en pacientes críticos con sepsis, a través de un estudio retrospectivo en UCI. Incluyeron 173 pacientes adultos con sepsis, de los cuales 147 (85 %) sobrevivieron y 26 (15

%) fallecieron; además, 72 (41,6 %) presentaron shock séptico. El lactato al ingreso fue mayor en los fallecidos que en los sobrevivientes (3,0 [2,3–6,2] vs. 2,2 [1,3–2,5] mmol/L; p=0,001) y mostró capacidad para predecir mortalidad a 28 días (AUC=0,698; p<0,001). Un punto de corte ≥2,3 mmol/L presentó sensibilidad de 84 %, especificidad de 52,4 %, VPP (valor predictivo positivo) de 23,9 % y VPN (valor predictivo negativo) de 95,1 %. En el análisis univariado, el lactato se asoció con mortalidad (OR=2,736; p=0,001); sin embargo, en el análisis multivariado se mantuvo una asociación. Concluyeron que el lactato al ingreso mostró capacidad pronóstica moderada para la mortalidad a 28 días, aunque no se mantuvo como predictor independiente después del ajuste multivariado (42).

- **Título:** *"Prehospital lactate clearance is associated with reduced mortality in patients with septic shock"*

  Autores: "Jouffroy R, Léguillier T, Gilbert B, Tourtier JP, Bloch-Laine E, Ecollan P, et al."

  Jouffroy et al. (2021), en Francia, investigaron la asociación entre el AL y la mortalidad a 30 días en pacientes con shock séptico, mediante un estudio prospectivo multicéntrico en 185 pacientes atendidos por unidades móviles de cuidados intensivos, de los cuales 175 contaron con mediciones de lactato prehospitalaria y al ingreso hospitalario; la mortalidad a 30 días fue 32%. El AL fue menor en los fallecidos que en los sobrevivientes (0,41 vs. 1,65 mmol/L; p=0,007). Un AL >10% se asoció independientemente con menor mortalidad (ORa=0,44; p=0,033) y, en el análisis de supervivencia, con menor riesgo de muerte a 30 días (HRa=0,49; p=0,028); mientras que un AL <10% se asoció con mayor riesgo de muerte (hazard ratio ajustado [HRa]=2,04; p=0,028). Concluyeron que un mayor AL temprano se asoció con menor mortalidad en pacientes con shock séptico (43).

3.2. A nivel nacional

- **Título:** *"Escalas SOFA y qSOFA como pronóstico de la mortalidad en pacientes con diagnóstico de sepsis de una Clínica Peruana"*

  Autores: "Scarsi-Mejia O, Garcia-Moreno KM."

  Scarsi-Mejia y Garcia-Moreno (2022), en Lima, evaluaron el pronóstico de mortalidad en pacientes adultos con sepsis hospitalizados en la UCI de una clínica, mediante un estudio observacional y retrospectivo en 53 pacientes, de los cuales el

28,3 % falleció. El lactato sérico presentó asociación significativa con la mortalidad (p<0,001). Al considerar un punto de corte ≥2 mmol/L, los pacientes con lactato elevado presentaron 5,8 veces mayor probabilidad de fallecer que aquellos con valores inferiores (OR=5,775; p=0,009). Concluyeron que el lactato sérico ≥2 mmol/L se asoció significativamente con la mortalidad en pacientes con sepsis (6).

3.3. A nivel local

- **Título:** *"Lactato en Gases Arteriales como Predictor de Mortalidad Dentro de las Primeras 72 Horas, en Pacientes con Sepsis y Shock Séptico del Área de Medicina Interna y Cirugía General del Hospital Regional III Honorio Delgado Espinoza-Arequipa 2018"*

  Autores: "Málaga Contreras S."

  Málaga Contreras (2019), estableció el valor predictivo del lactato arterial para la mortalidad en pacientes con sepsis y shock séptico atendidos en el Hospital Regional III Honorio Delgado Espinoza, mediante un estudio retrospectivo en 56 pacientes con determinaciones seriadas de lactato durante las primeras 72 horas. El lactato promedio fue de 2,5 ± 1,4 mmol/L al ingreso, 2,5 ± 1,7 mmol/L a las 48 horas y 2,8 ± 2,0 mmol/L a las 72 horas. Al ingreso, el 44,6% presentó lactato ≥2,5 mmol/L, mientras que a las 48 y 72 horas esta proporción fue de 39,3% y 44,6%, respectivamente (p=0,84). A las 72 horas, 23 pacientes con lactato elevado fallecieron y 2 sobrevivieron; para la mortalidad al alta, esta medición presentó sensibilidad de 46%, especificidad de 67%, VPP de 92%, VPN de 13% y valor global de 48%, sin asociación estadísticamente significativa (p=0,56). Concluyó que el lactato elevado a las 72 horas mostró un alto VPP para mortalidad, aunque con baja sensibilidad y sin asociación estadísticamente significativa con el desenlace (44).

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

- Comparar el valor pronóstico entre el lactato de ingreso y el aclaramiento de lactato a las 6-24 horas en la mortalidad de pacientes con sepsis atendidos en el Servicio de Emergencia del Hospital Honorio Delgado Espinoza, Arequipa, 2023-2025.

4.2. Objetivos específicos

- Determinar la capacidad pronóstica del lactato de ingreso para predecir mortalidad en pacientes con sepsis.
- Determinar la capacidad pronóstica del aclaramiento de lactato a las 6-24 horas para predecir mortalidad en pacientes con sepsis.
- Comparar las áreas bajo la curva (AUC) del lactato de ingreso y del aclaramiento de lactato para la predicción de mortalidad.
- Describir las características clínicas y epidemiológicas de los pacientes con sepsis incluidos en el estudio.
- Identificar el punto de corte óptimo de cada medición para la predicción de mortalidad, con sus valores de sensibilidad, especificidad, VPP y VPN.

5. HIPÓTESIS

Hipótesis alternativa

El aclaramiento de lactato a las 6-24 horas presenta mayor valor pronóstico que el lactato de ingreso para predecir la mortalidad en pacientes con sepsis atendidos en el Servicio de Emergencia del HRHDE.

Hipótesis nula

No existe diferencia significativa en el valor pronóstico entre el lactato de ingreso y el aclaramiento de lactato a las 6-24 horas para predecir la mortalidad en pacientes con sepsis atendidos en el Servicio de Emergencia del HRHDE.

6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 1. Operacionalización de variables

Variable	Indicadores	Tipo de variable	Unidad/Categoría
Lactato de ingreso	Valor de lactato sérico al ingreso a Emergencia	Cuantitativa continua	mmol/L
Lactato a las 6-24 horas	Valor de lactato sérico control	Cuantitativa continua	mmol/L
Aclaramiento de lactato	(Lactato inicial − Lactato posterior) / Lactato inicial × 100	Cuantitativa continua	%
Mortalidad	Estado vital al egreso hospitalario	Cualitativa dicotómica	Vivo / Fallecido
Edad	Años cumplidos	Cuantitativa discreta	Años
Sexo	Registrado en historia clínica	Cualitativa nominal	Masculino / Femenino
Foco infeccioso	Origen de la infección	Cualitativa nominal	Pulmonar / Urinario / Abdominal / Otro
Puntuación SOFA	Escala Sequential Organ Failure Assessment	Cuantitativa discreta	Puntos
Shock séptico	Criterios Sepsis-3	Cualitativa dicotómica	Sí / No
Uso de vasopresores	Registrado en historia clínica	Cualitativa dicotómica	Sí / No
Ingreso a UCI	Registrado en historia clínica	Cualitativa dicotómica	Sí / No
Comorbilidades	Diabetes, VIH, otras	Cualitativa nominal	Presente / Ausente

CAPÍTULO II: PLANTEAMIENTO OPERACIONAL

1. Técnicas

Se empleará la técnica de observación documental, mediante la revisión sistemática de historias clínicas de pacientes con diagnóstico de sepsis atendidos en el Servicio de Emergencia del HRHDE durante el periodo 2023-2025.

2. Instrumentos

Se utilizará una ficha de recolección de datos (ver Anexo N° 2) diseñada para registrar variables clínicas, epidemiológicas y de laboratorio (lactato de ingreso, lactato a las 6-24 horas, mortalidad y variables asociadas).

3. Campo de verificación

3.1. Ubicación espacial

El estudio se realizará en el Servicio de Emergencia del Hospital Regional Honorio Delgado Espinoza, Arequipa, Perú.

3.2. Ubicación temporal

El estudio comprenderá historias clínicas de pacientes atendidos entre enero 2023 y diciembre 2025.

3.3. Unidades de estudio

Historias clínicas de pacientes adultos con diagnóstico de sepsis según criterios Sepsis-3, atendidos en el Servicio de Emergencia del HRHDE durante el periodo de estudio.

3.4. Población

Pacientes adultos diagnosticados con sepsis en el Servicio de Emergencia del HRHDE entre 2023 y 2025 que cumplan los criterios de selección.

3.5. Criterios de selección

3.5.1. Criterios de inclusión

- Pacientes adultos (≥18 años) con diagnóstico de sepsis según criterios Sepsis-3.
- Pacientes con determinación de lactato sérico al ingreso y una segunda medición entre las 6 y 24 horas posteriores.
- Historias clínicas con información completa sobre las variables de estudio.

3.5.2. Criterios de exclusión

- Pacientes con historias clínicas incompletas o ilegibles.
- Pacientes trasladados a otro centro hospitalario antes de completar la evaluación de mortalidad.
- Gestantes.
- Pacientes con diagnóstico de muerte cerebral o en cuidados paliativos al ingreso.
- Pacientes con enfermedad respiratoria crónica, enfermedad hepática crónica, neoplasia maligna o trastornos metabólicos, como la cetoacidosis diabética, y, en general, con cualquier condición médica previa que altere el lactato inicial o su aclaramiento.

4. Estrategia de recolección de datos

4.1. Organización

Se solicitará la autorización correspondiente a la Dirección del Hospital Honorio Delgado Espinoza y al Comité de Ética en Investigación de la Facultad de Medicina Humana de la UCSM. Posteriormente, se accederá a las historias clínicas a través del área de estadística e informática del hospital, procediendo al registro de datos en la ficha de recolección diseñada para este fin, garantizando la confidencialidad de la información.

4.2. Análisis de datos

Los datos serán procesados en una base de datos en Microsoft Excel y analizados con un software estadístico (SPSS v.26.). Se realizará estadística descriptiva (medidas de tendencia central y dispersión para variables cuantitativas; frecuencias y porcentajes para variables cualitativas). La capacidad pronóstica del lactato de ingreso y del aclaramiento de lactato se evaluará mediante curvas ROC, comparando las áreas bajo la curva (AUC) con la prueba de DeLong. Se determinarán puntos de corte óptimos, sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y negativo. Se considerará estadísticamente significativo un valor de $p<0,05$.

4.3. Recursos

4.3.1. Humanos

- **Tesista:** M.C. Nazdhiel Vilma Ladera Solis

- **Asesor:** Dr . Uriel Ramos Calsin

4.3.2. Materiales

- Historias clínicas del Servicio de Emergencia del HRHDE
- Ficha de recolección de datos
- Computadora personal
- Software estadístico (SPSS)
- Material de escritorio

4.3.3. Financieros

El proyecto será autofinanciado por el investigador.

CRONOGRAMA DE TRABAJO

Actividad	Ago 2026	Set 2026		Oct 2026	Nov 2026	Dic 2026	Ene 2027
Elaboración y aprobación del proyecto	X						
Trámites administrativos y ético		X					
Recolección de datos				X	X		
Procesamiento y análisis de datos						X	
Elaboración del informe final							X

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Njoki C, Angelo S, Wambui M, Riviello E. Global Sepsis Epidemiology. Clin Chest Med. 2026;Sepsis47(1):17–31. doi:10.1016/j.ccm.2025.10.002
2. Yu X, Gao J, Zhang C. Sepsis-induced cardiac dysfunction: mitochondria and energy metabolism. Intensive Care Med Exp. 2025;13(1):20. doi:10.1186/s40635-025-00728-w
3. Almeida NRC de, Pontes GF, Jacob FL, Deprá JVS, Porto JPP, Lima FR de, et al. Analysis of trends in sepsis mortality in Brazil and by regions from 2010 to 2019. Rev Saude Publica. 2022;56:25. doi:10.11606/s1518-8787.2022056003789
4. Oliveros H, Tuta-Quintero E, Piñeros M, Guesguan A, Reyes LF. One-year survival of patients admitted for sepsis to intensive care units in Colombia. BMC Infect Dis. 2024;24:678. doi:10.1186/s12879-024-09584-7
5. Gatica S, Kissoon N. A data science-led strategy to assess the subnational burden of sepsis using official records: a longitudinal description and cross-sectional demonstration in Chile. Front Med. 2026;12:1671206. doi:10.3389/fmed.2025.1671206
6. Scarsi-Mejia O, Garcia-Moreno KM. Escalas SOFA y qSOFA como pronóstico de la mortalidad en pacientes con diagnóstico de sepsis de una Clínica Peruana. Rev Fac Med Humana. 2022;22(4):804–12. doi:10.25176/rfmh.v22i4.5066
7. Nedel W, Deutschendorf C, Portela LVC. Sepsis-induced mitochondrial dysfunction: A narrative review. World J Crit Care Med. 2023;12(3):139–52. doi:10.5492/wjccm.v12.i3.139
8. Majidazar M, Hamidi F, Masoudi N, Vand-Rajabpour Z, Paknezhad SP. Comparing the Predictive Value of SOFA and SIRS for Mortality in the Early Hours of Hospitalization of Sepsis Patients: A Systematic Review and Meta-analysis. Arch Iran Med. 2024;27(8):439–46. doi:10.34172/aim.28567
9. Bastida C, Egües Lugea A, Fernández Polo A, Becerril Moreno F, Martín Cerezuela M, Domingo Chiva E, et al. Sepsis y shock séptico. Farm Hosp. 2025;1–7. doi:10.1016/j.farma.2025.05.009
10. Evans L, Rhodes A, Alhazzani W, Antonelli M, Coopersmith CM, French C, et al. Surviving sepsis campaign: international guidelines for management of sepsis and septic shock 2021. Intensive Care Med. 2021;47(11):1181–247. doi:10.1007/s00134-021-06506-y

11. Arina P, Singer M. Pathophysiology of sepsis. Curr Opin Anaesthesiol. 2021;34(2):77–84. doi:10.1097/ACO.0000000000000963
12. Wentowski C, Ingles DP, Nielsen ND. Sepsis 2021: a review. Anaesth Intensive Care Med. 2021;22(11):676–84. doi:10.1016/j.mpaic.2021.10.001
13. Zhu B, Zhou R, Qin J, Li Y. Hierarchical Capability in Distinguishing Severities of Sepsis via Serum Lactate: A Network Meta-Analysis. Biomedicines. 2024;12(2):447. doi:10.3390/biomedicines12020447
14. Lee SG, Song J, Park DW, Moon S, Cho H jin, Kim JY, et al. Prognostic value of lactate levels and lactate clearance in sepsis and septic shock with initial hyperlactatemia. Medicine (Baltimore). 2021;100(7):e24835. doi:10.1097/MD.0000000000024835
15. Bhat SR, Swenson KE, Francis MW, Wira CR. Lactate Clearance Predicts Survival Among Patients in the Emergency Department with Severe Sepsis. West J Emerg Med. 2015;16(7):1118–26. doi:10.5811/westjem.2015.10.27577
16. Gray AP, Chung E, Hsu RL, Araki DT, Hayoon AG, Weaver ND, et al. Global, regional, and national sepsis incidence and mortality, 1990–2021: a systematic analysis. Lancet Glob Health. 2025;13(12):e2013–26. doi:10.1016/S2214-109X(25)00356-0
17. La Via L, Sangiorgio G, Stefani S, Marino A, Nunnari G, Cocuzza S, et al. The Global Burden of Sepsis and Septic Shock. Epidemiologia. 2024;5(3):456–78. doi:10.3390/epidemiologia5030032
18. Jacobi J. The pathophysiology of sepsis-2021 update: Part 1, immunology and coagulopathy leading to endothelial injury. Am J Health-Syst Pharm AJHP Off J Am Soc Health-Syst Pharm. 2022;79(5):329–37. doi:10.1093/ajhp/zxab380
19. Zhu X xu, Zhang W wu, Wu C hua, Wang S shun, Smith FG, Jin S wei, et al. The Novel Role of Metabolism-Associated Molecular Patterns in Sepsis. Front Cell Infect Microbiol. 2022;12:915099. doi:10.3389/fcimb.2022.915099
20. Jayaprakash N, Sarani N, Nguyen HB, Cannon C. State of the art of sepsis care for the emergency medicine clinician. J Am Coll Emerg Physicians Open. 2024;5(4):e13264. doi:10.1002/emp2.13264
21. Hospital de Emergencias Villa El Salvador. Guía de práctica clínica para el diagóstico y manejo de sepsis y shock séptico en adultos del Hospital de Emergencias Villa el Salvador. Lima; 2024.
22. Jarczak D, Kluge S, Nierhaus A. Sepsis—Pathophysiology and Therapeutic Concepts. Front Med. 2021;8:628302. doi:10.3389/fmed.2021.628302

23. Singer M, Deutschman CS, Seymour CW, Shankar-Hari M, Annane D, Bauer M, et al. The Third International Consensus Definitions for Sepsis and Septic Shock (Sepsis-3). JAMA. 2016;315(8):801. doi:10.1001/jama.2016.0287
24. Lei S, Ruan H, Wang J, Zhao G, Zhao H, Liu J, et al. Prediction models for mortality in patients with sepsis: a systematic review and meta-analysis. Front Med. 2026;13:1730156. doi:10.3389/fmed.2026.1730156
25. Namgung M, Ahn C, Park Y, Kwak IY, Lee J, Won M. Mortality among adult patients with sepsis and septic shock in Korea: a systematic review and meta-analysis. Clin Exp Emerg Med. 2023;10(2):157–71. doi:10.15441/ceem.23.005
26. Wang C, Xu R, Zeng Y, Zhao Y, Hu X. A comparison of qSOFA, SIRS and NEWS in predicting the accuracy of mortality in patients with suspected sepsis: A meta-analysis. PLoS ONE. 2022;17(4):e0266755. doi:10.1371/journal.pone.0266755
27. Yao S, Chai H, Tao T, Zhang L, Yang X, Li X, et al. Role of lactate and lactate metabolism in liver diseases (Review). Int J Mol Med. 2024;54(1):59. doi:10.3892/ijmm.2024.5383
28. Li H, Ren Q, Shi M, Ma L, Fu P. Lactate metabolism and acute kidney injury. Chin Med J (Engl). 2025;138(8):916–24. doi:10.1097/CM9.0000000000003142
29. Preau S, Vodovar D, Jung B, Lancel S, Zafrani L, Flatres A, et al. Energetic dysfunction in sepsis: a narrative review. Ann Intensive Care. 2021;11(1):104. doi:10.1186/s13613-021-00893-7
30. Tinoco-Solórzano A, Avila-Hilari A, Avellanas-Chavala ML, Montelongo FJ, Vélez-Páez J, Nieto Estrada V, et al. Definiciones y recomendaciones de consenso sobre la medicina crítica en la altitud del Comité de Expertos de Medicina Crítica en la altitud de la Federación Panamericana e Ibérica de Medicina Crítica y Terapia Intensiva. Med Intensiva. 2025;49(10):502256. doi:10.1016/j.medin.2025.502256
31. Wang R, Wen C, Lei Q, Zeng S. Lactate regulation may be a key factor in the protection of the intestinal barrier in sepsis under high-altitude hypoxic and hypobaric conditions. Crit Care. 2025;29:520. doi:10.1186/s13054-025-05793-x
32. Weinberger J, Klompas M, Rhee C. What Is the Utility of Measuring Lactate Levels in Patients with Sepsis and Septic Shock? Semin Respir Crit Care Med. 2021;42(5):650–61. doi:10.1055/s-0041-1733915
33. Alshiakh SM. Role of serum lactate as prognostic marker of mortality among emergency department patients with multiple conditions: A systematic review. SAGE Open Med. 2023;11:20503121221136401. doi:10.1177/20503121221136401

34. Gicheru B, Shah J, Wachira B, Omuse G, Maina D. The diagnostic accuracy of an initial point-of-care lactate at the emergency department as a predictor of in-hospital mortality among adult patients with sepsis and septic shock. Front Med. 2023;10:1173286. doi:10.3389/fmed.2023.1173286
35. Trebuian CI, Brici OM, Sutoi D, Popa DI, Chioibas DR, Mederle OA. Lactate Levels and Clearance: Key Predictors of Prognosis for COVID-19 and Non-COVID-19 Septic Shock Patients in the Emergency Department. Clin Pract. 2024;14(3):834–45. doi:10.3390/clinpract14030065
36. Gautam P, Singh D, Doneria JK. Serum Lactate Clearance as a Predictor of Mortality in Sepsis: A Systematic Review and Meta-Analysis. Int J Med Pharm Res. 2026;7:3402–9.
37. Lingayat DN, Jani DP. Early Lactate Clearance vs. Initial Lactate Levels: Which Predicts Mortality Better? A Systematic Review. Vasc Endovasc Rev. 2025;8(16s):4–8.
38. Ryoo SM, Lee J, Lee YS, Lee JH, Lim KS, Huh JW, et al. Lactate Level Versus Lactate Clearance for Predicting Mortality in Patients With Septic Shock Defined by Sepsis-3. Crit Care Med. 2018;46(6):e489–95. doi:10.1097/CCM.0000000000003030
39. Lestari MI, Sedono R, Zulkifli. Initial lactate levels versus lactate clearance for predicting mortality in sepsis: A prospective observational analytical study. JPMA J Pak Med Assoc. 2021;71(Suppl 2)(2):S25–9.
40. Wang M, Wang Y, Taotao L, Zhao Q, Chao Y. Evaluation of plasma lactate parameters for predicting mortality of septic patients. Heliyon. 2022;8(12):e12340. doi:10.1016/j.heliyon.2022.e12340
41. Sugimoto M, Takayama W, Murata K, Otomo Y. The impact of lactate clearance on outcomes according to infection sites in patients with sepsis: a retrospective observational study. Sci Rep. 2021;11(1):22394. doi:10.1038/s41598-021-01856-5
42. García de Guadiana-Romualdo L, Botella LA, Rodríguez Rojas C, Puche Candel A, Jimenez Sánchez R, Conesa Zamora P, et al. Mortality prediction model from combined serial lactate, procalcitonin and calprotectin levels in critically ill patients with sepsis: A retrospective study according to Sepsis-3 definition. Med Intensiva Engl Ed. 2024;48(11):629–38. doi:10.1016/j.medine.2024.05.015
43. Jouffroy R, Léguillier T, Gilbert B, Tourtier JP, Bloch-Laine E, Ecollan P, et al. Prehospital lactate clearance is associated with reduced mortality in patients with septic shock. Am J Emerg Med. 2021;46:367–73. doi:10.1016/j.ajem.2020.10.018

44. Málaga Contreras SE. Lactato en Gases Arteriales como Predictor de Mortalidad Dentro de las Primeras 72 Horas, en Pacientes con Sepsis y Shock Séptico del Área de Medicina Interna y Cirugía General del Hospital Regional III Honorio Delgado Espinoza-Arequipa 2018 [Tesis de Pregrado] [Internet]. [Arequipa]: Universidad Católica de Santa María; 2019 [cited 2026 Aug 21]. Available from: https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/8687

ANEXOS

ANEXO N° 1

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

N° de ficha: _____ N° de historia clínica: _____

1. Edad: _____ años
2. Sexo: Masculino ( ) Femenino ( )
3. Fecha y hora de ingreso a Emergencia: _____
4. Foco infeccioso: Pulmonar ( ) Urinario ( ) Abdominal ( ) Piel/partes blandas ( ) Otro ( ): _____
5. Comorbilidades: Diabetes ( ) VIH ( ) ERC ( ) Otra ( ): _____
6. Puntuación SOFA al ingreso: _____
7. Shock séptico: Sí ( ) No ( )
8. Lactato sérico al ingreso: _____ mmol/L
9. Lactato sérico a las 6-24 horas: _____ mmol/L
10. Aclaramiento de lactato (%): _____
11. Uso de vasopresores: Sí ( ) No ( )
12. Ingreso a UCI: Sí ( ) No ( )
13. Días de hospitalización: _____
14. Condición de egreso: Vivo ( ) Fallecido ( )
15. Fecha de egreso o fallecimiento: _____