



**Universidad  
Europea VALENCIA**

*TRABAJO FIN DE MÁSTER*

*URGENCIAS, EMERGENCIAS Y CRÍTICOS EN ENFERMERÍA*

**EVIDENCIAS SOBRE LA UTILIDAD DE LA  
DETERMINACIÓN DE LACTATO EN EL MEDIO  
PREHOSPITALARIO: REVISIÓN  
SISTEMATIZADA**

*Dña. ALBA CEREZO BELENGUER*

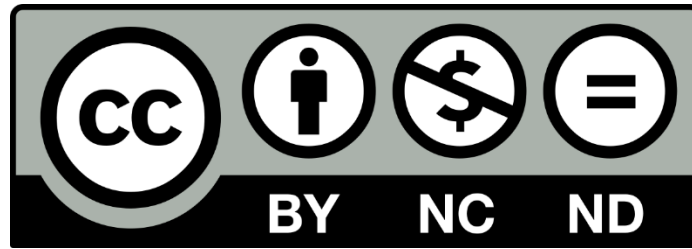
*Dr. JOSE VICENTE CARMONA SIMARRO*

*VALENCIA, SPAIN 2023*



## **DERECHOS DE AUTORÍA DEL TRABAJO**

El presente documento se presenta bajo licencia Creative Commons 3.0 de uso abierto, con reconocimiento de autoría (BY), reconocimiento no comercial (NC) y sin obra derivada (ND).



## **RESUMEN**

**OJETIVOS.** El objetivo general fue evidenciar la utilización del lactato como biomarcador en el ámbito prehospitalario para la detección precoz de alteraciones/enfermedades. Los objetivos específicos fueron: describir aquellas enfermedades/alteraciones que se asocian a niveles de lactato anormales, comprendidas en los artículos revisados, describir la relación del lactato con la mortalidad y, determinar si se explicita formación de personal, en el ámbito prehospitalario de cara a valorar biomarcadores de interés clínico.

**METODOLOGÍA.** Revisión sistemática de la bibliografía científica en español e inglés de estudios potencialmente relevantes publicados en los últimos 5 años. Se realizó una búsqueda sistemática —estrategia de búsqueda— en las bases de datos Pubmed Medline, Ebsco Cinahl, y Medline OVID de acuerdo con un plan metodológico de protocolo y registro según las recomendaciones PRISMA ®. A partir de ello, en base a un diagrama de flujo según PRISMA ® se procedió a la lectura crítica con la escala CASPe ®.

**RESULTADOS.** Se analizaron 16 artículos científicos. Todos los estudios convergían en la medición del lactato como biomarcador prehospitalario. No obstante, ocho de los documentos centraron su utilización en pacientes con sepsis, cuatro en trauma, dos en neumonía y uno en shock hemorrágico posparto.

**CONCLUSIONES.** La utilidad del lactato se centra en la estratificación de riesgo en sepsis y traumatismos. Así, este biomarcador comúnmente empleado durante la reanimación y para predecir mortalidad, también sirve como valor útil en sepsis, inflamación e infección o para la necesidad de administración de hemoderivados.

### **PALABRAS CLAVE (MeSH)**

Lactato. Servicio de emergencia. Hiperlactatemia.

## **RESUM**

**OBJECTIUS.** L'objectiu general va ser evidenciar la utilització del lactat com marcador biològic en l'àmbit prehospitalari per a la detecció precoç d'alteracions/malalties. Els objectius específics van ser: descriure aquelles malalties/alteracions que s'associen a nivells de lactat anormals, compreses en els articles revisats, descriure la relació del lactat amb la mortalitat i, determinar si s'explicita formació de personal, en l'àmbit prehospitalari de cara a valorar \*biomarcadores d'interés clínic.

**METODOLOGÍA.** Revisió sistemàtica de la bibliografia científica en espanyol i anglés d'estudis potencialment rellevants publicats en els últims 5 anys. Es va realitzar una cerca sistemàtica —estratègia de cerca— en les bases de dades \*Pubmed \*Medline, \*Ebsco \*Cinahl, i \*Medline \*OVID d'acord amb un pla metodològic de protocol i registre segons les recomanacions PRISMA ®. A partir d'això, sobre la base d'un diagrama de flux segons PRISMA ® es va procedir a la lectura crítica amb l'escala CASP ®.

**RESULTATS.** Es van analitzar 16 articles científics. Tots els estudis convergien en el mesurament del lactat com biomarcador prehospitalari. No obstant això, huit dels documents van centrar la seua utilització en pacients amb sèpsies, quatre en trauma, dos en pneumònia i un en xoc hemorràgic postpart.

**CONCLUSIONS.** La utilitat del lactat se centra en l'estratificació de risc en sèpsia i traumatismes. Així, aquest marcador biològic comunament emprat durant la reanimació i per a predir mortalitat, també serveix com a valor útil en sèpsia, inflamació i infecció o per a la necessitat d'administració d'hemoderivats.

## **PARAULES CLAU (\*MeSH)**

**Lactat. Servei d'emergència. Hiperlactatemia.**

## **ABSTRACT**

**OBJECTIVES.** The overall objective was to demonstrate the use of lactate as a biomarker in the pre-hospital field for the early detection of disorders/diseases. The specific objectives were: to describe those diseases/alterations that are associated with abnormal lactate levels contained in the articles looked through, to describe the connection of lactate with mortality and, to determine whether staff training is explicit in the pre-hospital setting for assessing biomarkers of clinical interest.

**METHODOLOGY.** Systematic review of the scientific literature in spanish and english with potential relevant studies published in the last 5 years. A systematic search was carried out — search strategy— on the databases Pubmed Medline, Ebsco Cinahl, and Medline OVID according to a methodological protocol and register plan in light of PRISMA ® recommendations. On that basis, relying on a flowchart according to PRISMA ®, a critical reading with the CASPe escale was proceeded.

**RESULTS.** 16 scientific papers were analyzed. All studies converged on the measurement of lactate as a pre-hospital biomarker. However, eight of the documents focused on patients with sepsis, four in trauma, two in pneumonia and one in postpartum hemorrhagic shock.

**DISCUSSION.** The utility of lactate focuses on the risk stratification in sepsis and trauma. Thus, this biomarker commonly used during resuscitation and to predict mortality, it also serves as a useful value in sepsis, inflammation and infection or for the need of administrating hemoderivatives.

### **KEYWORDS (MeSH).**

Lactate. Emergency service. Hyperlactatemia.



## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	9
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	9
<b>El descubrimiento del ácido láctico.</b> .....	9
<b>El ácido láctico como marcador biológico</b> .....	9
<b>Utilidad clínica de la medición del lactato como predictor de mortalidad.</b> .....	10
<b>OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN Y JUSTIFICACIÓN</b> .....	12
<b>MATERIAL Y MÉTODO</b> .....	13
<b>RESULTADOS</b> .....	15
<b>DIAGRAMA DE FLUJO según PRISMA ® (Fig 1 “Diagrama de flujo”)</b> .....	7
<b>DESCRIPTIVO DE PARÁMETROS DE LA TABLA (Fig 2 “Tabla general de resultados”)</b> .....	8
<b>DISCUSIÓN</b> .....	9
<b>CONCLUSIONES</b> .....	11
<b>LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	12
<b>LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN FUTURAS</b> .....	12
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	13



## INTRODUCCIÓN

El sistema de emergencias médico (SEM) constituye una de las prestaciones incluidas en el Sistema Sanitario Español (SSE) y el cual se encarga de la atención sanitaria de emergencia en el medio extrahospitalario. Este servicio está preparado para la atención de aquellos incidentes o eventos inesperados que tienen como consecuencia importantes daños y perjuicios para la salud de aquellas personas afectadas, de tal manera que presentan un elevado riesgo de morbimortalidad.

Actualmente, en el medio prehospitalario, se están ejecutando una serie de actuaciones de emergencia homologadas con el fin de rescatar la vida de la persona afectada y estabilizarla, por lo menos, hasta la llegada al hospital, el cual ofrece una continuidad de los cuidados mediante los servicios de Urgencias y de la Unidad de cuidados Intensivos (UCI). Las actuaciones del SEM son más limitadas que las que pudieran realizarse en el medio hospitalario debido a que los recursos materiales y temporales de los que dispone el transporte medicalizado son más escasos.

Dentro de las actuaciones extrahospitalarias que el SEM tiene posibilidad de aplicar y que podría resultar interesante como predictor de morbimortalidad de los pacientes en el medio prehospitalario, sería la medición de ácido láctico en aquellos pacientes afectados por cualquier evento adverso que pudiera generar cualquier daño a nivel orgánico que desencadenara una isquemia generalizada o mala perfusión de los tejidos, siendo este un predictor de mortalidad debido a la información que aporta sobre el daño tisular.

## MARCO TEÓRICO

### **El descubrimiento del ácido láctico.**

El ácido láctico fue descubierto en la leche putrefacta por el químico suizo Karl Wilhelm Scheele en 1780. Más tarde, en 1843, Johann Joseph Scherer demostró la presencia de ácido láctico en sangre humana bajo condiciones patológicas<sup>1</sup>.

### **El ácido láctico como marcador biológico.**

Actualmente existe un creciente cuerpo de literatura que establece la utilidad clínica de los biomarcadores como indicadores diagnósticos, terapéuticos y pronósticos en el tratamiento de pacientes. En consecuencia, se procede a una monitorización dinámica de los niveles de lactato en sangre. Así, el aclaramiento de lactato —un sustituto de la magnitud y duración de la hipoxia tisular— se define como el porcentaje de cambio en el nivel de este después de seis horas desde una medición inicial. Se calcula usando la siguiente fórmula<sup>2</sup>:

**Aclaramiento de Lactato = (Lactato Inicial - Lactato a las 6 horas) / Lactato Inicial x 100.**

El paciente crítico es la expresión de la disrupción de la homeostasis cuyo equilibrio interno y la integridad de los sistemas falla por distintas causas que, al final, producen lesión tisular; su expresión más elocuente es el síndrome de disfunción multiorgánica que puede ser reversible o irreversible dependiendo de la severidad, rapidez del diagnóstico e instauración del tratamiento. Es lógico entender que es indispensable disponer de herramientas sensibles y específicas que permitan la identificación precoz de la disrupción de la homeostasis. En esta búsqueda de herramientas surge el lactato, inicialmente ligado al concepto de hipoperfusión tisular, y visto como producto de desecho del metabolismo anaerobio. Este concepto es extremadamente simplista. Por ello, es mejor hablar de equilibrio reversible del lactato y entender que existen diferentes factores que favorecen la conversión de piruvato a lactato: disfunción de la microcirculación, exceso de glicólisis que excede a la capacidad de acción de la piruvato deshidrogenasa (causado por el incremento de la actividad del sistema beta-adrenérgico, incremento de la liberación de citoquinas y acumulación de leucocitos en el sitio de la infección), disminución de la actividad de la piruvato deshidrogenasa y, finalmente, disfunción mitocondrial que impide la incorporación al ciclo de Krebs como acontece en la sepsis o en la toxicidad por fármacos<sup>3</sup>.

Dicho esto, los términos lactato y ácido láctico a menudo se usan indistintamente, pero, el lactato (componente medido en sangre) es estrictamente una base débil mientras que, el ácido láctico, es el ácido correspondiente. La acidosis láctica se usa clínicamente para describir niveles elevados de lactato, pero, debería reservarse su terminología para aquellos casos en que existe una acidosis correspondiente (pH <7.35)<sup>4</sup>.

### **Utilidad clínica de la medición del lactato como predictor de mortalidad.**

El lactato es un metabolito de la glucosa producido por los tejidos corporales en condiciones de suministro insuficiente de oxígeno. Si bien la hipoperfusión/hipoxia (sepsis y shock séptico, shock cardiogénico/obstructivo/hemorrágico, parada cardíaca, trauma, convulsiones, exceso de actividad muscular, isquemia regional, quemaduras e inhalación de humo, cetoacidosis diabética, déficit de tiamina, cáncer, disfunción hepática, errores innatos del metabolismo, agentes farmacológicos y toxinas, metformina o alcohol) es la causa más común de elevación, existen muchas otras etiologías o factores contribuyentes (aumento de su producción, descenso del aclaramiento o una combinación de ambas causas). El uso de este metabolito como herramienta de pronóstico clínico fue sugerido por primera vez en 1964 por Broder y Weil cuando observaron que un exceso o hiperlactatemia (mayor a 4 mmol/L) se asociaba a una alta mortalidad<sup>5</sup>.

El lactato es producido por la mayoría de los tejidos del cuerpo humano —siendo el nivel más alto de producción localizado en el músculo esquelético, cerebro, intestino y eritrocitos— tras ser un producto final de la glucólisis que ingresa en la ruta de la gluconeogénesis en condiciones aerobias —condiciones normales—. El metabolismo aeróbico convierte el piruvato —a través del ciclo del ácido cítrico— generando 38 moléculas de ATP. La enzima *piruvato deshidrogenasa* es la que facilita este proceso, junto al oxígeno y la glucosa, además del funcionamiento de las mitocondrias. En el caso de que el oxígeno sea deficiente, el metabolismo anaeróbico no logra convertir el piruvato en acetil-CoA a través del ciclo del ácido cítrico, generándose ATP y dos moléculas de lactato, mediante la conversión de piruvato en lactato utilizando la enzima *lactato deshidrogenasa*<sup>6</sup>.

En condiciones normales, se elimina a través del hígado y, una menor cantidad de aclaramiento adicional por los riñones. Sin embargo, en condiciones aerobias el piruvato que se produce a través de la glucólisis ingresa en el ciclo de Krebs evitando en gran medida la producción de lactato<sup>7</sup>.

El valor de la concentración de lactato en sangre establecida en la mayoría de los estudios tiene como punto de corte 2-2,5 mmol/L<sup>8</sup>. Sin embargo, en pacientes en estado crítico, el lactato suele presentar niveles altos de más de 2 mmol/L.

Los valores de lactato venoso periférico están altamente correlacionados con los niveles de lactato en sangre arterial, estableciendo así que cualquiera de los dos métodos puede ser utilizado<sup>9</sup>. En general, las muestras deben ser procesadas dentro de los 15 a 30 minutos para, así, evitar niveles de lactato falsamente elevados (y deberían de mantenerse en hielo en caso de ser procesadas más tarde)<sup>10</sup>.

Cualquier forma de shock o hipoperfusión inducirá una elevación de lactato si bien, pueden existir otras causas independientemente del estado de shock. Así pues, el shock séptico está asociado con una disfunción macro circulatoria que eleva los niveles de lactato de forma que, este valor podría ser útil como punto final para la reanimación en pacientes con sepsis y shock séptico<sup>11</sup>.

En el caso de pacientes con sospecha de padecer sepsis, la medición de los niveles de lactato proporciona información útil sobre la gravedad, y permite monitorizar el avance de la enfermedad<sup>12</sup>. Los niveles altos de lactato están asociados a resultados adversos en enfermedades críticas, siendo predictores de mortalidad de un gran número de ellas. Las tendencias en la concentración de lactato a lo largo del tiempo, tanto a nivel prehospitalario como hospitalario, reflejan la respuesta clínica de los pacientes a su terapéutica, ya sea reanimación y/o intervención quirúrgica<sup>13</sup>.

En individuos sanos, hay un ciclo continuo del metabolismo de lactato que asegura que las concentraciones de lactato en sangre sean normalmente bajas. Las concentraciones de lactato en sangre más altas ocurren por diferentes causas: cuando la producción de lactato excede el aclaramiento, cuando la capacidad de aclaramiento disminuye o cuando ambos ocurren simultáneamente<sup>14</sup> —el más frecuente—.

En definitiva, en el ámbito asistencial de urgencias y emergencias este biomarcador objeto de estudio es vital en tanto que nos proporciona información que se asocia, de forma independiente, con la tasa de mortalidad en pacientes críticos; tanto el promedio de lactato ponderado como el cambio de lactato en las primeras 24 horas<sup>15,16</sup>. Incluso el lactato sérico ha demostrado ser un indicador de mortalidad por disfunción orgánica y shock en pacientes con sepsis grave atendidos en el ámbito prehospitalario<sup>17</sup>. En pacientes hospitalizados, el aumento de lactato también ha indicado una alta mortalidad, ventilación mecánica, requerimiento de drogas vasoactivas e incidencia de ingreso en la unidad de críticos<sup>18,19</sup>.

## **OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN Y JUSTIFICACIÓN.**

El propósito de esta investigación consiste en concienciar sobre la importancia de la medición de lactato como predictor de gravedad/mortalidad en el medio prehospitalario por parte del personal de enfermería de emergencias.

Dada la situación de gravedad que se genera en las emergencias extrahospitalarias debido a los daños causados, el riesgo de pérdida vital o de la salud, y el factor del tiempo como atenuante, nace la necesidad de la aplicación de aquellas medidas cuyo fin sea el estabilizar, salvar y priorizar recursos en el medio prehospitalario. Aquellos valores que orienten sobre el pronóstico de la persona afectada ayudarán a optimizar las acciones que se llevan a cabo. Un marcador biológico como es la determinación de lactato, que es sencillo de obtener y rápido, resulta fundamental en aquellos casos pertinentes en los cuales hay sospecha de falta de O<sub>2</sub> en los tejidos. Además de resultar útil para validar la eficacia de la actuación. Por ello, se considera un buen pronosticador de morbimortalidad.

El objetivo general de esta investigación se ha desarrollado mediante la elaboración de la técnica “Pregunta PICO”, de manera que se ha desarrollado de la siguiente manera:

El objetivo del presente estudio fue evidenciar la utilización del lactato como biomarcador (O), en el ámbito prehospitalario (P) para la detección precoz de alteraciones/enfermedades (I) frente al ámbito hospitalario (C).

Los objetivos específicos que se han desarrollado para esta investigación son:

1. Determinar si la medición de lactato en el medio prehospitalario es un medidor útil para valorar la mortalidad hospitalaria.
2. Valorar la efectividad de las determinaciones de lactato sérico como marcador biológico temporal que oriente sobre evolución del estado del paciente.
3. Establecer la concordancia entre la medición de lactato venoso frente al nivel de lactato arterial.

## **MATERIAL Y MÉTODO.**

Para poder llevar a cabo la revisión de la literatura científica de este proyecto primero tuvo lugar la selección del tema. Previa a la selección del tema, se plantearon un par de propuestas de las cuales se valoraron la viabilidad, la riqueza del contenido teórico existente, el factor novedad y que fueran una fuente de interés y motivación personal. Una vez seleccionado el tema de la investigación, pasó a desarrollarse el propósito de la investigación, el objetivo general y los objetivos específicos. A continuación, se plantearon las palabras claves que permitirían realizar las búsquedas bibliográficas en las diferentes bases de datos.

La metodología empleada para la realización de este estudio consiste en una revisión bibliográfica de tipo sistematizado (RS) que se basan en una búsqueda de información científica mediante métodos sistematizados que permiten la obtención de información fiable y de calidad, la cual posea validez científica. De esta manera, se asegura la rigurosidad y fiabilidad del estudio.

El objetivo en estas búsquedas bibliográficas ha sido encontrar información relevante, con evidencia científica y novedosa. Para ello, se han utilizado las palabras claves en las búsquedas, descriptores y filtros de búsqueda avanzada que permitieran encontrar la información deseada.

Tras detectar escepticismo entre los equipos asistenciales prehospitalarios respecto a la utilización del lactato como biomarcador sanguíneo de utilidad diagnóstica, terapéutica, y pronóstica, se elaboró un protocolo de búsqueda y revisión.

Siguiendo el protocolo, se realizó una búsqueda o revisión sistemáticas (RS) —estrategia de búsqueda apropiada a cada fuente científica (Tabla 1) — en las bases de datos MEDLINE® vía Pubmed®, CINAHL® vía EBSCOhost® y MEDLINE® vía Ovid®, en la que se incluyeron los descriptores MESH “Lactate” —como término libre en el título y el resumen— que, a su vez, se completó con la palabra clave “Emergency Services” y el operador booleano —AND—. Se elaboró un plan metodológico —protocolo y registro— referente al proceso de búsqueda, selección y análisis crítico cualitativo de los estudios siguiendo las recomendaciones del protocolo Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA

®)<sup>20</sup>. El protocolo se registró en PROSPERO<sup>21</sup> con el respectivo número de registro (pendiente de revisión por pares).

**Tabla 1. Estrategia de búsqueda**

Base de datos	Estrategia de búsqueda
PUBMED ® MÉDLINE	
EBSCO ® CINAHL	<i>"Lactate AND Emergency Services"</i>
MEDLINE ® OVID	

Se preestablecieron los límites o criterios de inclusión y exclusión de la selección de estudios, de forma explícita, reproducibles y determinados por los objetivos de la revisión sistemática —criterios de elegibilidad—. Se incluyeron las investigaciones que cumplieran los siguientes criterios: ensayos clínicos, revisiones sistemáticas de alto nivel de evidencia y estudios analíticos de cohortes publicados entre 2014 y 2022 —dinámica de búsqueda— en los que, principalmente, se utilizaba la determinación del lactato por el equipo sanitario prehospitalario. Entre los artículos obtenidos, se seleccionaron exclusivamente aquellos publicados en idioma español y/o inglés. Se excluyeron los artículos que no cumplieran alguno de los criterios de inclusión anteriormente citados.

La selección de los documentos, variables y calidad metodológica se realizó con la evaluación independiente de las referencias bibliográficas obtenidas. Tras el cribado según el título y resumen, se procedió a leer a texto completo aquellos artículos que cumplieran los criterios de inclusión. Se consultaron fuentes de información primarias y secundarias, realizando búsquedas sistemáticas y exhaustivas con restricción de idioma en las bases de datos citadas en la *Tabla 1*.

La selección de estudios apoyándose en el diagrama de flujo se llevó a cabo una vez realizado el proceso de identificación de los artículos. En primer lugar, se procedió a un cribado en donde se eliminaron los documentos duplicados, a continuación, y tras la lectura del título y el resumen, se valoró su idoneidad según los criterios de selección; resultando los artículos incluidos finalmente. Se valoró la calidad de la evidencia según la herramienta Scottish Intercollegiate Guidelines Network (SIGN)<sup>22</sup> y una lectura crítica mediante la plantilla CASPe<sup>23</sup> para revisiones sistemáticas.

El proceso de extracción de los datos —variables— se realizó de forma independiente durante la fase de lectura crítica, recopilándose en una tabla Microsoft Word® previamente elaborada con el fin de crear un listado de las variables de interés: autor, año de publicación, idioma, tipología, nivel de evidencia científica, idioma, lectura crítica, si el lactato era empleado en el ámbito prehospitalario y, en caso de ser requerido su valor en la asistencia sanitaria extrahospitalaria, con qué alteraciones/enfermedades se vinculaban los niveles elevados —mayores a 2-2´5 mmol/L).

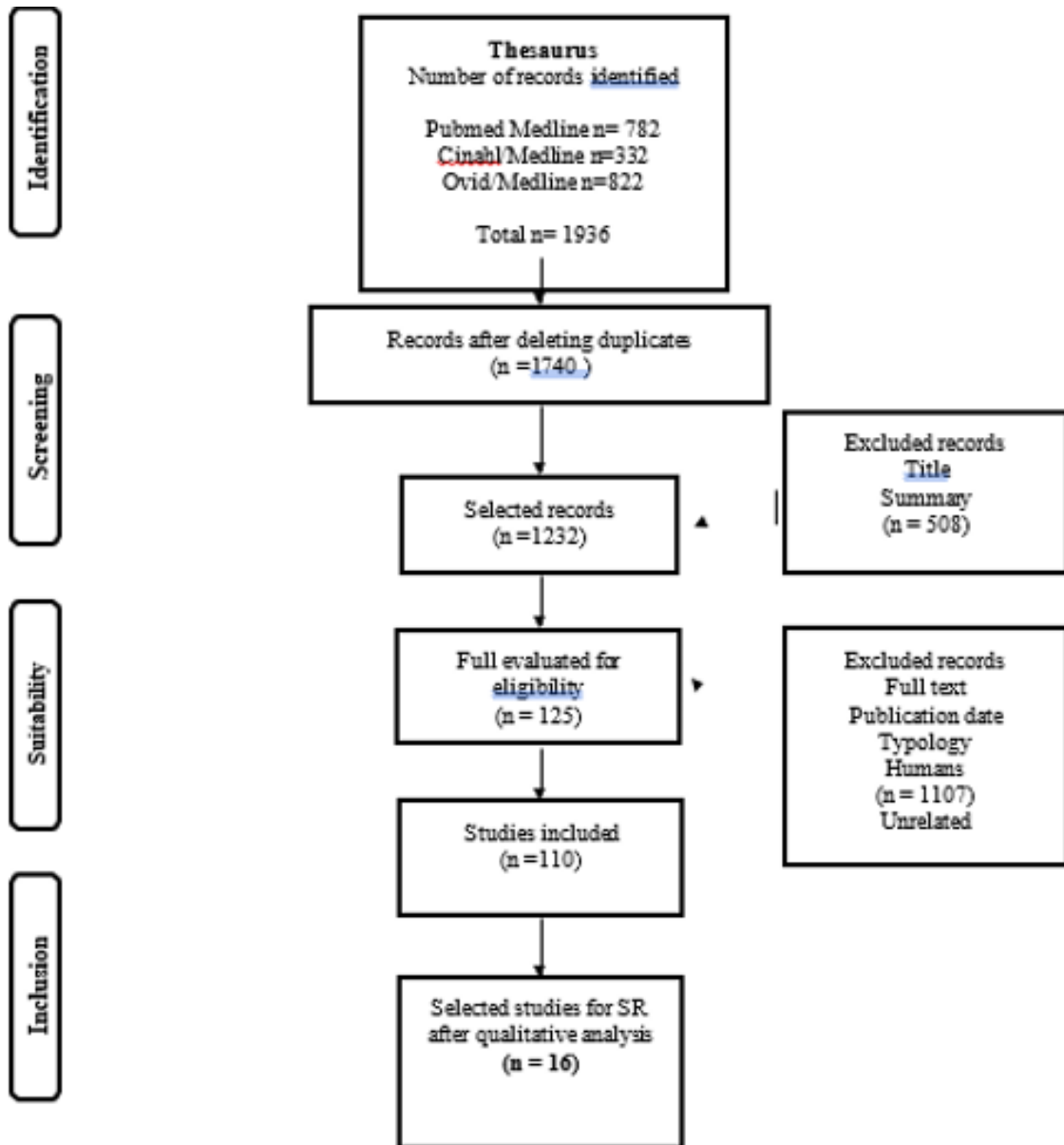
Por último, debemos destacar el riesgo de sesgo en los estudios individuales, y entre los diferentes estudios. Este se evaluó mediante la herramienta de evaluación de Higgins JP y cols “riesgo de sesgo en Cochrane”<sup>24</sup>: sesgo de selección, de rendimiento, de desgaste y de informe. Así pues, se valoró de forma estructurada y explícita la validez interna de todos los estudios. En cuanto al riesgo de sesgo entre los estudios, ciertos aspectos fueron sometidos a control, especialmente la heterogeneidad entre los estudios, estableciendo como premisa que en el proceso de selección se atendiese a criterios explícitos aplicados de forma uniforme, de esta manera, se aumentó la posibilidad de generalización o validez externa.

## **RESULTADOS**

La búsqueda inicial mediante tesauro aportó un total de (1936) referencias bibliográficas en el conjunto de bases de datos consultadas. Tras seleccionar por título y resumen, se obtuvieron 1.232 registros que, tras aplicar nuevos filtros, se quedaron en 125. Estas fueron sometidas posteriormente a lectura crítica para valorar su idoneidad para la revisión sistemática —diagrama de flujo— (**Fig 1** “*Diagrama de flujo*”) quedando finalmente para su análisis 16 referencias válidas.

## DIAGRAMA DE FLUJO según PRISMA ® (Fig 1 “Diagrama de flujo”)

Figura 1. PRISMA flowchart of the study selection process



Nota: Figura de elaboración propia.



**DESCRIPTIVO DE PARÁMETROS DE LA TABLA (Fig 2 “Tabla general de resultados”)**

Database	Author	Year	Languaje	Scope	Magacine	Typology	Diagnosis	Training	Utility	Sample /Articles
Pubmed ®	During J, et al	2018	ENGLISH	Emergencies Pre-hospital care	<i>Acta Anaesthesiol Scand</i>	Post-hoc Analysis Observational Retrospective	Sepsis	No	Risk stratification in sepsis and trauma	950 patients
Pubmed ®	Morris E, et al	2017	ENGLISH	Emergencies Pre-hospital care	<i>Br J Gen Pract</i>	RS	Sepsis	No	Measurement of sepsis by community physicians	3063 Records n=8 selected studies
Pubmed ®	Lewis CT, et al	2016	ENGLISH	Emergencies Pre-hospital care	<i>J Trauma Acute CareSurg</i>	RS	Trauma	No	Marker of global tissue hypoxia in trauma	2415 Records n=7 selected studies
Pubmed ®	Baxter J, et al	2016	ENGLISH	Emergencies Pre-hospital care	<i>J Trauma Acute CareSurg</i>	RS	Trauma	No	Lactate levels as a biomarker in traumaand its mortality	998 Records n=28 selected studies 44.154 patients
Pubmed ®	Ramanathan R, et al	2015	ENGLISH	Emergencies Pre-hospital care	<i>J Pediatr Surg</i>	Post-hoc Analysis Observational Retrospective	Trauma	No	Analysis of the predictive value of lactate in paediatric patients	277 patients
Pubmed ®	<u>Puskarich MA, et al</u>	2014	ENGLISH	Emergencies Pre-hospital care	<i>J Crit Care</i>	RS	Sepsis	No	Prognostic importanceof intermediate lactatelevels in patients with suspected sepsis	20 Records n=8 selected studies 11.062 patients
Pubmed ®	Julián-Jiménez A, et al	2014	ENGLISH	Emergencies Pre-Hospital care	<i>Enferm Infecc Microbiol</i>	RS	Sepsis	Not stated	Evidence of the usefulness of	Not stated

Como puede apreciarse en la (**Fig 2** “*Tabla general de resultados*”), en el año 2018 se publicaron 5 artículos, seguido del año 2016 con cuatro, y 2015 con tres. En 2019 sólo se seleccionó un artículo. La totalidad de estos documentos habían sido publicados en inglés. En la base de datos Cinahl se seleccionó un artículo en castellano que finalmente se descartó por no cumplir criterios de selección.

Según el diseño de los estudios, se encontraron el mismo número de publicaciones de tipología revisión sistemática (5) y analítica de cohortes (5), siendo en menor proporción los estudios observacionales (3) y ECA (2).

Una vez seleccionados los artículos y adjudicado su nivel de evidencia, se procedió a la lectura crítica de los documentos con la escala CASPe® de forma que, se pudo observar cómo en todas las publicaciones se hace referencia a la medición del lactato como biomarcador independiente en el ámbito prehospitalario. Ocho de los documentos se centran en la sepsis, cuatro en el trauma, dos en la neumonía y uno en el shock hemorrágico posparto. La utilidad del lactato viene otorgada por su aplicación en la estratificación de riesgo (alto, moderado o bajo) en sepsis y traumatismo, así como, el empleo del mismo como biomarcador de reanimación y mortalidad —en sepsis, específicamente como valor predictivo del pronóstico del paciente— e indicador de inflamación e infección. Finalmente, también como predictor de la necesidad de administración de hemoderivados.

En relación con las escalas de predicción de mortalidad, CURB-65 es comúnmente empleada en pacientes con neumonía. Sin embargo, en un estudio realizado por *Yun-Xia Chen et al* se enfatiza el empleo de los niveles de lactato sanguíneos —siendo el punto de estratificación < 2.0 mml/L en riesgo bajo— como mejor predictor no sólo de mortalidad sino, a su vez, de hospitalización y admisión en unidades de cuidados intensivos.

Sólo un artículo destaca la importancia de la formación específica en la medición del nivel de lactato, entre otros parámetros, por el personal sanitario que trabaja en el ámbito prehospitalario. A su vez hace énfasis en la formación teórica de las bases fisiopatológicas de la enfermedad.

## **DISCUSIÓN**

El presente estudio evidencia que, el nivel de lactato en sangre está asociado con la mortalidad hospitalaria: un nivel alto de lactato en sangre a la llegada del equipo sanitario prehospitalario es predictivo de mortalidad hospitalaria. Esta afirmación es concordante con muchos estudios que convergen resultados demostrando que la hiperlactatemia se asocia con mortalidad en adultos y, por tanto, sirve como valor pronóstico de estratificación de riesgo<sup>25,26,27,28,29,30</sup>. En relación con lo antedicho, *Ramanathan et al* confrontan sus aportaciones

en una muestra pediátrica de forma que, el nivel elevado de lactato venoso en trauma pediátrico por encima de 4.7 mmol/L sugiere una lesión fuertemente grave mientras que, por debajo de 2 mmol/L, se considera un valor sin repercusión clínica. Los valores entre 2.0 mmol/L y 4.7 mmol/L serían indeterminados en potencial predictivo de lesión<sup>31</sup>. En un cohorte retrospectiva de pacientes adultos con trauma observaron que, más de 4 mmol/L de lactato como valor inicial y un aclaramiento de 30 % o menos a las 6 horas, fueron factores predictores de mortalidad. Sin embargo, otro estudio con fecha de publicación en el año 2019 y una muestra poblacional de pacientes con neumonía, expone que un nivel de lactato > 2 mmol/L fue el mejor valor de corte para predecir la mortalidad hospitalaria. No obstante, según las aportaciones de la concordancia entre el lactato venoso y arterial, sabemos que el lactato venoso periférico es pobre en hiperlactatemia, lo que hace que sea un parámetro poco confiable para usar indistintamente en el servicio de urgencias. En la práctica clínica, el lactato venoso periférico puede usarse como una herramienta de detección para descartar la hiperlactatemia arterial a un valor de corte de 2 mmol/L. Sin embargo, la hiperlactatemia debe confirmarse mediante muestreo arterial en caso de un nivel de lactato venoso periférico > 2 mmol/L.

Especialmente durante la asistencia extrahospitalaria de pacientes con un trauma grave y shock hemorrágico, la inadecuada oxigenación produce isquemia y acidosis metabólica, las cuales correlacionan directamente con la “triada letal del trauma”. Llegados a este punto, los valores séricos de lactato son relativamente fáciles de obtener en estas condiciones y pueden facilitar una información útil de la carga hipóxica al equipo sanitario. Además, se ha informado que la terapia temprana guiada por lactato mejora la mortalidad en pacientes críticos en tanto que la vida media del lactato son 20 minutos y una persistencia de acidosis láctica podría indicar un estado de hipoxia refractaria a la vez que, en caso de reanimación, proporcionar datos con respecto a la calidad de las maniobras resucitadoras<sup>32,33,34</sup>. La adición de la medición del lactato prehospitalario incrementa la sensibilidad durante la identificación en el triage de pacientes que requieren ser trasladados a un centro hospitalario de referencia en trauma en ausencia de otros parámetros fisiológicos anormales<sup>35</sup>.

Los estudios seleccionados en la presente revisión sistemática también evidenciaron el uso de la hiperlactatemia como índice pronóstico en pacientes que ingresan desde el servicio de urgencias y emergencias prehospitalarias, tal y como citan diferentes autores<sup>36,37,38,39</sup>. Si bien, cuando comparamos a la población sin patologías previas frente a los pacientes oncológicos, estos últimos con niveles elevados de lactato tienen mayor riesgo de mortalidad. *Maher et al 2017* sugieren que los estudios previos en que se emplean los límites de lactato para estratificar el riesgo de estos pacientes pueden ser insuficientemente sensibles para el perfil de paciente con cáncer. Es decir, los niveles relativamente bajos de lactato sérico pueden servir como marcador de enfermedad grave en pacientes oncológicos en tanto de que hay poca evidencia de que los valores de “alarma” de lactato sérico >4 mmol/L, independientemente de la etiología de elevación, sean

apropiados para esta población en concreto<sup>40,41</sup>. Además, el valor de los niveles séricos de lactato podría servir a su vez para otro propósito: ayudar a guiar las decisiones de fin de vida.

Un aspecto importante del análisis de los artículos seleccionados ha sido la evidencia de un aumento significativo de glucosa en sangre, junto al aumento de lactato, lo que sugiere que ambas sustancias se correlacionan, aunque la asociación entre aumento de lactato y mortalidad no necesariamente está asociada a hiperglucemia<sup>42,43</sup>.

Otro punto para tratar es la administración de hemoderivados en relación con las cifras de lactato. Los signos vitales generalmente se utilizan para estimar el estado cardiovascular de una manera no invasiva siendo las alteraciones en la frecuencia cardíaca y presión arterial sistólica signos primarios para la detección del shock hemorrágico. No obstante, tienen sus limitaciones en tanto que falta correlación con la cantidad de hemorragia presente. Por ello, se decide estudiar otras variables como el lactato, déficit de bases o saturación de oxígeno venosa central. De esta forma valores de lactato superiores a 4 mmol/L indican hipoperfusión aún en ausencia de taqui/bradicardia o alteraciones en la presión arterial sistólica; especialmente en individuos jóvenes en ausencia de patología previa<sup>44,45</sup>. Además, en un estudio llevado a cabo por Nguyen H. et al, 2004 se concluye que aquellos sujetos con un aumento del tiempo de aclaramiento de lactato en sangre reciben menos fluidos y concentrados de hematíes; sin bien, no es estadísticamente significativa la relación en su estudio.

En las definiciones actualizadas de sepsis y shock séptico, un nivel de lactato > 2 mmol/L con requisito de vasopresores para mantener una presión arterial media de 65 mmHg son las premisas que definen este diagnóstico<sup>46, 47</sup>. Aunque el umbral apropiado y los valores pronóstico de lactato pueden ser diferentes al principio de la valoración de los servicios de asistencia médica urgente y la asistencia hospitalaria; con un diferente espectro de gravedad de la enfermedad y un cambio fisiopatológico establecido más tarde.

## CONCLUSIONES

Podemos concluir que, el lactato sanguíneo se muestra como biomarcador clínico en los pacientes críticos y, especialmente para estratificar mortalidad y situaciones de insuficiencia orgánica. La presente revisión evidencia que niveles altos de lactato determinados en el ámbito prehospitalario o a la llegada al servicio de urgencias hospitalario, se asociaron a un aumento de mortalidad.

La determinación de lactato sérico en el ámbito prehospitalario por parte del profesional de enfermería se hace necesaria para, así, establecer la situación clínica del paciente e iniciar la terapia adecuada de cara a actuar de manera precoz y disminuir los índices de mortalidad asociados.

## **LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

Han surgido algunas limitaciones durante esta investigación, empezando por la detección de una brecha importante en la evidencia necesaria para guiar a la comunidad sanitaria con respecto al beneficio clínico de los valores de lactato séricos en tanto que las muestras entre estudios son heterogéneas. Los ensayos aleatorizados controlados son limitados en la literatura científica.

Otra de las limitaciones detectadas fue la falta de tiempo para llevar a cabo un trabajo de investigación con la calidad y evidencia que requiere. Lo ideal hubiera sido tener más tiempo para ampliar la búsqueda de estudio y poder elaborar un análisis más refinado de manera que los resultados obtenidos tuvieran una mayor consistencia.

## **LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN FUTURAS**

Las futuras líneas de investigación que se pueden plantear serían las de ampliar la investigación mediante un estudio experimental cuyo fin consista en valorar la eficacia y beneficios de la determinación de los niveles de lactato sérico en el medio prehospitalario por parte de enfermería de emergencias. De esta manera se conseguiría justificar su aplicación mediante la evidencia científica, llegando a establecer posteriormente una propuesta formativa específica basada en la evidencia para la enfermería de emergencias.

## BIBLIOGRAFÍA

---

<sup>1</sup> Kompanje E, Jansen T, Van der Hoven B, Bakker J. The first demonstration of lactic acid in human blood in shock by Johann Joseph Scherer (1814-1869) in January 1843. *Intensive Care Med.* 2007;33:1967-71.

<sup>2</sup> NGUYEN, H. Bryant, et al. Early lactate clearance is associated with biomarkers of inflammation, coagulation, apoptosis, organ dysfunction and mortality in severe sepsis and septic shock. *Journal of inflammation*, 2010, vol. 7, no 1, p. 6.

<sup>3</sup> Dueñas C, Ortíz G, Mendoza R, Montes L. El papel del lactato en cuidado intensivo. *Rev Chil Med intensiva.* 2016;31(1):13-22.

<sup>4</sup> Luft D, Deichsel G, Schmulling RM, Stein W, Eggstein M. Definition of clinically relevant lactic acidosis in patients with internal diseases. *American journal of clinical pathology.* 1983 Oct;80(4):484-489.

<sup>5</sup> Andersen et al. Etiology and therapeutic approach to elevated lactate. *Mayo Clin Proc.* 2013; 88(10): 1127-1140.

<sup>6</sup> Juneja D, Singh O, Dang R. Admission hyperlactatemia: causes, incidence, and impact on outcome of patients admitted in a general medical intensive care unit. *J Crit Care.* 2011;26:316-20

<sup>7</sup> Andersen et al. Etiology and therapeutic approach to elevated lactate. *Mayo Clin Proc.* 2013; 88(10): 1127-1140.

<sup>8</sup> Kruse O, Grunnet N, Barfod C. Blood lactate as a predictor for in-hospital mortality in patients admitted acutely to hospital: a systematic review. *Scandinavian journal of trauma, resuscitation and emergency medicine.* 2011;19:74.

<sup>9</sup> . Kruse O, Grunnet N, Barfod C. Blood lactate as a predictor for in-hospital mortality in patients admitted acutely to hospital: a systematic review. *Scandinavian journal of trauma, resuscitation and emergency medicine.* 2011;19:74.

<sup>10</sup> Andersen O, Haugaard SB, Jorgensen LT, et al. Preanalytical handling of samples for measurement of plasma lactate in HIV patients. *Scandinavian journal of clinical and laboratory investigation*. 2003;63(6):449–454.

<sup>11</sup> Puskarich MA, Trzeciak S, Shapiro NI, et al. Prognostic value and agreement of achieving lactate clearance or central venous oxygen saturation goals during early sepsis resuscitation. *Academic emergency medicine : official journal of the Society for Academic Emergency Medicine*. 2012 Mar;19(3):252–258.

<sup>12</sup> Freund Y et al. Serum lactate and procalcitonin measurements in emergency room for the diagnosis and risk-stratification of patients with suspected infection. *Biomarkers* 2012; 17 (7): 590-596.

<sup>13</sup> Chia-Peng Chang<sup>1</sup>, Wen-Chih Fann<sup>1,2</sup>, Shu-Ruei Wu<sup>3</sup>, Chun-Nan Lin<sup>1</sup> and Cheng-Ting Hsiao. Lactate on emergency department arrival as a predictor of in-hospital mortality in necrotizing fasciitis: a retrospective study. *Chang et al. Journal of Orthopaedic Surgery and Research* (2019) 14:73.

<sup>14</sup> Nichol AD, Egi M, Pettila V, et al. Relative hyperlactatemia and hospital mortality in critically ill patients: a retrospective multi-centre study. *Crit Care*.2010;14(1):R25

<sup>15</sup> Khosravani H, Shahpori R, Stelfox HT, et al. Occurrence and adverse effect on outcome of hyperlactatemia in the critically ill. *Crit Care*. 2009;13:R90.

<sup>16</sup> Nichol A, Bailey M, Egi M, Pettila V, French C, Stachowski E, et al. Dynamic lactate indices as predictors of outcome in critically ill patients. *Crit Care* [Internet]. BioMed Central Ltd; 2011;15(5):R242. Available from: <http://ccforum.com/content/15/5/R242>

<sup>17</sup> Mikkelsen ME, Miliades AN, Gaieski DF, et al. Serum lactate is associated with mortality in severe sepsis independent of organ failure and shock. *Crit Care Med*. 2009;37:1670–

<sup>18</sup> Tang Y, Choi J, Kim D, et al. Clinical predictors of adverse outcome in severe sepsis patients with lactate 2 to 4 mM admitted to the hospital. *QJM*. Published Online First. 2014. <https://doi.org/10.1093/qjmed/hcu186.11>.

<sup>19</sup> Bakker J, Gris P, Coffernils M, et al. Serial blood lactate levels can predict the development of multiple organ failure following septic shock. *Am J Surg*.1996;171:221–6

<sup>20</sup> Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, The PRISMA Group (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *PLoS Med* 6(7): e1000097. doi:10.1371/journal.pmed1000097.

<sup>21</sup> National Institute for Health Research. PROSPERO: International prospective register of systematic reviews. [acceso 12 de noviembre de 2019]. Disponible en: <https://www.crd.york.ac.uk/PROSPERO/>

<sup>22</sup> Scottish Intercollegiate Guidelines Network, Health care Improvement Scotland [internet]. Edinburgo: Scottish Intercollegiate Guidelines Network (SIGN); c2001-2014. [consultado 30/08/19]. *Critical Appraisal: Notes and Checklists*; [aprox. 2 pantallas]. Disponible en: <http://www.sign.ac.uk/methodology/checklists.html>.

<sup>23</sup> Cabello JB. Plantilla para ayudarte a entender una Revisión Sistemática. En: *CASPe de lectura crítica de la literatura médica*. Alicante. CASPe;2005. Cuaderno I.13-17.

<sup>24</sup> Higgins JP, Altman DG, Gotzsche PC, Juni P, Moher D, Oxman AD, et al. The Cochrane Collaboration's tool for assessing risk of bias in randomised trials. *BMJ*. 2011;343:d5928.

<sup>25</sup> Kruse O, Grunnet N, Barfod C. Blood lactate as a predictor for in-hospital mortality in patients admitted acutely to hospital: a systematic review. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2011;19:74.22.

<sup>26</sup> Martin J, Blobner M, Busch R, Moser N, Kochs E, Lupp PB. Point-of-care testing on admission to the intensive care unit: lactate and glucose independently predict mortality. *Clin Chem Lab Med*. 2013;51:405–12.23.

<sup>27</sup> Jansen TC, van B, Bakker J. Blood lactate monitoring in critically ill patients: a systematic health technology assessment. *Crit Care Med* 2009;37(10):2827-39.24.

<sup>28</sup> Gustavsson L, Andersson LM, Brink M, Lindh M, Westin J. Venous lactate levels can be used to identify patients with poor outcome following community-onset norovirus enteritis. *Scand J Infect Dis*. 2012;44:782–7.

<sup>29</sup> Dübendorfer C, Billeter AT, Seifert B, Keel M, Turina M. Serial lactate and admission SOFA scores in trauma: an analysis of predictive value in 724 patients with and without traumatic brain injury. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2013;39(1):25–34.30.



<sup>30</sup> Junhasavasdikul D, Theerawit P, Ingsathit A, Kiatboonsri S. Lactate and combined parameters for triaging sepsis patients into intensive care facilities. *J Crit Care.* 2016;33:71–7.

<sup>31</sup> Odom et al Odom SR, Howell MD, Silva GS, Nielsen VM, Gupta A, Shapiro NI, et al. Lactate clearance as a predictor of mortality in trauma patients. *J Trauma Acute Care Surg.* 2013;74:999-1004

<sup>32</sup> Jansen TC, van Bommel J, Schoonderbeek FJ, Sleswijk Visser SJ, van der Klooster JM, Lima AP, Willemsen SP, Bakker J. Early lactate-guided therapy in intensive care unit patients: a multicenter, open-label, randomized controlled trial. *Am J Respir Crit Care Med.* 2010;182(6):752–761

<sup>33</sup> Dübendorfer C, Billeter AT, Seifert B, Keel M, Turina M. Serial lactate and admission SOFA scores in trauma: an analysis of predictive value in 724 patients with and without traumatic brain injury. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2013;39(1):25–34

<sup>34</sup> Régnier MA, Raux M, Le Manach Y, Asencio Y, Gaillard J, Devilliers C, Langeron O, Riou B. Prognostic significance of blood lactate and lactate clearance in trauma patients. *Anesthesiology.* 2012;117(6):1276–1288.

<sup>35</sup> Contenti J, Corraze H, Lemoel F, Levraut J. Effectiveness of arterial, venous, and capillary blood lactate as a sepsis triage tool in ED patients. *Am J Emerg Med.* 2015;33(2):167–172.

<sup>36</sup> Puskarich MA, Illich BM, Jones AE. Prognosis of emergency department patients with suspected infection and intermediate lactate levels: a systematic review. *J Crit Care.* 2014;29(3):334–9.26.

<sup>37</sup> Datta D, Walker C, Gray AJ, Graham C. Arterial lactate levels in an emergency department are associated with mortality: a prospective observational cohort study. *Emerg Med J.* 2015 Sep;32(9):673–7.27.

<sup>38</sup> Chen YX, Li CS. Arterial lactate improves the prognostic performance of severity score systems in septic patients in the ED. *Am J Emerg Med.* 2014;32(9):982–6.28.

<sup>39</sup> Chen YX, Li CS. Lactate on emergency department arrival as a predictor of mortality and site-of-care in pneumonia patients: a cohort study. *Thorax.* 2015;70(5):404–10.

<sup>40</sup> Datta D, Walker C, Gray AJ, et al. Arterial lactate levels in an emergency department are associated with mortality: a prospective observational cohort study. *Emerg Med J.* 2015;32(9):673-7.

<sup>41</sup> Mikkelsen ME, Miltiades AN, Gaieski DF, et al. Serum lactate is associated with mortality in severe sepsis independent of organ failure and shock. *Crit Care Med.* 2009;37(5):1670-7.

<sup>42</sup> Hatherill M, Waggie Z, Purves L, Reynolds L, Argent A. Mortality and thenature of metabolic acidosis in children with shock. *Intensive Care Med.*2003;29:286–91.37.

<sup>43</sup> Gunnerson KJ, Saul M, He S, Kellum JA. Lactate versus non-lactate metabolicacidosis: a retrospective outcome evaluation of critically ill patients. *CritCare.* 2006;10:R22

<sup>44</sup> . Hick JL, Rodgerson JD, Heegaard WG, et al. Vital signs fail to correlate with hemoperitoneum from ruptured ectopic pregnancy. *Am J Emerg Med* 2001;19:488e91.

<sup>45</sup> Rady MY, Smithline HA, Blake H, et al. A comparison of the shock index and conventional vital signs to identify acute, critical illness in the emergency department. *Ann Emerg Med* 1994;24:685e90..

<sup>46</sup> Singer M, Deutschman CS, Seymour CW, et al. The Third International Consensus definitions for sepsis and septic shock (sepsis-3). *JAMA*2016;315:801–10.

<sup>47</sup> Song H, Moon HG, Kim SH. Efficacy of quick sequential organ failureassessment with lactate concentration for predicting mortality in patientswith community-acquired pneumonia in the emergency department. *ClinExp Emerg Med* 2019;6:1–8.