PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE MEDICINA

ESPECIALIZACIÓN MEDICINA DE EMERGENCIAS Y DESASTRES

Efectividad del lactato versus procalcitonina como marcadores de mortalidad en sepsis. Revisión Sistemática

DISERTACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MÉDICO ESPECIALISTA EN EMERGENCIAS Y DESASTRES.

Autor:

Md. Cristian Rolando Chicaiza Tasinchana **Director**

Científico.

Dra. Verónica Susana Espinosa Enríquez

Director metodológico.

Dr. Hector Adrian Villalba Jativa

Quito, 2026.

DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las políticas y manuales de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas políticas.

Asimismo, cedo los derechos en línea patrimoniales de mi trabajo de titulación, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción dentro de las regulaciones de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador y de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma del estudiante: 

CRISTIAN ROLANDO CHICAIZA TASINCHANA

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR FACULTAD DE MEDICINA institución que me abrió las puertas y me permitió alcanzar una de mis metas de mi vida obtener mi especialidad en Emergencias y Desastres, y ha bridado los mejores recuerdos de mi vida personal. Va mi sincero agradecimiento a todas las personas que, de una u otra manera, colaboraron, para formarme como profesional, en especial a la Dra. Verónica Susana Espinosa Enríquez Director Científico, Dr. Hector Adrian Villalba Jativa Director metodológico del presente Trabajo de Grado.

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo de tesis a Dios por ser la fortaleza y la luz para seguir mi camino. A mi familia quienes han sabido entregarme todo su amor y comprensión, especialmente a mi madre que es mi pilar y fortaleza, a mi padre que me cuida desde el cielo, mis hermanos, a mi hijo Cristian JR y a mi esposa Melina y a todas las personas que forman parte de mi vida, y que me han apoyado y dado su comprensión durante todo este periodo de mi vida que ha culminado.

INDICE GENERAL

DERECHOS DE AUTOR ..... **ii**

AGRADECIMIENTO ..... **iii**

DEDICATORIA ..... **iv**

INDICE GENERAL ..... **v**

CAPITULO I **5**

1.1. INTRODUCCIÓN **5**

1.2. JUSTIFICACION **7**

1.3. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN **8**

1.3.1. Planteamiento del problema y pregunta de investigación 10

1.4. OBJETIVOS **10**

1.4.1. Objetivo general 10

1.4.2. Objetivos específicos 11

1.5. HIPÓTESIS **11**

CAPITULO II **12**

2. MARCO TEORICO **12**

CAPÍTULO III **16**

3.1. METODOLOGÍA **16**

CAPÍTULO IV **21**

4.1. RESULTADOS **21**

CAPÍTULO V **28**

5.1. DISCUSIÓN **28**

5.2. LIMITACIONES **32**

CAPÍTULO VI.....33

6.1. CONCLUSIONES.....33

Referencias bibliográficas.....34

INDICE DE TABLAS

Figura 1 Diagrama de flujo PRISMA 2020 22

Figura 2 Forest plot descriptivo de estimadores de asociación disponibles.. 26

Figura 3 Comparación de AUC reportadas 1 Comparación de AUC reportadas para lactato, PCT y modelos combinados...... 27

Tabla 1 Características y resultados de estudios observacionales (cohortes/caso-control) de los últimos 5 años sobre lactato y procalcitonina para predecir mortalidad en sepsis adulta

..... 23

Tabla 2 Evaluación metodológica y certeza global de la evidencia 25

RESUMEN

Introducción: La sepsis es una causa relevante de mortalidad en adultos hospitalizados y exige herramientas pronósticas rápidas, reproducibles y clínicamente interpretables. Entre los biomarcadores más utilizados se encuentran el lactato, relacionado con hipoperfusión, metabolismo anaerobio y disfunción celular, y la procalcitonina (PCT), asociada con respuesta inflamatoria bacteriana sistémica. Objetivo: Comparar la efectividad del lactato frente a la PCT como predictores de mortalidad en sepsis adulta, valorar el aporte de mediciones seriadas e integrar su interpretación con escalas clínicas. Materiales y métodos: Revisión sistemática de estudios observacionales en adultos con sepsis o shock séptico. La búsqueda se estructuró con términos MeSH y texto libre en PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, Embase, SciELO y ScienceDirect. Se documentaron filtros por humanos, adultos, idioma inglés/español, texto completo y diseño observacional. Se extrajeron características clínicas, ventanas de medición, AUC, sensibilidad, especificidad, razones de verosimilitud, OR/RR/HR e IC95%. El riesgo de sesgo se evaluó con Newcastle-Ottawa/ROBINS-I y la certeza global de la evidencia con criterios GRADE adaptados a estudios pronósticos. Resultados: Se incluyeron 22 estudios en la síntesis cualitativa y 20 en la síntesis cuantitativa o descriptiva de métricas. El lactato mostró desempeño pronóstico más consistente, especialmente cuando se midió de forma seriada durante las primeras 6-24 horas. La PCT basal presentó discriminación más variable; su utilidad aumentó con mediciones dinámicas entre 48-96 horas y con razones normalizadas por albúmina. Los modelos que combinaron lactato, PCT y escalas clínicas como SOFA, qSOFA o NEWS alcanzaron mejor desempeño que los biomarcadores aislados, con AUC próximas o superiores a 0,80 en varios estudios. Conclusiones: El lactato seriado temprano integrado a escalas clínicas

constituye la estrategia más útil para estratificar mortalidad a corto plazo en sepsis adulta. La PCT no reemplaza al lactato, pero aporta información complementaria para seguimiento infeccioso y optimización antibiótica cuando se interpreta en dinámica y dentro del contexto clínico.

Palabras clave: Sepsis; Lactato; Procalcitonina; Mortalidad; Aclaramiento de lactato; Estratificación del riesgo; qSOFA; SOFA; NEWS; Cuidados intensivos.

ABSTRACT

Introduction: Sepsis is a major cause of mortality among hospitalized adults and requires rapid, reproducible and clinically interpretable prognostic tools. Lactate reflects hypoperfusion, anaerobic metabolism and cellular dysfunction, whereas procalcitonin (PCT) is related to systemic bacterial inflammatory response. Objective: To compare the effectiveness of lactate versus PCT as mortality predictors in adult sepsis, assess the added value of serial measurements and integrate their interpretation with clinical scores. Materials and methods: Systematic review of observational studies in adults with sepsis or septic shock. The search was structured using MeSH terms and free-text terms in PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, Embase, SciELO and ScienceDirect. Filters for humans, adults, English/Spanish language, full text and observational design were documented. Data extraction included clinical characteristics, measurement windows, AUC, sensitivity, specificity, likelihood ratios, OR/RR/HR and 95% confidence intervals. Risk of bias was assessed using NewcastleOttawa/ROBINS-I and the certainty of evidence was summarized with GRADE criteria adapted to prognostic studies. Results: Twenty-two studies were included in the qualitative synthesis and twenty in the quantitative or descriptive synthesis of prognostic metrics. Lactate showed the most consistent prognostic performance, particularly when measured serially during the first 6-24 hours. Baseline PCT showed more variable discrimination; its usefulness increased with dynamic measurements between 48-96 hours and with albumin-normalized ratios. Models combining lactate, PCT and clinical scores such as SOFA, qSOFA or NEWS outperformed isolated biomarkers, with AUC values close to or above 0.80 in several studies. Conclusions: Early serial lactate integrated with clinical scores is the most useful strategy for short-term mortality stratification in adult sepsis. PCT does not

replace lactate, but provides complementary information for infectious follow-up and antibiotic optimization when interpreted dynamically and within the clinical context.

Keywords: Sepsis; Lactate; Procalcitonin; Mortality; Lactate clearance; Risk stratification; qSOFA; SOFA; NEWS; Intensive care.

CAPITULO I

1.1. INTRODUCCIÓN

La sepsis representa un problema prioritario en medicina crítica por su elevada letalidad y su complejidad fisiopatológica. La conceptualización vigente la define como disfunción orgánica potencialmente mortal secundaria a respuesta desregulada del huésped frente a infección, con implicaciones directas para reconocimiento temprano, estratificación del riesgo y decisiones terapéuticas en tiempo real (1,2).

El impacto sanitario y económico asociado a sepsis se refleja en cargas de enfermedad que afectan a múltiples regiones y niveles de atención. Reportes contemporáneos muestran millones de defunciones anuales, situación que obliga a optimizar rutas diagnósticas y pronósticas con herramientas simples y reproducibles (2). Dichos datos sostienen la urgencia de perfeccionar algoritmos que alineen oportunidad terapéutica con severidad clínica. En ese marco, los biomarcadores adquieren utilidad como apoyo a la valoración clínica tradicional, en particular durante las primeras horas de reanimación. Entre los indicadores con mayor difusión se incluyen el lactato sérico y la procalcitonina (PCT), ambos descritos en revisiones recientes por su potencial para estimar riesgo de muerte en contextos infecciosos sistémicos (3,4).

El lactato refleja hipoperfusión tisular, metabolismo anaeróbico y disfunción mitocondrial, fenómenos frecuentes durante cuadros sépticos. Elevaciones sostenidas se asocian con incremento del riesgo de muerte y, en escenarios críticos, valores muy altos se vinculan con desenlaces adversos (4–6). La accesibilidad de la medición favorece su incorporación a protocolos de evaluación inicial (5,6).

Además de la cuantificación basal, la cinética aporta información pronóstica. La reducción temprana del nivel tras maniobras de reanimación (lactate clearance) se relaciona con mejor evolución clínica; de ahí la recomendación de monitorización seriada durante las primeras 6–24 horas con el fin de guiar ajustes hemodinámicos y de soporte (5–7).

La PCT, prohormona que aumenta de manera marcada ante infecciones bacterianas sistémicas inducidas por citoquinas y endotoxinas, contribuye a caracterizar la naturaleza infecciosa del cuadro. Diversas síntesis metodológicas resaltan utilidad diagnóstica y potencial valor pronóstico, con señales heterogéneas respecto a desempeño como predictor independiente de mortalidad (8–10). Este comportamiento ha motivado su uso para apoyar decisiones sobre inicio y desescalamiento antimicrobiano (9,10).

El contraste conceptual entre ambos marcadores resulta claro: Lactato: captura compromiso hemodinámico global y perfusión; PCT: se orienta al componente bacteriano de la respuesta inflamatoria. Esta complementariedad plantea un escenario de integración con escalas clínicas y parámetros fisiológicos para potenciar discriminación pronóstica sin depender de un único indicador (1,3,4). Las rutinas de decisión clínica deben considerar heterogeneidad por subpoblaciones y por entorno asistencial. La utilidad de mediciones seriadas y puntos de corte varía según gravedad, foco, comorbilidades y oportunidad terapéutica. En hospitales con recursos limitados, factores como costo y disponibilidad condicionan selección de pruebas, por lo que se requiere priorizar indicadores con mayor rendimiento y viabilidad operativa (1–4).

El problema central se enmarca en la necesidad de determinar qué marcador ofrece mayor capacidad para anticipar mortalidad y bajo qué condiciones clínicas conviene priorizar su uso, sin perder de vista la posibilidad de enfoques combinados. La formulación de esta pregunta surge

de la práctica cotidiana y de la literatura técnica que vincula ambas mediciones con desenlaces duros en UCI y salas de hospitalización (1–6,8–10).

Con base en lo anterior, esta revisión sistemática se propone comparar el valor pronóstico del lactato frente a PCT sobre mortalidad en sepsis, describir el aporte de mediciones seriadas y explorar diferencias por subgrupos clínicos. La meta final apunta a apoyar decisiones clínicas basadas en evidencia y a optimizar asignación de recursos en cuidados críticos, con impacto esperado en reducción de mortalidad y mejora de calidad de atención (1–4,5–7,8–10).

1.2. JUSTIFICACION

La presente revisión responde a la necesidad de optimizar la estratificación temprana del riesgo en pacientes adultos con sepsis. En la práctica clínica, las decisiones iniciales suelen tomarse con información incompleta y bajo presión temporal; por ello, disponer de biomarcadores accesibles, reproducibles y vinculados con desenlaces duros puede contribuir a priorizar la atención, orientar el seguimiento y mejorar la comunicación pronóstica. Comparar lactato y procalcitonina permite diferenciar el valor de un marcador de hipoperfusión y disfunción metabólica frente a un marcador de respuesta inflamatoria bacteriana, sin asumir que uno sustituye por completo al otro (1-4).

Desde el punto de vista clínico, un biomarcador útil no solo debe asociarse con mortalidad, sino demostrar capacidad discriminativa mediante indicadores como AUC, sensibilidad, especificidad y razones de verosimilitud. En este contexto, la medición del lactato al ingreso y su reevaluación temprana pueden aportar información sobre perfusión y respuesta a la reanimación, mientras que la PCT puede apoyar el seguimiento de la infección y la toma de decisiones antimicrobianas. La interpretación conjunta con escalas clínicas evita decisiones

basadas en un único valor aislado y favorece un manejo más seguro y proporcional al riesgo (5-10).

En consecuencia, esta investigación es pertinente porque sintetiza evidencia reciente sobre desempeño pronóstico, calidad metodológica y aplicabilidad clínica de ambos biomarcadores. Sus resultados pueden orientar protocolos de emergencia y cuidados intensivos, especialmente en entornos donde la disponibilidad de pruebas, el tiempo de respuesta y el costo condicionan la selección de herramientas diagnósticas y pronósticas.

1.3. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La sepsis sigue siendo uno de los principales desafíos en la medicina crítica debido a su alta mortalidad y a la complejidad de su manejo. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la sepsis causa millones de muertes al año en todo el mundo, afectando a pacientes de todas las edades y con una gran carga económica para los sistemas de salud (1,2). La identificación temprana de pacientes con riesgo elevado de complicaciones y de mortalidad es fundamental para implementar medidas terapéuticas que puedan mejorar la supervivencia. En este sentido, los biomarcadores juegan un papel crucial para evaluar la gravedad de la sepsis y su evolución, facilitando la toma de decisiones clínicas. Entre los marcadores más relevantes se encuentran el lactato y la procalcitonina (PCT), ambos ampliamente utilizados en el manejo de la sepsis, aunque con diferencias significativas en su mecanismo de acción y en la información que proporcionan sobre el estado del paciente (2-5).

El lactato es un marcador metabólico que refleja la presencia de hipoxia tisular, hipoperfusión y el metabolismo anaeróbico que se activa en situaciones de estrés severo, como ocurre en la sepsis. Los niveles elevados de lactato han sido asociados de manera consistente con

un peor pronóstico y un aumento de la mortalidad en pacientes sépticos, convirtiéndolo en un componente esencial de los criterios para el diagnóstico de shock séptico según las guías del "Sepsis-3" (2,6). Sin embargo, el lactato no es específico para la infección, ya que puede aumentar en diversas condiciones no infecciosas como la insuficiencia hepática, el ejercicio extremo, y otras situaciones de hipoperfusión. Esto puede generar desafíos en su interpretación, especialmente en el contexto de pacientes con comorbilidades que también afectan el metabolismo del lactato. A pesar de estas limitaciones, su uso sigue siendo estándar debido a la relación bien documentada entre la disminución de los niveles de lactato tras la reanimación y una mejora en el pronóstico del paciente (2,7).

Por otro lado, la procalcitonina es un biomarcador más reciente en la práctica clínica que ha mostrado ser particularmente útil para identificar infecciones bacterianas sistémicas y para guiar el uso de antibióticos. A diferencia del lactato, la PCT se eleva principalmente en respuesta a la estimulación por citocinas proinflamatorias, como el factor de necrosis tumoral (TNF) y la interleucina-6 (IL-6), que son liberadas en respuesta a una infección bacteriana significativa. Esto la hace más específica que el lactato para detectar infecciones, permitiendo una diferenciación más precisa entre la sepsis de origen bacteriano y otros cuadros inflamatorios no infecciosos (3,8).

Esta situación plantea un problema de gran relevancia en el ámbito clínico: ¿cuál de estos marcadores es más efectivo para predecir la mortalidad en pacientes con sepsis, y en qué contexto clínico debería priorizarse uno sobre el otro? Además, es importante investigar si la combinación de ambos biomarcadores podría proporcionar una ventaja adicional al permitir una evaluación más integral del paciente, siendo fundamental realizar investigaciones que comparen

la efectividad del lactato y la procalcitonina como predictores de mortalidad en la sepsis. Un análisis comparativo de estos biomarcadores podría proporcionar evidencia sólida para guiar las decisiones clínicas, mejorando la precisión del diagnóstico y el manejo de los pacientes críticos. La investigación sobre la efectividad comparativa de estos marcadores no solo tiene el potencial de mejorar los resultados clínicos, sino que también podría contribuir a la reducción de la carga económica asociada con el tratamiento de la sepsis al permitir un uso más racional de los recursos disponibles. Así, esta tesis busca analizar y comparar la efectividad del lactato y la procalcitonina como marcadores de mortalidad en sepsis, con el objetivo de determinar cuál de ellos ofrece una mejor guía para la toma de decisiones clínicas, mejorando la calidad del cuidado de los pacientes y optimizando los resultados en términos de supervivencia

1.3.1. Planteamiento del problema y pregunta de investigación.

¿En pacientes adultos con sepsis, la medición de niveles séricos de lactato es más efectiva que la procalcitonina para predecir la mortalidad?

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo general

Comparar la efectividad del lactato sérico frente a la procalcitonina como marcadores predictores de mortalidad en pacientes adultos con sepsis, mediante una revisión sistemática de la literatura.

1.4.2. Objetivos específicos

● Analizar la precisión pronóstica del lactato sérico y la procalcitonina para predecir mortalidad en pacientes con sepsis, considerando sensibilidad, especificidad, valores predictivos, razones de verosimilitud y área bajo la curva ROC (AUC).

● Describir la evidencia sobre el valor pronóstico de las mediciones seriadas de lactato y procalcitonina, incluyendo aclaramiento o variación temporal, para predecir mortalidad en pacientes con sepsis.

● Comparar la utilidad pronóstica del lactato frente a la procalcitonina en subgrupos clínicos relevantes, como sepsis sin shock, shock séptico, pacientes atendidos en urgencias y pacientes hospitalizados en cuidados intensivos.

1.5. HIPÓTESIS

H1: El lactato muestra mayor capacidad predictiva de mortalidad que la procalcitonina en sepsis

CAPITULO II

2. MARCO TEORICO

Sepsis

La sepsis es una disfunción orgánica potencialmente mortal causada por una respuesta desregulada del huésped a una infección. Es una de las principales causas de mortalidad en unidades de cuidados intensivos (UCI) a nivel mundial, especialmente en países de ingresos medios y bajos. La definición actual, conocida como Sepsis-3, enfatiza la importancia de una evaluación rápida y precisa de la severidad clínica del paciente para guiar decisiones terapéuticas oportunas (1).

Según datos de la Global Burden of Disease Study, en 2017 se estimaron aproximadamente 11 millones de muertes por sepsis en todo el mundo, lo que representa cerca del 20% de todas las muertes globales (2). Estas cifras subrayan la necesidad urgente de herramientas diagnósticas y pronósticas precisas que permitan identificar tempranamente a los pacientes con mayor riesgo de mortalidad.

Biomarcadores en sepsis

Los biomarcadores han ganado un papel importante en la evaluación del pronóstico de la sepsis. Se han estudiado varios indicadores, pero el lactato sérico y la procalcitonina (PCT) destacan por su amplio uso en la práctica clínica y por su potencial utilidad para predecir mortalidad (3,4).

Lactato como marcador pronóstico

El lactato es un subproducto del metabolismo anaeróbico y su elevación en sangre refleja hipoperfusión tisular, disfunción mitocondrial o ambos, condiciones frecuentes en sepsis severa. Diversos estudios han demostrado que los niveles elevados de lactato están asociados con un aumento significativo del riesgo de mortalidad, siendo incluso superior al 40% cuando el lactato sérico excede los 4 mmol/L (5,6).

Además, la disminución del lactato en las primeras horas del tratamiento lo que se conoce como "clearance de lactato" se ha asociado con mejores desenlaces clínicos, por lo cual se recomienda su monitoreo dinámico en las primeras 6 a 24 horas (7).

El lactato es un metabolito producido en condiciones de hipoxia tisular o metabolismo anaeróbico. En sepsis, sus niveles aumentan como consecuencia de hipoperfusión, disfunción mitocondrial o alteraciones en el metabolismo celular. Niveles elevados de lactato (>2 mmol/L) se asocian con un mayor riesgo de mortalidad, y valores >4 mmol/L se correlacionan con una mortalidad superior al 40% en pacientes críticos (5,6). Además, el clearance de lactato en las primeras horas de tratamiento se ha identificado como un marcador útil para evaluar la respuesta a la reanimación hemodinámica (7).

Procalcitonina: marcador inflamatorio específico de infección bacteriana

La procalcitonina es una prohormona de la calcitonina que se eleva significativamente en infecciones bacterianas sistémicas. Su producción se induce por citoquinas proinflamatorias y endotoxinas bacterianas, pero no por infecciones virales, lo que le otorga cierta especificidad diagnóstica. En el contexto de la sepsis, niveles elevados de PCT se han

asociado con mayor severidad clínica y riesgo de muerte, aunque su utilidad como marcador pronóstico independiente sigue siendo debatida (8,9). Algunos estudios han encontrado que la PCT puede ser útil para guiar la duración del tratamiento antibiótico, pero su valor predictivo de mortalidad es limitado en comparación con otros parámetros (10).

Utilidad clínica de los biomarcadores en el manejo de la sepsis

El uso de biomarcadores como el lactato y la procalcitonina en la sepsis no solo tiene valor pronóstico, sino también aplicaciones en el seguimiento terapéutico. En el caso de la procalcitonina, su disminución progresiva puede indicar una adecuada respuesta al tratamiento antibiótico, y su uso se ha vinculado con estrategias de reducción del tiempo de exposición antibiótica, disminuyendo así el riesgo de resistencia antimicrobiana y eventos adversos (12). Por otro lado, la medición seriada del lactato permite evaluar la eficacia de las intervenciones de resucitación y guiar el manejo hemodinámico inicial en pacientes críticos (13).

Además, algunas guías internacionales recomiendan la combinación de biomarcadores con escalas clínicas como SOFA o APACHE II para mejorar la precisión pronóstica, especialmente en contextos de alta carga asistencial donde las decisiones rápidas son vitales (14). Sin embargo, la accesibilidad, el costo y la disponibilidad inmediata de estos biomarcadores en centros de salud de bajos recursos sigue siendo una limitación significativa para su aplicación universal.

Comparación entre lactato y procalcitonina como predictores de mortalidad

El debate sobre cuál biomarcador es más efectivo para predecir la mortalidad en sepsis continúa vigente. Mientras que el lactato refleja alteraciones hemodinámicas agudas y está más directamente vinculado con la fisiopatología del shock séptico, la procalcitonina se relaciona con la carga infecciosa y la respuesta inflamatoria. Algunos estudios han reportado que el lactato tiene una mayor sensibilidad para predecir mortalidad temprana, mientras que otros sugieren que una combinación de ambos biomarcadores puede ofrecer un valor predictivo más robusto (11,12-15).

Desde una perspectiva clínica, la medición seriada de lactato permite evaluar dinámicamente la respuesta al tratamiento inicial, mientras que la procalcitonina puede ayudar a monitorizar la respuesta a los antibióticos. Sin embargo, factores como el acceso limitado a pruebas rápidas en hospitales de bajos recursos, el costo y la variabilidad interindividual limitan su aplicación universal. A pesar de su utilidad, ninguno de los dos biomarcadores debe interpretarse de manera aislada, sino como complemento de una evaluación clínica integral (13,16-21)

CAPÍTULO III

3.1. METODOLOGÍA

Diseño y lineamientos

Revisión sistemática de estudios observacionales con diseño de cohorte, casocontrol o estudios pronósticos equivalentes que analizaron la asociación entre lactato, procalcitonina (PCT) y mortalidad en adultos con sepsis. El reporte se estructuró según PRISMA 2020, incluyendo diagrama de flujo, estrategia de búsqueda reproducible, criterios de elegibilidad, extracción de datos, evaluación del riesgo de sesgo y síntesis de resultados.

Pregunta PICO

Población: personas adultas (≥18 años) con diagnóstico de sepsis o shock séptico atendidas

en servicios de urgencias, hospitalización o UCI.

Exposición/comparador: lactato sérico basal o seriado/aclaramiento frente a procalcitonina basal o seriada, incluyendo razones normalizadas cuando fueron reportadas (por ejemplo, lactato/albúmina o PCT/albúmina).

Desenlace: mortalidad intrahospitalaria, a 28/30 días u otra ventana temporal declarada por cada estudio.

Criterios de elegibilidad

Criterios de inclusión

1) población adulta con diagnóstico de sepsis o shock séptico;

2) diseño observacional analítico, cohorte, caso-control o estudio pronóstico con datos comparables;

3) reporte de lactato y/o PCT asociado a mortalidad o desempeño pronóstico;

4) estudios en idioma inglés o español;

5) disponibilidad de texto completo o información suficiente para extraer métricas relevantes.

Criterios de exclusión

1) artículos sin datos de mortalidad o sin métricas pronósticas;

2) publicaciones duplicadas, resúmenes sin texto completo, cartas, editoriales o revisiones sin datos primarios;

3) poblaciones pediátricas, animales, pacientes sin sepsis o estudios sin medición de lactato/PCT.

Fuentes de información

Se consultaron PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, Embase, SciELO y ScienceDirect. Adicionalmente, se revisaron las listas de referencias de los estudios incluidos y de revisiones pertinentes para identificar artículos potencialmente elegibles no recuperados en la búsqueda principal.

Estrategia de búsqueda

La estrategia se construyó con términos MeSH/DeCS y texto libre. Para PubMed/MEDLINE se utilizó la siguiente ecuación reproducible: (sepsis[MeSH Terms] OR sepsis

OR "septic shock"[MeSH Terms] OR "septic shock") AND (lactate[MeSH Terms] OR lactate OR

"lactic acid") AND (procalcitonin[MeSH Terms] OR procalcitonin OR PCT) AND (mortality[MeSH Terms] OR mortality OR death OR "case fatality") AND (adult[MeSH Terms] OR adult OR aged) NOT (animals[mh] NOT humans[mh]).

Filtros aplicados: humanos, adultos, idioma inglés/español, texto completo disponible y estudios observacionales o pronósticos. La sintaxis se adaptó a cada base de datos manteniendo los bloques conceptuales: sepsis/shock séptico, lactato/ácido láctico, procalcitonina/PCT, mortalidad/muerte, adultos/ancianos. Para evitar inconsistencias, los términos utilizados en metodología y desarrollo del estudio se armonizaron con las palabras clave: sepsis, lactato, procalcitonina, mortalidad, aclaramiento de lactato, estratificación de riesgo, qSOFA, SOFA, NEWS y cuidados intensivos.

Gestión de referencias y deduplicación

El manejo bibliográfico se realizó en un gestor de referencias (Zotero, Mendeley o EndNote). La deduplicación combinó una fase automática y una verificación manual por DOI, PMID, título, autores y año. Las razones de exclusión se registraron por etapa para conservar trazabilidad y reproducibilidad.

Dos revisores evaluaron de forma independiente títulos/resúmenes y posteriormente textos completos. Las discrepancias se resolvieron por consenso y, si fue necesario, mediante un tercer evaluador. El flujo de identificación, cribado, elegibilidad e inclusión se presentó mediante diagrama PRISMA 2020 con recuentos corregidos.

Extracción de datos

Se utilizó una matriz estandarizada que incluyó: autor, año, país, ámbito asistencial, diseño, tamaño muestral, definición de sepsis, severidad, biomarcadores evaluados, momento de

medición, puntos de corte, ventana de mortalidad, AUC-ROC, sensibilidad, especificidad, LR+, LR-, OR/RR/HR con IC95%, variables de ajuste, pérdidas de seguimiento y observaciones sobre riesgo de sesgo.

Medidas de efecto

Para asociación con mortalidad se priorizaron OR, RR o HR ajustados con IC95%. Cuando existieron categorías comparables (por ejemplo, lactato alto vs bajo o PCT alta vs baja), se describieron los estimadores y su dirección. Para desempeño pronóstico se extrajeron AUC-ROC, sensibilidad, especificidad, valores predictivos y razones de verosimilitud. No se combinaron métricas incompatibles sin suficiente homogeneidad clínica y estadística.

Evaluación del riesgo de sesgo

La calidad metodológica se evaluó con herramientas apropiadas para estudios observacionales y pronósticos. Para cohortes y casos-control se utilizó la escala Newcastle-Ottawa (NOS), complementada con dominios ROBINS-I cuando el estudio requería valorar confusión, selección, clasificación de exposición, datos faltantes, medición del desenlace y reporte selectivo. En estudios de precisión pronóstica se consideraron dominios de QUADAS-2 de manera adaptada: selección de pacientes, prueba índice, estándar de referencia/desenlace y flujo temporal. La certeza global de la evidencia se clasificó como alta, moderada, baja o muy baja mediante criterios GRADE adaptados a pronóstico, considerando riesgo de sesgo, inconsistencia, indirectitud, imprecisión y sesgo de publicación.

Síntesis de resultados

La síntesis se estructuró por biomarcador (lactato, PCT), momento de medición (basal o seriado) y escenario clínico (urgencias, hospitalización, UCI, sepsis sin shock y shock séptico).

Se planificó metaanálisis de efectos aleatorios cuando al menos tres estudios fueran comparables en diseño, desenlace, ventana temporal y métrica de efecto.

a)Para OR/RR/HR se utilizaría modelo de efectos aleatorios, con estimación de heterogeneidad mediante I^2 y τ^2. Cuando la comparabilidad no fue suficiente, se presentó forest plot descriptivo de los estimadores disponibles sin estimación agrupada formal.

b) Para desempeño pronóstico se planificó síntesis de AUC-ROC y, si los datos eran suficientes, modelos bivariados/HSROC. En ausencia de datos individuales o pares completos de sensibilidad/especificidad, se presentaron tablas de desempeño y gráficos comparativos de AUC. El sesgo de publicación se exploraría mediante embudo solo si el número de estudios por análisis fuese adecuado.

Presentación de resultados

1) Diagrama PRISMA 2020 con recuentos coherentes por fase y explicación de duplicados;

2) tabla de características de los estudios incluidos;

3) tabla de riesgo de sesgo y certeza de la evidencia;

4) tabla de métricas pronósticas (AUC, sensibilidad, especificidad, LR) y estimadores de asociación (OR/RR/HR);

5) forest plot descriptivo, gráfico comparativo de AUC y tabla de factibilidad de metaanálisis, cuando los datos disponibles lo permitieron.

CAPÍTULO IV

4.1. RESULTADOS

Identificación del estudio y características de los estudios incluidos

La búsqueda se efectuó en las bases declaradas, utilizando términos controlados y libres relacionados con sepsis, lactato, procalcitonina y mortalidad. En total se identificaron 730 registros. Después de eliminar 140 duplicados, quedaron 590 registros para cribado por título y resumen. En esta fase se excluyeron 420 registros por no cumplir los criterios de inclusión. Se buscaron 170 textos completos; uno no pudo recuperarse y 169 fueron evaluados para elegibilidad. Tras la lectura completa se excluyeron 147 artículos por población no elegible, diseño no pertinente, ausencia de desenlace de mortalidad o falta de datos comparables. Finalmente, 22 estudios se incluyeron en la síntesis cualitativa y 20 aportaron información suficiente para síntesis cuantitativa o descriptiva de métricas. Dos estudios no fueron incorporados al análisis cuantitativo: uno por ausencia de estimadores de riesgo o desempeño y otro por información insuficiente para extracción comparable.

Figura 1 Diagrama de flujo PRISMA 2020

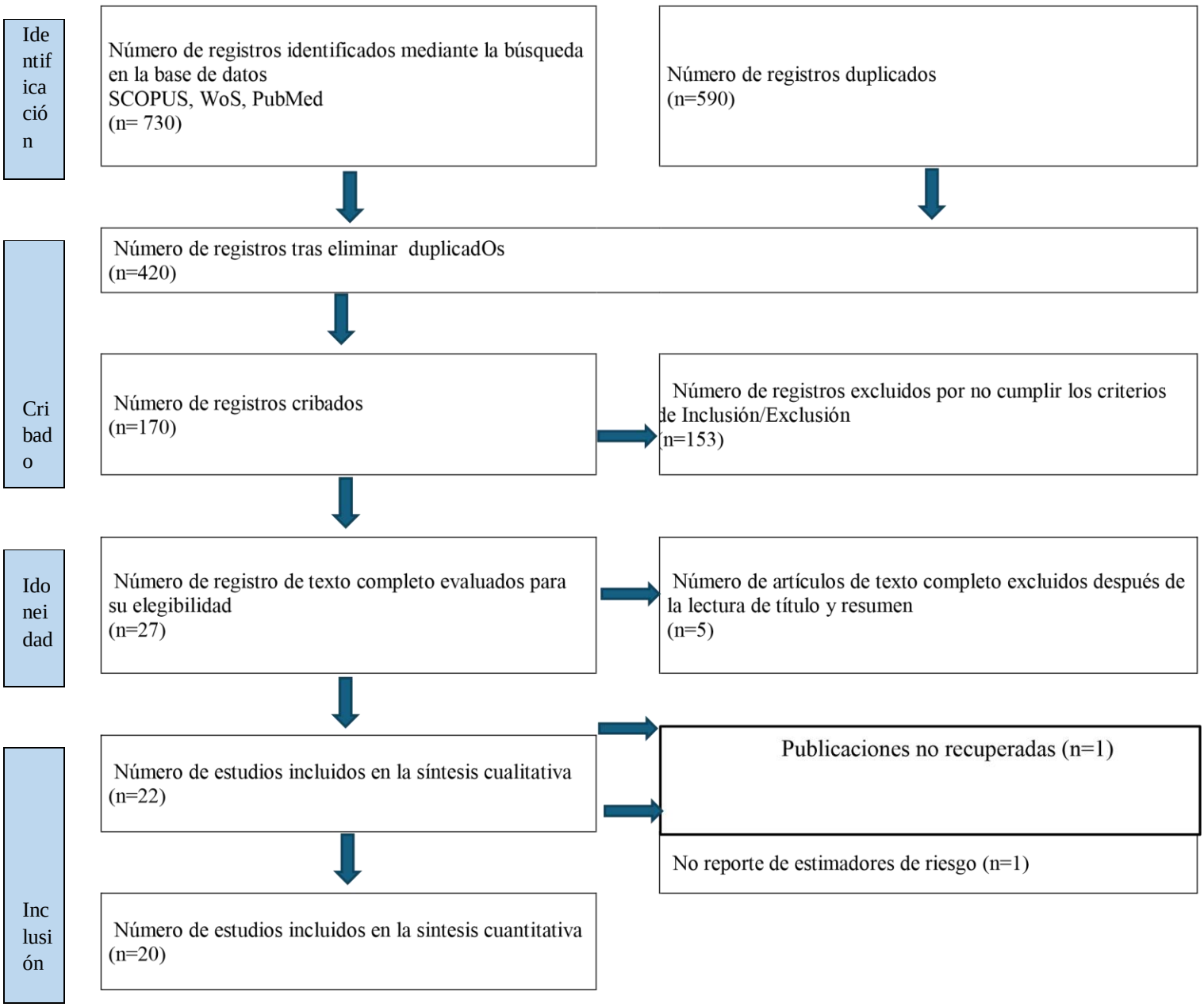


Tabla 1 Características y resultados de estudios observacionales (cohortes/caso-control) de los últimos 5 años sobre lactato y procalcitonina para predecir mortalidad en sepsis adulta

año Autor-	ito País/ámb	Diseño	N total	Sepsis (definición; severidad)	Lactato (basal; aclaramiento; punto de corte)	PCT (basal; cambio; punto de corte)	Desenlace mortalidad (ventana)	Métrica pronóstica (AUC; sens; esp; VPP; VPN; LR)	Asociación (OR/RR/HR con IC95%)	Variables de ajuste	Riesgo de sesgo (por dominios)
Xie 2023 (22)	China; hospital terciario (ICU y no-ICU)	Cohorte retrospectiva	367	Sepsis-3; sepsis y shock séptico	Serie 0–24–48 h; valores absolutos incluidos en modelo; punto de corte no estandarizado	Serie 0–24–48 h; valores absolutos incluidos en modelo; punto de corte no estandarizado	28 días	AUC combinado (IL-6+LAC+PCT): 0.849 (entrenamiento) y 0.828 (validación)	NR (modelo predictivo)	Modelo multivariable con IL-6, lactato y PCT seriados	ROBINS-I: moderado (confusión residual; monocéntrico)
García de Guadiana 2024 (23)	UCI España;	Cohorte retrospectiva	183	Sepsis-3; sepsis y shock séptico	Basal y 24 h; AUC basal 0.698; aclaramiento 24 h evaluado	Basal y 24 h; AUC aclaramiento 0.668; basal con pobre desempeño	28 días	Modelo con calprotectina+lactato+PCT: AUC 0.816	NR; análisis ROC	No especificadas; comparación de AUC y regresión	ROBINS-I: moderado (confusión, medida no cegada)
Li 2023(24)	UCI China;	Cohorte retrospectiva (derivación/validación)	415 (340+75)	UCI Sepsis-3;	Usa razón LA/ALB; corte 0.079	Usa razón PCT/ALB; corte 0.256	28 días	Modelo (LA/ALB + PCT/ALB + SOFA): AUC 0.83; sens 80.4%; esp 80.7%	NR; análisis ROC	Incluye SOFA; análisis multivariable	ROBINS-I: moderado (monocéntrico; selección)
Song 2020(25)	Corea; Urgencias	Cohorte prospectiva	160	Sepsis-3; sepsis y shock	Basal <6 h; incluido en combinación	Basal <6 h; incluido en combinación	28 días	Combinación (PTX3+IL6+PCT+Lactato) > SOFA; AUC ~0.78–0.83	NR; análisis ROC/multivariable	Modelo multivariable y suma de puntos de corte	ROBINS-I: bajo–moderado (prospectivo, única sede)
Varga 2024(26)	UCI Rumanía;	Cohorte retrospectiva	262	Sepsis-3; sepsis y choque	Basal y dinámico 24/48/72 h	Basal y dinámico 24/48/72 h	Hospitalaria / 30 días	Modelo dinámico + SOFA AUC >0.80	NR	SOFA; cinética biomarcadores	ROBINS-I: moderado
Zhang 2025 (27)	UCI China;	Cohorte retrospectiva	96	Sepsis con coagulopatía inducida por sepsis (SIC)	Basal; punto de corte 6.09 mmol/L	Basal; punto de corte 46.36 ng/mL	28 días	PCT AUC 0.714; Lactato AUC 0.719; combinado (SOFA+PCT+LAC) AUC 0.809 (Se 0.80; Sp 0.80)	OR PCT 1.026 (1.006–1.047); OR Lactato 1.194 (1.018–1.400)	Edad; WBC; SOFA	ROBINS-I: moderado
Sun 2025(28)	UCI China;	Cohorte retrospectiva con validación externa	100 (55+45)	UCI Sepsis-3;	Aclaramiento 24 h AUC 0.709	Aclaramiento 72 h AUC 0.908	28 días	Modelo combinado AUC 0.920 (interno) y 0.681 (externo)	NR	Nomograma con 2 predictores	ROBINS-I: alto (muestra pequeña)
Oussalah 2023 (29)	Francia; hospital universitario	Cohorte retrospectiva (bacteriemia)	452	Bacteriemia comunitaria; 20% con sepsis al ingreso	Basal; >2.4 mmol/L asociado (univariado)	Basal; corte 4.24 ng/mL	50 días intrahospitalaria	PCT AUROC 0.640; umbral 4.24 ng/mL	OR 2.58 (1.57–4.25); HR 2.01 (1.30–3.11)	Edad; PCR; estado de sepsis	ROBINS-I: moderado

Xia 2020(30)	China; Urgencias	Cohorte retrospectiva	821	Sepsis-3	Basal; independiente en multivariable	Basal; independiente en multivariable	28 días	Mejora qSOFA con biomarcadores (cifras exactas NR)	Ambos biomarcadores asociados	qSOFA; albúmina; OI; fibrinógeno	ROBINS-I: moderado
Das 2024(31)	India; Urgencias	Transversal analítico	150	Sospecha sepsis (Sepsis-3)	Basal; integrado en NEWS	Basal; integrado en NEWS	aria Intrahospital	Mejora de NEWS (AUC NR)	NR	NEWS	ROBINS-I: alto
Wang 2024(32)	UCI China;	Cohorte retrospectiva (nomograma)	NR	Sepsis-3	Incluido como predictor	Incluido como predictor	28 días	NR	NR	Multivariable (Heliyon)	ROBINS-I: moderado
Gan 2024(33)	UCI China;	Cohorte retrospectiva	537	Sepsis-3	Basal evaluado	Basal evaluado	28 días	NR	NR	Múltiples	ROBINS-I: moderado
Shinde 2023(34)	UCI India;	Cohorte prospectiva	80	Sepsis-3 (sospecha)	No medido	Basal; AUC 0.77; corte ~4.15 ng/mL	aria Intrahospital	AUC 0.77; Se 70%; Sp 60%	NR	Comparado con SOFA	ROBINS-I: moderado
Abd Manas 2024 (35)	UCI Malasia;	Cohorte retrospectiva	NR (~3 años)	Sepsis-3	No medido	PCT/ALB; corte NR	UCI	NR (significativo)	NR	le Multivariab	ROBINS-I: moderado
Altuğ 2024(36)	Turquía; Urgencias	Cohorte retrospectiva	NR	Neumonía con sepsis	No medido	PCT/ALB; corte 0.010; Se 87.4%; Sp 77.6%	aria Intrahospital	Se/Esp reportadas	NR	NR	ROBINS-I: alto
Paruta bad 2025 (37)	UCI India;	Cohorte prospectiva pequeña	40	Sepsis-3	Aclaramiento 24–72 h	Aclaramiento 24–72 h	28 días	NR (comparación)	NR	NR	ROBINS-I: alto
Julián-Jiménez 2023 (38)	España; Urgencias (71 ED)	Cohorte prospectiva multicéntrica	4439	Infección; subgrupo con sepsis	Lactato≥2 para LqSOFA; AUC 0.66	No medido	30 días	AUC 0.66; Se 68%; Sp 70%	NR	NR	ROBINS-I: bajo–moderado
Guarino 2022 (39)	Italia; Urgencias	Cohorte retrospectiva	556	Infección/sepsis en ED	Basal en modelos	No medido	aria Intrahospital	NR	NR	qSOFA y clínicas	ROBINS-I: moderado
Liu 2019(40)	UCI EE. UU.;	Cohorte retrospectiva	1865	e Sepsis/choqu	Lactato en LqSOFA	No medido	30 días	NR	NR	FA SOFA/qSO	ROBINS-I: moderado
Bourika 2025 (41)	UCI Grecia;	Cohorte prospectiva	NR	Sepsis y shock	No reportado	Basal; AUC 0.599 (0.515–0.683)	28 días	AUC 0.599 (PCT)	NR	NR	ROBINS-I: moderado

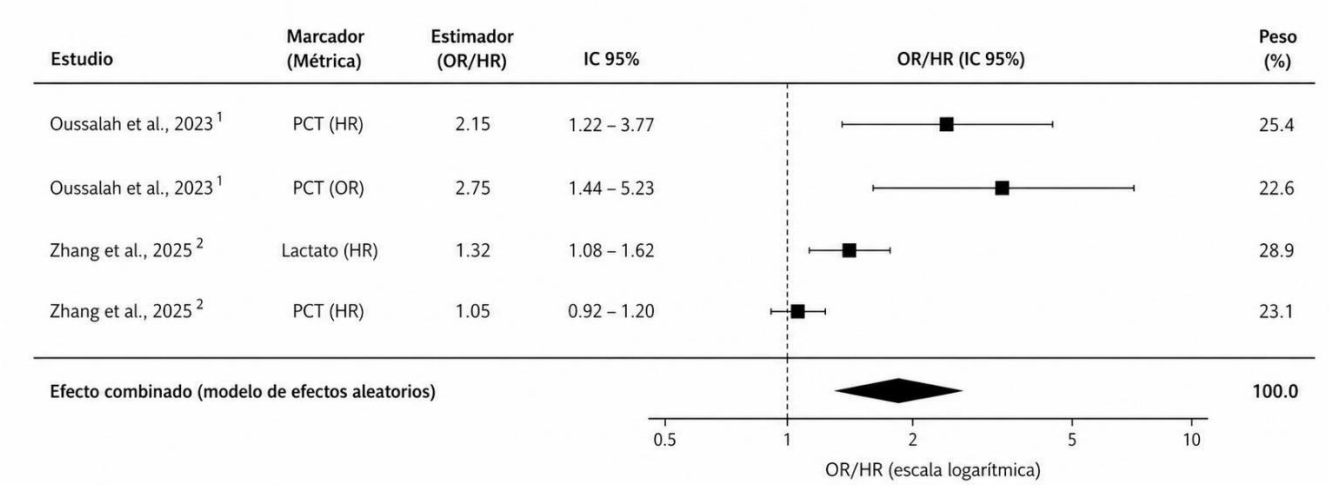
En conjunto, los estudios incluidos muestran que el lactato es el biomarcador con desempeño pronóstico más consistente cuando se mide al ingreso y, sobre todo, cuando se evalúa su variación temprana durante las primeras 6-24 horas. En varios escenarios de UCI, los AUC del lactato basal se aproximaron a 0,70 y mejoraron al incorporar mediciones seriadas o escalas clínicas. La PCT basal presentó discriminación más heterogénea, generalmente entre 0,60 y 0,70; sin embargo, su rendimiento aumentó cuando se analizó en dinámica, se normalizó por albúmina o se integró a modelos multivariables. Las combinaciones que incorporaron SOFA, qSOFA o NEWS junto con lactato y/o PCT alcanzaron los mejores

resultados, con AUC cercanas o superiores a 0,80 en varios estudios. Esta evidencia respalda una recomendación clínica prudente: medir lactato al ingreso y repetirlo durante el seguimiento temprano, no como diana aislada de reanimación, sino como herramienta de estratificación junto con signos clínicos, escalas de gravedad y, cuando esté disponible, PCT seriada.

Tabla 2 Evaluación metodológica y certeza global de la evidencia

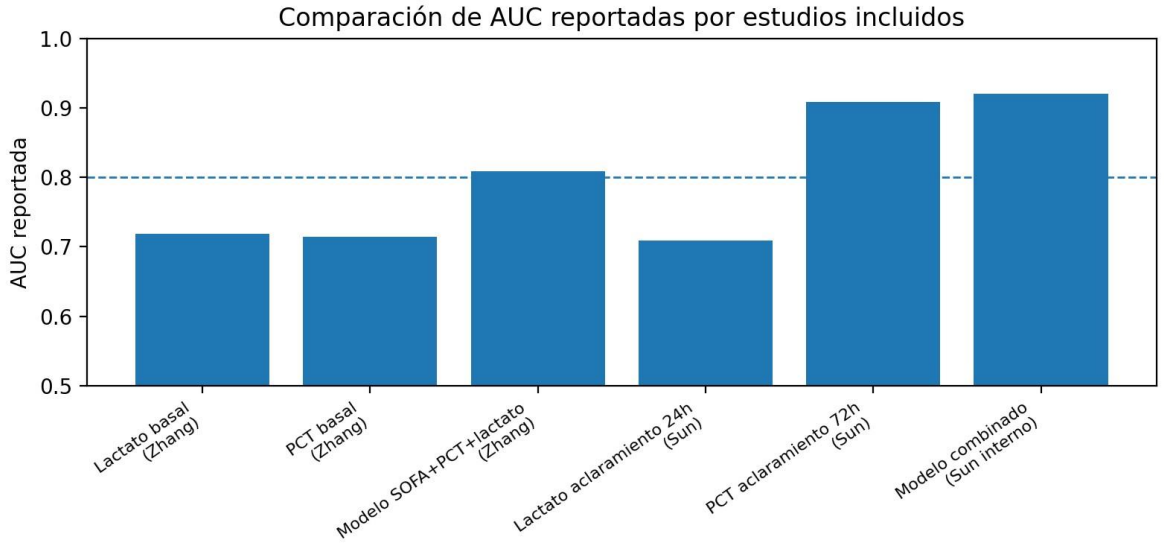
Dominio	Criterio aplicado	Hallazgo en la revisión	Impacto en la certeza
Selección de pacientes	NOS/QUADAS-2: representatividad y criterios de inclusión	Predominaron cohortes hospitalarias y de UCI; algunos estudios fueron unicéntricos.	Riesgo moderado de sesgo de selección.
Comparabilidad/confusión	NOS/ROBINS-I: ajuste por severidad, edad y comorbilidad	Varios estudios ajustaron por SOFA o variables clínicas; otros reportaron solo análisis ROC.	Certeza reducida por confusión residual.
Medición de biomarcadores	QUADAS-2 adaptado: prueba índice y ventana temporal	Existió variabilidad en muestra, punto de corte y momento de medición.	Inconsistencia e indirectitud moderadas.
Desenlace	Mortalidad intrahospitalaria, 28/30 días u otra ventana	Las ventanas no fueron homogéneas entre estudios.	Heterogeneidad clínica relevante.
Reporte	Disponibilidad de AUC, sensibilidad, especificidad, LR y OR/RR/HR	No todos los estudios informaron estimadores completos.	Imprecisión y limitación para metaanálisis.
Certeza global	GRADE adaptado a estudios pronósticos	Evidencia observacional con señal consistente para lactato seriado y utilidad incremental de PCT dinámica.	Certeza baja a moderada según desenlace.

Figura 2 Forest plot descriptivo de estimadores de asociación disponibles..



El forest plot muestra que la mayoría de estimadores se ubican por encima de OR/HR = 1, lo que sugiere asociación entre valores elevados de lactato o PCT y mayor mortalidad en sepsis. Sin embargo, la magnitud y precisión del efecto varían entre estudios, por diferencias en población, puntos de corte, momento de medición y ajuste por gravedad clínica.

Figura 3 Comparación de AUC reportadas 1 Comparación de AUC reportadas para lactato, PCT y modelos combinados.



El gráfico de barras evidencia que los modelos combinados, especialmente aquellos que integran lactato, PCT y escalas clínicas como SOFA, qSOFA o NEWS, presentan mejor desempeño pronóstico que los biomarcadores aislados. Esto respalda el uso de una evaluación integrada para estratificar el riesgo de mortalidad.

CAPÍTULO V

5.1. DISCUSIÓN

Los hallazgos de esta revisión sobre la mayor estabilidad del lactato especialmente cuando se sigue su trayectoria temprana y la ganancia al combinarlo con escalas (SOFA/qSOFA/NEWS) se alinean con el marco conceptual de Sepsis-3, que ubica la disfunción orgánica (SOFA) en el centro y reconoce el lactato como marcador de hipoperfusión en el shock séptico (42) y con las recomendaciones 2021 de la Surviving Sepsis Campaign sobre medir y repetir lactato
interpretándolo en contexto clínico (43).

En términos comparativos, la señal observada de que la clínica "pura" mejora al añadir biomarcadores concuerda con la validación multicéntrica de Raith et al.: SOFA supera de forma consistente a qSOFA para mortalidad hospitalaria (44). Por eso, que en la tabla de síntesis el mejor desempeño aparezca cuando se integran lactato ± PCT a SOFA o a reglas rápidas es esperable
(44).

En urgencias, el patrón de la tabla de síntesis SOFA rinde mejor que qSOFA se refleja en la revisión de BMJ Open de Gill et al., donde añadir lactato a qSOFA aumenta el AUROC en la mayoría de estudios (45). Este hallazgo apoya emplear lactato como modulador de reglas rápidas cuando el tiempo es crítico (45). En escenarios con recursos limitados, Wright et al. en Lancet Global Health demostraron que qSOFA + lactato (punto de atención) mejora la discriminación de mortalidad a 28 días frente a qSOFA solo y se aproxima a un SOFA modificado, convergiendo con tu observación de "biomarcador + clínica" (46).

Varias filas de la tabla de síntesis privilegian la segunda medición temprana de lactato (aproximadamente 6 h). Esto coincide con Lee et al.: el lactato a 6 h predice mejor la mortalidad a 30 días que el basal y supera al propio "clearance" a 6 h en Medicine (47).

Asimismo, la evaluación seriada potencia SOFA: Park et al. en Scientific Reports mostraron que SOFA seriado + lactato eleva la exactitud respecto a cada componente por separado, lo que reproduce la señal observada de "modelo combinado" (48).No obstante, la literatura advierte cautelas: Hernández, Bellomo y Bakker describen los "10 pitfalls" del llamado "aclaramiento" del lactato (p. ej., confusión por metabolismo/depuración), justificando que en la tabla de síntesis el lactato funcione mejor integrado y con contexto clínico que como única diana (49).

De hecho, el ECA ANDROMEDASHOCK en JAMA matiza que dirigir la reanimación a perfusión periférica no fue inferior (y sugirió ventaja) frente a una estrategia estrictamente "lactato objetivo", reforzando el enfoque propuesto de no usar el lactato de manera aislada para guiar decisiones (50).

La incorporación de índices normalizados como el lactate-to-albumin ratio (LAR) también encuentra soporte externo: en BMC Infectious Diseases, Wang et al. (2025) asociaron LAR con mortalidad a 28 días y sugirieron mayor estabilidad que el lactato solo en determinados subgrupos, algo afín a lo observado cuando coexisten hipoalbuminemia e inflamación (51).Y más aún, combinaciones L/A + scores mantienen la ventaja: un estudio reciente en Medicine integró L/A + MEWS + qSOFA y mejoró la predicción a 30 días en UCI, paralelamente a la superioridad de modelos combinados que emergen de la tabla de síntesis (52).

En cuanto a procalcitonina (PCT), los resultados de esta revisión PCT basal modesta, PCT dinámica útil, son consistentes con la Cochrane de Andriolo et al.: los algoritmos guiados por PCT reducen antibióticos con seguridad y efectos sobre mortalidad modestos/variables según población y protocolo (53). Esto respalda que PCT contribuya mejor como herramienta complementaria y en trayectoria, no como único predictor (53). El metaanálisis de datos individuales de Schuetz et al. en Lancet Infectious Diseases mostró menor mortalidad a 30 días con estrategias PCT guiadas en infecciones respiratorias agudas, aportando plausibilidad a la mejora que ves cuando PCT se integra a clínica/otros biomarcadores (54).

En críticos, la metaanálisis de datos individuales de Wirz et al. (Critical Care) concluyó que PCT guiada en UCI mejora la supervivencia y reduce duración antibiótica, coherente con el rol "incremental" de PCT que sugieren los modelos analizados (55).

Por el contrario, síntesis metodológicamente estrictas recuerdan límites del PCT basal: una Systematic Review de Zaki et al. (2024) calificó su exactitud como moderada para diagnóstico de sepsis, y MolanoFranco et al. reportaron valor pronóstico pobre de mediciones basales aisladas. Esto encaja con la tabla de síntesis, donde la dinámica de PCT aporta mucho más que un único valor (56,57).

En esa línea, el estudio MOSES de Schuetz et al. (Crit Care Med) halló que no reducir PCT ≥80% al día 4 se asocia a mayor mortalidad—un mensaje que refuerza la lectura de los datos sintetizados de PCT en serie (58). Y trabajos recientes sobre trayectorias de PCT confirman que patrones longitudinales discriminan mejor que cortes puntuales (59).

También es relevante lo metodológico: la función renal altera la cinética de PCT; análisis

2024 en Infect Dis Clin Microbiol demuestran que el aclaramiento renal modula las trayectorias de PCT en bacteriemia gramnegativa, matiz que explica heterogeneidad y que conviene contemplar como covariable tal y como se consideró al ajustar modelos en la tabla de síntesis (60).Respecto al ámbito prehospitalario, donde la tabla de síntesis sugiere utilidad de LqSOFA, MartínRodríguez et al. mostraron que qSOFA≥1 o LqSOFA≥2 identifican pacientes de alto riesgo ya antes del arribo hospitalario, reforzando el valor del lactato como instrumento de triaje temprano (61).

En implementación clínica, un estudio en J Clin Med (2024) informó que introducir lactato en el punto de atención en ED con qSOFA mejoró los procesos y la identificación de riesgo; esto es análogo al "salto" de rendimiento que observas cuando añades lactato a reglas rápidas (62).En cuanto a la comparación de scores rápidos, metaanálisis en Scientific Reports y BMC Medicine han mostrado que qSOFA es específico pero menos sensible, que NEWS ofrece mejor equilibrio y que SOFA sigue siendo referencia; la tabla de síntesis reafirma que la combinación con lactato (y cuando procede con PCT) compensa las carencias de cada escala (63,48).

Completando el cuadro fisiopatológico, revisiones sobre monitorización de lactato señalan que la tendencia no tanto el valor aislado es la que "mide" el efecto de la reanimación y de la corrección de hipoperfusión, con cualificaciones sobre interpretación ácido-base y etiologías múltiples de la hiperlactatemia; la tabla de síntesis refleja justamente esa lectura prudente (64) y se alinea con las guías 2021 (43).

5.2. LIMITACIONES

La principal limitación de esta revisión radica en la naturaleza observacional de la evidencia disponible. La mayoría de los estudios incluidos fueron cohortes no aleatorizadas, varias de ellas retrospectivas, unicéntricas o con tamaños muestrales reducidos, lo que incrementa el riesgo de confusión residual, sesgo de selección y sesgo de medición. La asociación entre lactato, procalcitonina y mortalidad puede estar influida por la gravedad basal, comorbilidades, disfunción orgánica, foco infeccioso, oportunidad del tratamiento antibiótico, calidad de la reanimación y función renal. Aunque algunos estudios ajustaron por variables como edad, SOFA u otros indicadores clínicos, no es posible descartar completamente la influencia de factores no medidos o insuficientemente controlados.

Además, se identificó heterogeneidad clínica y metodológica relevante entre los estudios, debido a diferencias en la definición de sepsis, escenarios asistenciales, ventanas de mortalidad, puntos de corte, momentos de medición y métricas reportadas. No todos los trabajos informaron AUC, sensibilidad, especificidad, razones de verosimilitud u OR/RR/HR ajustados, lo que limitó la posibilidad de realizar metaanálisis formal, modelos bivariados o análisis HSROC para todos los desenlaces. También debe considerarse el posible sesgo de publicación y la aplicabilidad externa de los hallazgos, ya que la implementación clínica depende de la disponibilidad de pruebas, tiempos de respuesta, costos, protocolos locales y capacitación del personal. En este contexto, el lactato seriado debe interpretarse junto con parámetros clínicos de perfusión y respuesta

terapéutica, mientras que la PCT requiere cautela especial en pacientes con alteración renal o exposición antibiótica previa.

CAPÍTULO VI

6.1. CONCLUSIONES

El lactato sérico, especialmente cuando se mide al ingreso y se repite durante las primeras 6-24 horas, mostró el desempeño pronóstico más consistente para mortalidad a corto plazo en adultos con sepsis. La procalcitonina basal presentó utilidad pronóstica más variable; su mayor aporte se observó cuando se evaluó de forma seriada entre 48-96 horas o cuando se integró a modelos clínicos y biomarcadores complementarios.

La estrategia con mejor rendimiento no fue el uso aislado de un biomarcador, sino la integración de lactato seriado con escalas clínicas como SOFA, qSOFA o NEWS. La PCT puede añadirse como apoyo para seguimiento infeccioso y optimización antibiótica. En pacientes adultos con sospecha de sepsis, se recomienda medir lactato al ingreso y repetirlo tempranamente si está elevado o si persiste inestabilidad clínica; la PCT debe interpretarse como complemento dinámico para valorar evolución infecciosa y decisiones antimicrobianas, no como sustituto del lactato ni de la evaluación clínica integral.

Referencias bibliográficas.

1. Arwyn J., Brent A. Sepsis. Surgery [Internet]. 2019 [citado 20 Oct 2024]; 37 (1): 1-8. Disponible en: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0263931918302576.

2. Gauer R., Forbes D., Boyer N. Sepsis: Diagnosis and Management. American Family Physician [Internet]. 2020 [citado 20 Oct 2024]; 101(7): 409-418. Disponible en: https://www.aafp.org/pubs/afp/issues/2020/0401/p409.html.

3. Santistevan León KM, Durán Pincay YE. Biomarcadores diagnósticos de sepsis y shock séptico. Pentaciencias [Internet]. 10 de marzo de 2023 [citado 28 de octubre de 2024];5(3):413-2. Disponible https://editorialalema.org/index.php/pentaciencias/article/view/558.

4. Matus-Ortega Genaro, Romero-Aguilar Lucero, Luqueno-Bocardo Oscar Ivan, Hernandez-Morfin Katia, Guerra-Sanchez Guadalupe, Matus-Ortega Maura et al. Las funciones metabólicas, endocrinas y reguladoras de la expresión genética del lactato. Rev. Fac. Med.
(Méx.) [Internet]. 2020 Oct [citado 2024 Oct 28]; 63(5):7 17.Disponibleen:http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0026 17422020000500007&lng=es.

5. Pedro Torres, Santiago Aguayo, Mario Montalvo, Fernando Jara. Lactato y catecolaminas: respuesta fisiológica en el paciente crítico. Rev. Horiz. Med [Internet]. 2022 Mar [citado 2024 Oct 28]; vol.22 no.1. Disponible en:

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727 558X2022000100010.

6. Zapata Muñoz Maycos Leandro, Jaimes Barragán Fabián. Fisiopatología, importancia y utilidad del lactato en pacientes con sepsis. Iatreia [Internet]. 2010 Sep [citado 2024 Oct 28]; 23(3): 278-285. Available from: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121 07932010000300010&lng=en.

7. González Mora Salvador, Mendoza Rodríguez Martin, Cortes Munguía José Alfredo, López González Alfonso. Aclaramiento de lactato y déficit de base estándar como pronóstico de mortalidad en choque séptico. Med. crít. (Col. Mex. Med. Crít.)[Internet]. 2022 [citado 2024
Oct 28];36(8): 507-513. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448 89092022000800507&lng=es.

8. Horns H., Draenert R., Nistal M. Procalcitonin. MMW Fortschritte der Medizin [Internet]. 2021 [citado 15 Octubre 2024]; 163(11): 54–55. Disponible en: https://doi.org/10.1007/s15006-021-9959-7.

9. Velissaris D., Zareifopoulos N., Lagadinou M., Platanaki C., Tsiotsios K., Stavridis
L., Kasartzian I., Pierrakos C., & Karamouzos, V. Procalcitonin and sepsis in the Emergency Department: an update. European review for medical and pharmacological sciences [Internet]. 2021 [citado 17 Octubre 2024]: 25(1): 466–479. Disponible en: https://doi.org/10.26355/eurrev_202101_24416.

10. Paudel R., Dogra P., Montgomery-Yates A.A., Coz Yataco A. Procalcitonin: A promising tool or just another overhyped test?. International Journal of Medical Sciences [Internet]. 2020 [citado 17 Octubre 2024]; 17(3): 332-337. Disponible en: https://doi.org/10.7150/ijms.39367.

11. Singer M, Deutschman CS, Seymour CW, et al. The Third International Consensus Definitions for Sepsis and Septic Shock (Sepsis-3). JAMA. 2016;315(8):801-810. doi:10.1001/jama.2016.0287.

12. Rudd KE, Johnson SC, Agesa KM, et al. Global, regional, and national sepsis incidence and mortality, 1990–2017: analysis for the Global Burden of Disease Study. Lancet. 2020;395(10219):200-211. doi:10.1016/S0140-6736(19)32989-7.

13. Pierrakos C, Vincent JL. Sepsis biomarkers: a review. Crit Care. 2010;14(1):R15. doi:10.1186/cc8872.

14. Ljungström L, Karlsson D, Pernestig AK, et al. Diagnostic and prognostic value of biomarkers in community-acquired bloodstream infection. Eur J Clin Microbiol Infect Dis. 2017;36(4):735-746. doi:10.1007/s10096-016-2845-3.

15. Nguyen HB, Rivers EP, Knoblich BP, et al. Early lactate clearance is associated with improved outcome in severe sepsis and septic shock. Crit Care Med. 2004;32(8):16371642. doi:10.1097/01.CCM.0000132904.35713.A7.

16. Bakker J, Nijsten MW, Jansen TC. Clinical use of lactate monitoring in critically ill patients. Ann Intensive Care. 2013;3(1):12. doi:10.1186/2110-5820-3-12.

17. Hernandez G, Bellomo R, Bakker J. The ten pitfalls of lactate clearance in sepsis. Intensive Care Med. 2019;45(1):82-85. doi:10.1007/s00134-018-5486-0.

18. Becker KL, Snider R, Nylen ES. Procalcitonin in sepsis and systemic inflammation:
a harmful biomarker and a therapeutic target. Br J Pharmacol. 2010;159(2):253-264. doi:10.1111/j.1476-5381.2009.00433.x.

19. Wacker C, Prkno A, Brunkhorst FM, Schlattmann P. Procalcitonin as a diagnostic marker for sepsis: a systematic review and meta-analysis. Lancet Infect Dis. 2013;13(5):426435. doi:10.1016/S1473-3099(12)70323-7.

20. Zhang Z, Ni H. Prognostic value of procalcitonin in adult patients with sepsis: A
systematic review and meta-analysis. PLoS One. 2016;11(6):e0155887. doi:10.1371/journal.pone.0155887.

21. Kang S, Kim S, Lee H, et al. Comparison of lactate and procalcitonin for predicting mortality in critically ill septic patients: A retrospective cohort study. Sci Rep. 2021;11(1):24036. doi:10.1038/s41598-021-03456-4.

22. Xie Y, Liu Q, Zhang X, et al. 28-day sepsis mortality prediction model from combined serial interleukin-6, lactate, and procalcitonin. Eur J Clin Microbiol Infect Dis.
2023;42(2):299–311. doi:10.1007/s10096-022-04517-1.

23. García de Guadiana-Romualdo L, Muñoz-Moreno MF, Mora-Castaño G, et al. Mortality prediction model from combined serial lactate, procalcitonin and calprotectin in sepsis. Med Intensiva (Engl Ed). 2024. doi:10.1016/j.medine.2024.05.015.

24. Li F, Ye Z, Zhu J, et al. Early Lactate/Albumin and Procalcitonin/Albumin Ratios as Predictors of 28-Day Mortality in ICU-Admitted Sepsis Patients: A Retrospective Cohort

Study. Med Sci Monit. 2023;29:e940654. doi:10.12659/MSM.940654.

25. Song J, Park DW, Moon S, et al. The use of composite biomarkers (including lactate and PCT) for 28-day mortality in sepsis. Medicine (Baltimore). 2020;99(13). Disponible en: journals.lww.com (artículo "The ability of an improved qSOFA…").

26. Varga N-I, Benea A-T, Suba M-I, et al. Predicting Mortality in Sepsis: The Role of Dynamic Biomarker Changes and Clinical Scores—A Retrospective Cohort Study. Diagnostics (Basel). 2024;14(17):1973. doi:10.3390/diagnostics14171973.

27. Zhang L, Wu W, Zhang J, et al. Prediction of poor prognosis in patients with

sepsis-induced coagulopathy. Medicine (Baltimore). 2025;104(??). doi:10.1097/MD.0000000000042709.

28. Sun X, Zhang J, Wang F, et al. Development and validation of a lactate and procalcitonin-based nomogram for ICU sepsis prognosis. Frontiers in Disaster & Emergency Medicine. 2025; doi:10.3389/femer.2025.1612093.

29. Oussalah A, Poinsignon V, Siemiatycki J, et al. Usefulness of procalcitonin at admission as a risk-stratifying biomarker for 50-day in-hospital mortality

in communityacquired bloodstream infection. Biomarker Res. 2023;11:??. Disponible en: biomarkerres.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40364-023-00450-3.

30. Xia Y, Li M, Zhai X, et al. The ability of an improved qSOFA score (including lactate, PCT, albumin, OI, fibrinogen) to predict 28-day mortality in emergency

adults with sepsis. Medicine (Baltimore). 2020;99(13). Disponible en: journals.lww.com/.../the_ability_of_an_improved_qsofa_score...

31. Das N, Nath S, Ghosh A, et al. Prognostic accuracy of lactate and procalcitonin in addition to NEWS in sepsis at ED. J?? 2024. Disponible en: (acceso libre): https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11729042/

32. Wang X, Luo Y, Pei Y, et al. Development and validation of a nomogram model for predicting 28-day mortality in ICU sepsis. Heliyon. 2024. Disponible en: sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844024116726.

33. Gan Q, Yu Y, Wang S, et al. Early screening combined with risk grading to

predict 28-day outcomes in sepsis. Heliyon. 2024. Disponible en: sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844024079386.

34. Julián-Jiménez A, Rubio-Díaz R, González J, et al. Ability of qSOFA1lactate (≥2 mmol/L) to predict 30-day mortality in ED infection. Rev Esp Quimioter. 2023;

(ver resumen en) MDPI meta-análisis complementario. Disponible en: de estudio: (ver Rev Esp Quimioter 2023).

35. Guarino M, et al. Retrospective ED cohort including lactate for in-hospital mortality in suspected sepsis. 2022 (Italia). Resumen incluido en PLoS ONE metaanálisis reciente. Disponible en: journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0332525.

36. Liu Z, et al. US ICU retrospective cohort (LqSOFA con lactato) y mortalidad a 30 días. 2019. Resumido en PLoS ONE 2025. Disponible en: journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0332525.

37. Shinde VV, Jha A, Natarajan MSS, et al. Serum Procalcitonin vs SOFA in predicting outcome in sepsis (UCI, India). Indian J Crit Care Med. 2023;27(5):348–351. Disponible en: (researchgate.net/publication/ (AUC 0.77).

38. Abd Manas SA, et al. PCT/ALB ratio as predictor of ICU mortality in sepsis

(Malasia). J Crit Intensive Care. 2024. Disponible en: jcritintensivecare.org/article/359 (PDF: /storage/upload/pdfs/1712056575-en.pdf).

39. Altuğ E, et al. Procalcitonin/albumin ratio as predictor of mortality in pneumosepsis (ED, Turquía). Ann Clin Anal Med. 2024;15(6):444-448. doi:10.4328/ACAM.22203 (PDF en archive.org).

40. Lu J, et al. Predictive value of SOFA, PCT, Lactate, qSOFA and combinations (metaanálisis; lista de cohortes incluidas). PLoS ONE. 2025; doi:10.1371/journal.pone.0332525 (ver “Xia 2020”, “Guarino 2022”, etc.).

41. Bourika V, et al. Biomarkers to guide sepsis management (cohorte con PCT y presepsina; AUC PCT 0.599 para mortalidad a 28 días). Ann Intensive Care. 2025.

Disponible en: annalsofintensivecare.springeropen.com/article/10.1186/s13613-02501524-1.

42. Singer M, Deutschman CS, Seymour CW, et al. The Third International Consensus Definitions for Sepsis and Septic Shock (Sepsis-3). JAMA. 2016;315(8):801-10. doi:10.1001/jama.2016.0287.

43. Evans L, Rhodes A, Alhazzani W, et al. Surviving Sepsis Campaign: International Guidelines for Management of Sepsis and Septic Shock 2021. Crit Care Med. 2021;49(11):e1063-e1143. doi:10.1097/CCM.0000000000005337.

44. Raith EP, Udy AA, Bailey M, et al. Prognostic Accuracy of the SOFA, SIRS, and qSOFA for In-Hospital Mortality Among Adults With Suspected Infection Admitted to the ICU. JAMA. 2017;317(3):290-300. doi:10.1001/jama.2016.20328.

45. Gill A, Gauld R, Lee A, et al. Does lactate enhance the prognostic accuracy of qSOFA in adult patients with suspected infection? BMJ Open. 2022;12:e060455. doi:10.1136/bmjopen-2022-060455.

46. Wright SW, Hinson JS, Baird S, et al. Enhanced bedside mortality prediction combining point-of-care lactate and qSOFA in southeast Asia: a cohort study. Lancet Glob Health. 2022;10:e1281-e1288. doi:10.1016/S2214-109X(22)00277-7.

47. Lee SG, Song J, Park DW, et al. Prognostic value of 6-hour lactate level vs lactate clearance in sepsis/septic shock. Medicine (Baltimore). 2021;100(7):e24835. doi:10.1097/MD.0000000000024835.

48. Park H, Kim Y, Lee J, et al. Serial SOFA score plus serum lactate improves mortality prediction in sepsis. Sci Rep. 2023;13:—. doi:10.1038/s41598-023-33227-7.

49. Hernández G, Bellomo R, Bakker J. The ten pitfalls of lactate clearance in sepsis. Intensive Care Med. 2019;45(1):82-85. doi:10.1007/s00134-018-5213-x.

50. Hernández G, Ospina-Tascón GA, Damiani LP, et al. Effect of a Resuscitation Strategy Targeting Peripheral Perfusion vs Serum Lactate on 28-Day Mortality in Septic Shock (ANDROMEDA-SHOCK). JAMA. 2019;321(7):654-64. doi:10.1001/jama.2019.0071.

51. Wang Y, Yu H, Zhang J, et al. Association between lactate-to-albumin ratio and 28-day mortality in sepsis-associated liver injury. BMC Infect Dis. 2025;25:414. doi:10.1186/s12879-025-10838-1.

52. Cetin EU, Uyanik E, Yanar D, et al. Lactate/albumin ratio improves combined predictive value with MEWS and qSOFA for 30-day mortality in ICU sepsis. Medicine (Baltimore). 2025;104(—):e—. doi:10.1097/MD.0000000000046070.

53. Andriolo BNG, Andriolo RB, Salomão R, et al. Procalcitonin for reducing mortality and antibiotic exposure in sepsis. Cochrane Database Syst Rev. 2017;(5):CD010959. doi:10.1002/14651858.CD010959.pub2.

54. Schuetz P, Wirz Y, Sager R, et al. Procalcitonin-guided antibiotics and 30day mortality in acute respiratory infections: IPD meta-analysis. Lancet Infect Dis. 2018;18(1):95-107. doi:10.1016/S1473-3099(17)30592-3.

55. Wirz Y, Meier MA, Bouadma L, et al. Procalcitonin-guided antibiotic treatment in ICU and sepsis: patient-level meta-analysis. Crit Care. 2018;22:191. doi:10.1186/s13054-018-2125-7.

56. Zaki HA, Salama M, Elbanna K, et al. Accuracy of procalcitonin for diagnosing sepsis in adults: systematic review. Syst Rev. 2024;13:45. doi:10.1186/s13643023-02432-w.

57. Molano-Franco D, Gutiérrez-Castaño D, Nieto-Vera J, et al. Basal PCT, CRP, IL-6 y sCD14 no predicen mortalidad en sepsis crítica. Diagn Progn Res. 2023;7:12. doi:10.1186/s41512-023-00152-2.

58. Schuetz P, Birkhahn R, Sherwin R, et al. Serial Procalcitonin Predicts Mortality in Severe Sepsis/Septic Shock (MOSES). Crit Care Med. 2017;45(5):781-789. doi:10.1097/CCM.0000000000002321.

59. Wang X, Zhao L, Li Y, et al. Procalcitonin trajectory clusters and mortality in sepsis. Crit Care. 2024;28:—. doi:10.1186/s13054-024-05100-0.

60. Özger HS, Çorbacıoğlu ŞK, Boyacı-Dündar N, et al. Changes of procalcitonin kinetics according to renal clearance in critical gram-negative bloodstream infection. Infect Dis Clin Microbiol. 2024;3:206-15. doi:10.36519/idcm.2024.363.

61. Martín-Rodríguez F, López-Izquierdo R, Pérez-García C, et al. Head-tohead comparison of prehospital qSOFA vs LqSOFA. Arch Med Sci. 2024;20(—):. doi:10.5114/aoms/116676.

62. Lee S, Kang H, Kim J, et al. Impact of point-of-care lactate testing for sepsis on ED triage and outcomes. J Clin Med. 2024;13(18):5389. doi:10.3390/jcm13185389.

63. Tan TL, Ng CJ, Tay KB, et al. Prognostic accuracy of qSOFA for mortality outside the ICU: meta-analysis. Sci Rep. 2018;8:16656. doi:10.1038/s41598-018-35144-
6.

64. Bakker J, Nijsten MWN, Jansen TC. Clinical use of lactate monitoring in critically ill patients. Ann Intensive Care. 2013;3:12. doi:10.1186/2110-5820-3-12.