

Aclaramiento de lactato como factor pronóstico en pacientes con traumatismo penetrante

Revisión sistemática de la literatura

MERCEDES GONZÁLEZ¹, CARLOS HERNANDO MORALES², ÁLVARO SANABRIA³

Palabras clave: ácido láctico; heridas y traumatismos; hospitalización; pronóstico; mortalidad.

Resumen

Introducción. *El aclaramiento de lactato se ha propuesto como factor pronóstico para la estancia y la mortalidad hospitalaria, en casos de sepsis, reanimación cardiopulmonar, quemaduras, cirugía cardíaca y trauma. No existen análisis específicos para pacientes con trauma penetrante.*

Objetivo. *Determinar la utilidad del aclaramiento de lactato como factor predictor de estancia y mortalidad en pacientes con traumatismo penetrante.*

Métodos. *Se hizo una revisión bibliográfica sistemática de estudios clínicos en los cuales se determina el papel del aclaramiento de lactato para predecir la muerte y la estancia hospitalaria en dicho grupo de pacientes.*

Resultados. *El valor del aclaramiento de lactato en pacientes traumatizados no está estandarizado. Existe heterogeneidad en las poblaciones incluidas en los estudios y en las intervenciones terapéuticas. El lactato persistentemente elevado parece aumentar la mortalidad y la estancia hospitalaria en esta población.*

Conclusión. *Es necesario hacer estudios prospectivos con definiciones y tratamientos estandarizados para evaluar la asociación entre aclaramiento de lactato, mortalidad y estancia hospitalaria en casos de trauma penetrante.*

Introducción

La acidosis metabólica es un trastorno frecuente en los pacientes hospitalizados¹. Desde el siglo pasado se viene analizando el papel de la elevación del lactato y su aclaramiento, como factor pronóstico de mortalidad y estancia hospitalaria y en la unidad de cuidados intensivos, en pacientes con sepsis², en estados posteriores a reanimación cardiopulmonar³, quemaduras graves⁴, cirugía cardíaca⁵ y trauma⁶⁻⁹. Los estudios publicados sobre trauma mezclan víctimas de trauma abierto y cerrado pero, probablemente, la población con traumatismo penetrante es diferente por incluir pacientes más jóvenes, con menos enfermedades concomitantes y, habitualmente, menos segmentos corporales comprometidos.

El propósito de esta revisión fue evaluar la depuración del lactato como factor pronóstico de mortalidad y estancia hospitalaria en la subpoblación de pacientes con traumatismo penetrante.

- 1 Médica intensivista, M.Sc., Hospital Universitario de San Vicente Fundación, Medellín, Colombia
- 2 Médico, M.Sc.; profesor, Departamento de Cirugía, Universidad de Antioquia; cirujano general, Hospital Universitario de San Vicente Fundación, Medellín, Colombia
- 3 Médico, M.Sc., Ph.D.; profesor, Departamento de Cirugía, Universidad de Antioquia; cirujano de Cabeza y Cuello, Unidad de Oncología, Hospital Pablo Tobón Uribe, Medellín, Colombia

Fecha de recibido: 8 de octubre de 2015

Fecha de aprobación: 7 de marzo de 2016

Citar como: González M, Morales CH, Sanabria Á. Aclaramiento de lactato como factor pronóstico en pacientes con traumatismo penetrante. Revisión sistemática de la literatura. Rev Colomb Cir. 2016;31:34-43.

Metodología

Esta es una revisión sistemática de la literatura que sigue las recomendaciones de la colaboración Cochrane. Se incluyeron estudios observacionales que analizaron la asociación entre la disminución del aclaramiento o depuración del lactato, y la mortalidad hospitalaria y en la unidad de cuidados intensivos, en pacientes mayores de 18 años con traumatismo penetrante en cualquier región corporal. Se estudió el aclaramiento de lactato y, dada su amplia definición, se aceptaron el valor inicial medido en sangre arterial o venosa al momento del ingreso al estudio, y una o varias mediciones subsiguientes, independientemente de su número o el intervalo entre ellas. Se aceptó como válido cualquier fórmula al que los autores hubieran denominado aclaramiento de lactato. El resultado primario fue la mortalidad hospitalaria, y los resultados secundarios fueron la estancia en la unidad de cuidados intensivos y la estancia en salas hospitalarias.

Se diseñó una estrategia de búsqueda en las principales bases de datos disponibles, combinando términos MeSH y texto libre, relacionados con lactato, aclaramiento de lactato, acidosis láctica, hiperlactatemia, mortalidad y estancia. Esta búsqueda no fue restringida por fecha de publicación o idioma. Se excluyeron artículos de revisión de tema, comentarios editoriales y estudios en población pediátrica. Se revisaron las citas bibliográficas de los estudios publicados, utilizando una estrategia de “bola de nieve” en busca de otros posibles estudios. Para los estudios con datos parciales, se contactó a los autores en busca de información.

Se definió la calidad metodológica como la confianza de que el diseño y el reporte restringieran el sesgo en la comparación de las intervenciones. Para evaluarla, se usaron los criterios establecidos en el documento STROBE (*Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology*)¹⁰. Los datos fueron sobre variables clínicas, de intervención y de tratamiento, y los resultados fueron extraídos por dos de los autores; las diferencias se resolvieron por consenso. Se planeó un metaanálisis usando un modelo de efectos aleatorios y un análisis de subgrupos por calidad metodológica.

Resultados

La estrategia de búsqueda se muestra en la tabla 1. Se identificaron seis artículos candidatos en un periodo de 20 años, todos publicados en idioma inglés (figura 1).

TABLA 1.
Estrategia de búsqueda

LILACS	(tw: Lilacs tw:(lactato trauma) AND (instance:"regional") AND (db:("LILACS")) Y ("Lactate clearance")) AND (tw: (wounds))
SCIELO	lactate clearance or serial blood lactate or lactate AND wounds and injuries or penetrating trauma y, lactato [todos los índices] and trauma [todos los índices]
EBSCO	AB lactate clearance AND AB trauma
SCIENCE DIRECT	TITLE-ABSTR-KEY ("lactate clearance") and TITLE-ABSTR-KEY (trauma).
OVID	lactate clearance.mp. [mp=title, abstract, full text, caption text] AND trauma.mp. [mp=title, abstract, full text, caption text]
PROQUEST	ab(LACTATE CLEARANCE) AND ab(TRAUMA) limit journals
PUBMED	((("lactic acid"[MeSH Terms] OR ("lactic"[All Fields] AND "acid"[All Fields]) OR "lactic acid"[All Fields] OR "lactate"[All Fields] OR "lactates"[MeSH Terms] OR "lactates"[All Fields]) AND clearance[All Fields]) AND ("injuries"[Subheading] OR "injuries"[All Fields] OR "trauma"[All Fields] OR "wounds and injuries"[MeSH Terms] OR ("wounds"[All Fields] AND "injuries"[All Fields]) OR "wounds and injuries"[All Fields])



Figura 1. Descripción de búsqueda y selección

En la tabla 2 se presenta la evaluación de la calidad de los artículos seleccionados. Debido a que la información requerida no se encontraba disponible en la mayoría de las publicaciones, se contactó a cada autor para obtener los datos, previa explicación del motivo de esta solicitud. Aunque todos los autores respondieron, solo uno ¹¹ envió las variables sobre sus pacientes con traumatismo penetrante, pero, en la información suministrada, no se incluyó la medición de control del lactato. Dada la situación, se procedió a hacer el análisis individual de cada artículo, con base en la guía de análisis de estudios de pronóstico, publicada en JAMA ¹².

Los seis estudios analizados incluyeron 350 pacientes con traumatismo penetrante. Todos son estudios de cohorte y la diferencia máxima entre las fechas de publicación es de 20 años. Como era de esperarse, en los estudios más antiguos los pacientes fueron manejados con catéter de arteria pulmonar. En la mayoría de los trabajos se midió el lactato en sangre arterial y su valor se informó en milimoles por litro. El resultado primario medido en todos fue la muerte. Se usaron diversas puntuaciones sobre trauma, como *Injury Severity Score (ISS)*, *Trauma and Injury Severity Score (TRISS)*, *Revised Trauma Score (RTS)*, la escala de coma de Glasgow (*Glasgow Coma*

TABLA 2.
Análisis de calidad de los artículos

Autor y año	Scalea 1993	Vincent 1996	McNeils 2001	Cardinal 2009	Odom 2013	Regnier 2012
Filtro de ingreso	No	No	No	No	No	No
Ingreso en punto similar del evento	Sí (bien descrito)	Sí (bien descrito)	Sí (bien descrito)	Sí	Sí	Sí
Resultado descrito	Muerte	Muerte, estancia en UCI, falla de órganos	Muerte	Muerte	Muerte	Muerte
Frecuencia del resultado	33 % de mortalidad (0 % si aclararon a menos de 24 horas, 22,2 % si aclararon entre 24 y 48 horas y, 86,4 % si se demoraron más de 48 horas para aclarar el lactato, con 27 pacientes en el primer grupo, 27 en el segundo y 22 en el tercero.	22 % de mortalidad global, mayor en TEC, y en los tres primeros días Mientras mayor lactato al ingreso, más alta la mortalidad	Mortalidad general: 26,3 % (25/95). Sin aclaramiento en 120 horas, 100 % (12/12), aclaramiento entre 48 y 96 horas, 42,5 % (7 /16), aclaramiento entre 24 y 48 horas, 13,3 % (2/15) y, aclaramiento en las primeras 24 horas, 3,9 % (2/51)	Muerte en UCI 59,3 % Aclaramiento mayor de 0,4 Sensibilidad 72 %, especificidad 64 %, VPP 74 % y VPN 61 % para muerte en UCI	7,38 % Relación directa entre lactato inicial y mortalidad; mientras más alto el lactato inicial, mayor la probabilidad de morir (estadísticamente significativo) Entre los pacientes a los que se les midió el aclaramiento, mientras menor el aclaramiento, mayor la probabilidad de morir, con diferencia estadísticamente significativa	13,3% mortalidad global Mayor mientras mayor fuera el nivel inicial de lactato y mayor mientras menor fuera el porcentaje de aclaramiento de lactato.
Pérdidas	No	No	No	No	Si (no todos los pacientes tuvieron control del lactato)	3,2 % global pero, para el aclaramiento de lactato fue mucho mayor
Seguimiento suficiente	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Pacientes similares a la presente población	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Observaciones						En este grupo de pacientes el aclaramiento no fue calculado a los pacientes con traumatismo penetrante.

UCI: unidad de cuidado intensivo; TEC: Trauma encefalocraneano; VPP: valor predictivo positivo; VPN: valor predictivo negativo

Scale y GCS) y TRISSCAN, así como otras evaluaciones de pronóstico del paciente gravemente enfermo, como *Sequential Organ Failure Assessment* (SOFA) y la *Acute Physiology and Chronic Health Evaluation* (APACHE II y APACHE III).

En las cohortes de más antigua publicación, no se usaron fórmulas para medir el aclaramiento, basándose en el concepto de normalización del valor de lactato en un tiempo determinado por los investigadores. El valor

sobre el cual los investigadores consideraron elevado el lactato, tampoco fue uniforme, encontrándose valores desde 1,5 hasta 2,2 mmol/L. Los intervalos de tiempo transcurridos entre la medición del lactato inicial y el siguiente control, también fueron variables, desde dos hasta ocho horas, así como el tiempo de seguimiento del valor del lactato, que se encontró entre 4 y 120 horas. En la tabla 3 se presenta un resumen del análisis de los trabajos seleccionados.

TABLA 3.
Resumen de los estudios de aclaramiento de lactato en trauma

Scalea TM	Inclusión: ingreso a UCI de trauma directamente desde urgencias o en posoperatorio Exclusión: egreso antes de 24 horas, paciente no recuperable	Primario: 76 Secundario: estancia en UCI y hospitalaria	46	Lactato menor de 2 mmol/L subdividido en grupos, así: antes de 24 horas, entre 24 y 48 horas o después de 48 horas	El 100 % de los pacientes en quienes se normalizó el lactato en las primeras 24 horas, sobrevivieron. El 77,8 % en quienes se normalizó en las primeras 48 horas y solo 13,6 % en quienes se normalizó en 48 horas, sobrevivieron.	El retardo en la normalización del lactato se correlacionó con mayor mortalidad en esta cohorte.
Manikis P, et al.	Inclusión: todos los adultos que ingresaron a UCI por trauma Exclusión: pacientes que murieron en las primeras 24 horas	Primario: muerte en UCI Secundario: estancia en UCI	129 12	T i e m p o transcurrido para normalización del lactato Para el autor, el lactato normal fue menor de 1,5 mmol/L	El lactato inicial y el valor más alto fueron significativamente mayores entre los sobrevivientes. El tiempo de normalización del lactato no tuvo diferencia estadísticamente significativa entre los dos grupos. Los índices de gravedad de trauma no fueron diferentes. Entre los pacientes con lesión de órganos, medida por SOFA, el tiempo de normalización del lactato y la estancia en UCI fueron significativamente mayores que entre aquellos sin lesión de órganos según la SOFA.	Los niveles más altos de lactato inicial y en el seguimiento, tuvieron correlación con la mortalidad; no así, el tiempo para lograr la normalización del lactato.
McNelis J, et al.	Inclusión: ingreso a UCI quirúrgica en posoperatorio	Primario: muerte	95 Sin dato	Dos lactatos consecutivos menores de 2 mmol/L, medidos con intervalos de 8 horas, o no lograr la normalización en 120 horas	Los pacientes con lactato inicial más alto, tardaron más en normalizar niveles. En el grupo de los no sobrevivientes, se tardó más la normalización del lactato, con una diferencia que fue estadísticamente significativa. De igual forma, este grupo tuvo más puntaje de APACHE II y III, mayor mortalidad predicha por APACHE II, menor presión arterial media al ingreso y mayor lactato sérico de ingreso, todo con una diferencia estadísticamente significativa.	Tanto los niveles más altos de lactato como el retardo en su normalización, se correlacionan con la mortalidad. Los puntajes de gravedad de paciente crítico fueron peores entre aquellos en quienes no se normalizó el lactato.

Cardinal PA, et al.	Lactato elevado (mayor de 2 mmol/L) al ingreso a UCI	Muerte	108	11 de trauma (no se sabe cuántos de tipo penetrantes)	(lactato al ingreso – lactato a la sexta hora) / lactato al ingreso	En el punto de aclaramiento $\geq 0,4$, tuvo una sensibilidad de 72 %, una especificidad de 64 %, un valor predictivo positivo de 74 % y un valor predictivo negativo de 61 %, para la mortalidad en la UCI.	El aclaramiento de lactato a las seis horas tuvo mejor poder de discriminación
RégnierMA	Pacientes de trauma con medición del lactato al ingreso y a las 2 y 4 horas después del ingreso	Muerte	586	90 con trauma penetrante	Lactato de ingreso normal, menor de 2,2 mmol/L. La ecuación que usaron para medir el lactato fue: aclaramiento de lactato = $([\text{lactato inicial} - \text{lactato posterior}] / \text{lactato inicial}) \times 100 \times \text{tiempo de separación entre los dos lactatos} - 1$ (expresado como %/ horas).	En 586 pacientes se midió el lactato de ingreso, pero solo en 281, el lactato inicial y a las 2 y 4 horas.	Los niveles mayores de lactato al ingreso se correlacionaron con mayor mortalidad. No hay datos de aclaramiento entre pacientes con trauma penetrante. Los pacientes en quienes en las dos primeras horas se aclaró menos del 20 % de su valor inicial de lactato, tuvieron peor resultado.
Odom SR, et al.	Ingreso a centro de trauma con lactato inicial superior a 4 mmol/L	Muerte	4742	191	Aclaramiento = $([\text{lactato de ingreso} - \text{lactato de 6 horas}] / \text{lactato de ingreso}) \times 100$	El lactato se dividió en tres grupos, así: normal (menor de 2,5 mmol/L, entre 2,5 y 3,9 mmol/L y, 4 o más mmol/L. El aclaramiento a las seis horas también se subdividió en grupos, así: 60 % o más, 30 a 59 % y, menos de 30 %. En este estudio se encontró que los pacientes con lactato alto al ingreso tuvieron mayor mortalidad. Ajustado por edad e ISS, el nivel del lactato inicial fue predictor de mortalidad, siendo significativamente mayor en los pacientes con lactato superior a 4 mmol/L. El aclaramiento también se subdividió en grupos. Los pacientes en quienes se aclaró el lactato 60 % o más de su nivel inicial, tuvieron menor mortalidad que aquellos con 30 % o menos.	Tanto el lactato inicial superior a 4 mmol/L como el aclaramiento a las 6 horas de 30 % o menos, fueron factores predictores de mortalidad en esta cohorte.

UCI: unidad de cuidados intensivos

El más antiguo de los estudios encontrados fue el de Scalea, *et al.*¹³. Es un estudio de cohorte de seis meses de duración. El criterio de ingreso fue la admisión a la unidad de cuidados intensivos de trauma, desde el servicio de urgencias o en el posoperatorio inmediato. Los pacientes fueron reanimados según el protocolo de *Advanced Trauma Life Support (ATLS)* vigente para la

época. Se excluyeron aquellos que egresaron de la unidad de cuidados intensivos antes de 48 horas o cuando se consideró al paciente como no recuperable.

Los pacientes fueron manejados con catéter de arteria pulmonar, catéter intravascular arterial y oximetría de pulso y, se les practicó hemodinamia y medición

de lactato a las 0, 8, 16, 24 y 48 horas del ingreso. Los pacientes fueron reanimados con cristaloides, coloides, hemoderivados, dobutamina o amrinone en infusión, hasta la mejoría de la entrega tisular de oxígeno. Los volúmenes infundidos, la necesidad de transfusión, y el tipo y la dosis del inotrópico los decidió el médico tratante.

Las variables analizadas fueron: edad, sexo, mecanismo de trauma, presión sistólica de ingreso, puntaje ISS, estado vital al egreso, días de estancia en la unidad de cuidados intensivos y en salas hospitalarias, DO_2 , VO_2 , gasto cardiaco, índice cardiaco, resistencias vasculares sistémicas y pulmonares, y necesidad de transfusión en unidades.

Según el tiempo de normalización del lactato (lactato menor o igual a 2 mmol/L), se conformaron tres subgrupos de análisis, así: normalización antes de 24 horas, normalización entre 24 y 48 horas y, normalización después de 48 horas. El resultado primario fue la muerte.

De los 76 pacientes incluidos, 46 sufrieron traumatismo penetrante, 41 de ellos por proyectil de arma de fuego. La mortalidad fue de 33 %. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la necesidad de transfusión (8 *versus* 14 unidades) y el tiempo de aclaramiento del lactato. Los pacientes que aclararon el lactato en las primeras 24 horas tuvieron una supervivencia del 100 %, los que lo hicieron entre 24 y 48 horas, de 77,8 % y, los que tardaron 48 horas o más, de 13,6 %. En 25 pacientes no incluidos en el análisis por no haber sobrevivido al menos 48 horas, el lactato estaba elevado al momento de la muerte.

Manikis, *et al.*¹⁴, publicaron una cohorte de 129 pacientes recolectada en un periodo de ocho meses. A todos se les midió el lactato cada ocho horas hasta su normalización, que los autores consideraron en un valor inferior a 1,5 mmol/L, o la muerte. Todos ingresaron a la unidad de cuidados intensivos y se valoraron con la ISS, la escala de coma de Glasgow, la RTS, la TRISS y la TRISSCAN al ingreso, y una SOFA diaria durante los primeros diez días; además, se registraron el valor más alto de lactato y el tiempo transcurrido hasta su normalización, el tiempo de estancia en la unidad de cuidados intensivos, el estado vital al egreso de la unidad de cuidados intensivos y la causa de muerte.

En esta cohorte, 12 pacientes sufrieron un trauma penetrante, 11 por proyectil de arma de fuego. La mortalidad en la unidad de cuidados intensivos fue de 29 %. Más del 70 % de las muertes fueron por trauma de cráneo y 48 % de ellas ocurrieron en las primeras 72 horas después del ingreso. Tanto el lactato inicial como su valor más alto fueron significativamente mayores en los no sobrevivientes, pero no hubo una diferencia estadísticamente significativa en la duración de hiperlactatemia entre los dos grupos. Los índices de trauma no mostraron una diferencia significativa entre los dos grupos. Se hizo un análisis de subgrupos en pacientes con falla de órganos calculada por SOFA. El tiempo de estancia en la unidad de cuidados intensivos, el valor inicial del lactato y el tiempo transcurrido hasta su normalización, fueron significativamente mayores que en los pacientes sin falla de órganos.

McNeils, *et al.*¹⁵, reportaron una cohorte retrospectiva de 95 pacientes que ingresaron a la unidad quirúrgica de cuidados intensivos por compromiso hemodinámico posoperatorio, para monitorización y tratamiento. Se desconoce si alguno de estos pacientes fue operado por trauma penetrante. A todos se les colocó un catéter de arteria pulmonar. Se les midió el lactato al ingreso y cada 8 horas, hasta obtener dos valores consecutivos inferiores a 2 mmol/L o hasta completar 120 horas sin que se normalizara la concentración de lactato. Dado que se trataba de una unidad cerrada, la decisión sobre los líquidos y vasopresores correspondió a los médicos residentes de la unidad, bajo supervisión del intensivista de turno. Se registraron variables demográficas, variables hemodinámicas, química sanguínea, APACHE II y APACHE III, y la mortalidad predicha por APACHE II. El resultado medido fue la muerte.

Según el tiempo de normalización del lactato, los pacientes se dividieron en cuatro grupos. El grupo 1 correspondió a los pacientes en quienes nunca se normalizó el lactato; en el grupo 2, la depuración tardó entre 48 y 96 horas, y en el grupo 3, entre 24 y 48 horas; en el grupo 4, el lactato se normalizó en las primeras 24 horas del ingreso a la unidad. En los casos con un valor inicial de lactato más alto, los niveles se tardaron más en normalizarse. En el grupo de los no sobrevivientes, fueron mayores el puntaje de APACHE II y III, la mortalidad predicha por APACHE II y el valor del lactato sérico de ingreso, fue menor la presión arterial media al ingreso y el lactato tardó

más en normalizarse, con una diferencia que fue estadísticamente significativa.

Cardinal Fernández reportó una cohorte prospectiva de 108 pacientes en un período de 27 meses ¹⁶. Sólo se incluyeron los pacientes que ingresaron con un lactato mayor de 2 mmol/L. La fórmula utilizada para medir la depuración fue: (lactato al ingreso – lactato a la sexta hora) / lactato al ingreso. De esta manera, si un valor daba positivo significaba que la lactacidemia inicial había mejorado y, si daba negativo, significaba que había empeorado.

Los motivos de exclusión fueron: necesidad de cirugía dentro de las seis primeras horas de ingreso, expectativa de vida menor de seis meses y orden de limitación de esfuerzo terapéutico. Las causas de ingreso se agruparon de la siguiente manera: sepsis grave, choque séptico, trauma, neurocrítico, posoperatorio y otros.

De los 108 pacientes, 11 sufrieron trauma y se desconoce cuántos hubo con trauma penetrante. La mortalidad en la unidad de cuidados intensivos fue de 59 %, pero no se sabe cuántos de estos pertenecieron al grupo de trauma. Además de la mortalidad en la unidad de cuidados intensivos, se registraron variables hemodinámicas, valor inicial de lactato y de control a las seis horas, necesidad de líquidos intravenosos y vasopresores, puntaje SAPS II de las primeras 24 horas y tiempo de estancia en la unidad. Se midieron la sensibilidad, la especificidad, el valor predictivo positivo y el valor predictivo negativo de la depuración del lactato, de la siguiente manera: aclaramiento a las seis horas de 0, 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5 y 0,6. La depuración de 0,4 o menor tuvo una sensibilidad del 72 %, una especificidad del 64 %, un valor predictivo positivo del 74 % y un valor predictivo negativo del 61 % para la mortalidad en la unidad de cuidados intensivos.

Regnier, *et al.*, reportaron una cohorte prospectiva en un periodo de 21 meses ¹¹. Se midió el lactato sérico al ingreso, a las dos horas y a las cuatro horas. Los autores consideraron normal un valor inferior a 2,2 mmol/L al ingreso. La ecuación que usaron para medir el lactato fue: aclaramiento de lactato = ([lactato inicial – lactato posterior] / lactato inicial) 100 tiempo de separación entre los dos valores 1 (expresado como %/hora). Los periodos elegidos de separación entre las mediciones del lactato por los autores, fueron de 0 a 2 horas, de 0 a

4 horas y de 2 a 4 horas.

Tanto el lactato inicial como su aclaramiento fueron estratificados *a priori* como: lactato inicial normal, lactato entre 2,3 y 2,9, lactato entre 3 y 4,9, lactato entre 5 y 9,9, y lactato mayor de 10 mmol/L. Para el aclaramiento, la estratificación en %/hora, fue de: -20 o menor, de -19 a -11, de -10 a 0, de 0,1 a 9, de 10 a 19, y de 20 o más.

Se incluyeron 730 pacientes. A 586 se les cuantificó el lactato al ingreso; de ellos, 327 tuvieron un lactato elevado. A 373 pacientes se les midió el lactato a las 2 horas y, a 289, a las 4 horas. En 281 pacientes (40 %) el lactato se cuantificó al ingreso, a las 2 horas y a las 4 horas. Noventa pacientes (15 %) sufrieron traumatismo penetrante, en su mayoría por arma corto-punzante. El 90 % de aquellos con traumatismo penetrante fueron de sexo masculino. La localización más común del trauma fue en las extremidades (39 %), seguidas por el abdomen (22 %) y el tórax (21 %). En este subgrupo de pacientes no hubo registro del lactato ni a las 2 ni a las 4 horas después del ingreso.

El promedio del valor del lactato de ingreso de los pacientes con lesión por arma corto-punzante, fue mayor que en aquellos que sufrieron traumatismo por proyectil de arma de fuego (5,7 mmol/L (0,7-23) Vs. 3 mmol/L ^{1,11-12,4}). La mortalidad en el grupo con traumatismo penetrante fue de 23,3 %. Hubo asociación entre el nivel del lactato inicial y la mortalidad, pues, cuando el lactato inicial era de menos de 2 mmol/L, la mortalidad fue de 9,5 %; cuando era de 2 a 4 mmol/L, la mortalidad fue de 17 %, y cuando era mayor de 4 mmol/L, la mortalidad fue de 48 %. No se dispone de datos de estancia hospitalaria total, pero se sabe que el 90,5 % de los pacientes con trauma penetrante fallecieron en la unidad de cuidados intensivos y que la muerte más tardía en dicha unidad se produjo en el día 67.

Finalmente, Odom, *et al.* ¹⁷, reportaron una cohorte retrospectiva en un periodo de 10 años en un centro de trauma. Se tuvieron en cuenta la edad, el sexo y el mecanismo de trauma, y además, los valores al ingreso de la presión sistólica, el puntaje de Glasgow, los puntajes de trauma ISS y AIS, y de alcohol etílico.

El lactato se cuantificó al ingreso y a las seis horas. A los pacientes con un lactato inicial superior a 4 mmol/L, se les calculó el aclaramiento, según la fórmula: acla-

ramiento = $\left(\frac{[\text{lactato de ingreso} - \text{lactato a las 6 horas}]}{\text{lactato de ingreso}} \right) \times 100$.

El resultado medido fue la muerte, la cual se consideró temprana cuando se presentó durante las primeras 48 horas y, tardía, si lo hizo después de ese tiempo. En 4.742 pacientes se midió el lactato inicial y, en 833, en las primeras seis; en 269 el lactato inicial fue superior a 4 mmol/L, por lo cual se les evaluó el aclaramiento. De los 4.742 pacientes con, al menos, una medición de lactato, 191 sufrieron un trauma penetrante; no se sabe cuántos por proyectil de arma de fuego y cuántos por arma corto-punzante. Hubo 188 pacientes que sobrevivieron y 3 que fallecieron. La localización del trauma en este subgrupo se desconoce, así como el número que tuvo medición de aclaramiento a las seis horas.

La concentración de lactato (mmol/L) se dividió en tres grupos: menor de 2,5 mmol/L, entre 2,5 y 3,9 mmol/L y de 4 o más; el aclaramiento (%) a las seis horas también se subdividió, así: 60 o más, 30 a 59, y menos de 30. Se encontró que los pacientes con un lactato alto al ingreso tuvieron mayor mortalidad. Ajustado por edad y por la escala ISS, el valor inicial del lactato fue predictor de mortalidad, la cual fue significativamente mayor en los pacientes con un lactato superior a 4 mmol/L. Los pacientes con una depuración de 60% o más de su concentración inicial de lactato, tuvieron menor mortalidad que aquellos con una de 30% o menor.

En razón a que los datos previstos no pudieron obtenerse de los estudios, no se realizó un metaanálisis.

Discusión

En diferentes estudios se ha determinado el papel de la elevación del lactato y su aclaramiento, como factor pronóstico de mortalidad y estancia en salas hospitalarias y en la unidad de cuidados intensivos, en casos de sepsis², reanimación cardiopulmonar³, quemaduras graves⁴, cirugía cardíaca⁵ y trauma⁶.

En un periodo de 20 años se publicaron seis trabajos dedicados al aclaramiento de lactato en trauma. Ninguno de ellos se realizó específicamente en pacientes con traumatismo penetrante. Todos los estudios fueron de cohorte, el 50 % de ellos de tipo prospectivo. Los criterios de ingreso y exclusión, las variables analizadas y su nivel de medición, fueron correctamente descritas.

En todos los estudios el resultado primario fue la muerte. Solo en uno de ellos se menciona específicamente mortalidad hospitalaria¹⁸; en otros, la mortalidad en la unidad de cuidados intensivos^{14,15,16}. En pocos estudios se tuvo en cuenta el tiempo de estancia como resultado importante^{14,18}. Debido a que los trabajos fueron publicados en épocas muy diferentes, el manejo estadístico de la información no fue homogéneo. Los primeros trabajos sólo reportaron frecuencias y promedios, mientras que los más recientes introdujeron análisis multivariados.

Entre las dificultades encontradas, se pudo establecer que no hubo estandarización del límite de normalidad del lactato ni de la definición operativa de aclaramiento. El lactato se consideró normal cuando alcanzó valores entre 1,5 y 2,2 mmol/L. En los tres estudios más antiguos, el concepto de aclaramiento se refirió a la normalización de los valores del lactato con respecto al tiempo. En los últimos tres trabajos, se utilizó una fórmula de aclaramiento de lactato, que, con variaciones en los tiempos de medición, finalmente lo que establecen es un cociente cuyo numerador está dado por la diferencia del lactato inicial y el lactato en un tiempo determinado y, su denominador, que es el valor inicial del lactato. Los tiempos de medición y los porcentajes de aclaramiento se definieron *a priori*. Se pudo deducir que, mientras más negativo sea el resultado de la fórmula, menor es el porcentaje de aclaramiento y, que los aclaramientos más bajos se han correlacionado con mayor probabilidad de morir, así como los lactatos iniciales más altos (con excepción del estudio de Manikisy, *et al.*, en el que no se encontró correlación entre ausencia de normalización de lactato y mayor probabilidad de muerte).

En cuanto a los índices de gravedad, también fue difícil encontrar uniformidad que permitiera compararlos. En principio, no todos los pacientes incluidos son de trauma y muy pocos sufrieron trauma penetrante. Los pacientes incluidos en los estudios más antiguos tenían catéter de arteria pulmonar y medición de variables hemodinámicas, pero su resultado no fue importante para el resultado primario. Los índices de trauma fueron diferentes en los trabajos, al igual que los índices de gravedad de paciente crítico. No en todos los casos se tuvo en cuenta el tiempo de estancia y, en algunos, sólo la estancia en

la unidad de cuidados intensivos. En pocos trabajos se tuvieron en cuenta el tipo y la dosis de los vasopresores, y el volumen de cristaloides y hemoderivados usados. Los criterios de reanimación que se tenían en cuenta en 1991 son diferentes de los que se usaron en 2010, así que tampoco pudieron estandarizarse los pacientes de esta manera.

A pesar de que se solicitó la información que permitiera comparar a los pacientes con traumatismo penetrante, sólo en uno de los casos se pudo obtener, pero, en esta subpoblación solo se tienen datos de lactato inicial. La tendencia de estos estudios sugiere que los pacientes que ingresan con niveles mayores de lactato, así como los que tardan más en normalizar sus niveles de lactato, o aquellos que en un periodo determinado han tenido una normalización menor, tienen una tendencia a tener mayor mortalidad que los que ingresan con valores normales o que aquellos en quienes se normaliza más fácilmente.

Conclusión

No existen suficientes elementos de juicio para responder la pregunta inicial y se justifica hacer un estudio prospectivo en el cual: solo se incluyan pacientes con traumatismo penetrante; se estandaricen adecuadamente los índices de gravedad de trauma y los de gravedad del paciente crítico; se tengan en cuenta el volumen utilizado para la reanimación y la necesidad de transfusión; se cuantifique el lactato sérico en tiempos preestablecidos, y se calcule la tasa de aclaramiento, con cualquiera de las fórmulas disponibles, pero en todos los pacientes, para que se puedan hacer comparaciones.

Considerando que en la literatura científica se ha discutido si la elevación del lactato en pacientes con niveles elevados de alcohol en sangre, puede ser un factor de confusión y no alterar la mortalidad en esta subpoblación, sería ideal tener en cuenta la concentración de alcohol etílico al ingreso.

lactate clearance as prognostic factor in patients with penetrating trauma. Systematic literature review

Abstract

Introduction: Lactate clearance has been shown to be a prognostic factor for length of stay and in-hospital mortality in sepsis, burns, cardiac surgery, trauma, and in patients requiring resuscitative efforts. There are no specific studies looking at its use in penetrating trauma.

Objective: To establish if lactate clearance is a predictor of length of hospital stay and mortality in patients with penetrating trauma.

Methods: Systematic review of the literature to determine if lactate clearance can predict length of stay and mortality in patients with penetrating trauma.

Results: Lactate clearance in trauma patients is not standardized. There is some heterogeneity in the populations and interventions studied in the literature.

Key words: Lactic acid; wounds and injuries; hospitalization; prognosis; mortality.

Referencias

1. Fidkowski C, Helstrom J. Diagnosing metabolic acidosis in the critically ill: Bridging the anion gap, Stewart, and base excess methods. *Can J Anesth.* 2009;56:247-56.
2. Mikkelsen ME, Miltiades AN, Gaieski DF, Goyal M, Fuchs BD, Shah CV, *et al.* Serum lactate is associated with mortality in severe sepsis independent of organ failure and shock. *Crit Care Med.* 2009;37:1670-7.
3. Lee TR, Kang MJ, Shin TG, Sim MS, Jo IJ, Song KJ, *et al.* Better lactate clearance associated with good neurologic outcome in OHCA patient treated with therapeutic hypothermia. *Resuscitation.* 2012;83:e91.
4. Kamolz LP, Andel H, Schramm W, Meissl G, Herndon DN, Frey M. Lactate: Early predictor of morbidity and mortality in patients with severe burns. *Burns.* 2005;31:986-90.
5. Lindsay AJ, Xu M, Sessler DI, Blackstone EH, Bashour CA. Lactate clearance time and concentration linked to morbidity and death in cardiac surgical patients. *Ann Thorac Surg.* 2013;95:486-92.

6. Zhang Z, Xu X. Lactate clearance is a useful biomarker for the prediction of all-cause mortality in critically ill patients: A systematic review and meta-analysis. *Crit Care Med.* 2014; 42:2118-25.
7. Leandro M, Muñoz Z, Barragán FJ. Fisiopatología , importancia y utilidad del lactato en pacientes con sepsis. *Iatreia.* 2010;23:278-85.
8. García WP, Afuso MI, Villavicencio AO. Depuración de lactato como indicador pronóstico de mortalidad en pacientes con sepsis severa y choque séptico. *Soc Perú Med Interna.* 2007;20:132-8.
9. Sabogal EC, Rivera FA, Joya Y. Lactato y déficit de bases en trauma: valor pronóstico. *Rev Colomb Anestesiol.* 2015;42:60-4.
10. van den Broucke JP, von Elm E, Altman DG, Gøtzsche PC, Mulrow CD, Pocock SJ, *et al.* Strengthening the reporting of observational studies in epidemiology (STROBE): Explanation and elaboration. *PLoS Med.* 2007;4:1628-54.
11. Régnier MA, Raux M, Le Manach Y, Asencio Y, Gaillard J, Devilliers C, *et al.* Prognostic significance of blood lactate and lactate clearance in trauma patients. *Anesthesiology.* 2012;117:1276-88.
12. Guyatt G, Rennie D, Meade MO, Cook DJ. *User's Guides to Medical Literature: Essentials of Evidence-based Clinical Practice* [monograph on the Internet]. New York: McGraw-Hill Medical; 2008. p. 383.
13. Abramson D, Scalea TM, Hitchcock R, Trooskin SZ, Henry SM, Greenspan J. Lactate clearance and survival following injury. *J Trauma.* 1993;35:584-9.
14. Manikis P, Jankowski S, Zhang H, Kahn RJ, Vincent JL. Correlation of serial blood lactate levels to organ failure and mortality after trauma. *Am J Emerg Med.* 1995;13:619-22.
15. McNelis J, Marini CP, Jurkiewicz A, Szomstein S, Simms HH, Ritter G, *et al.* Prolonged lactate clearance is associated with increased mortality in the surgical intensive care unit. *Am J Surg.* 2001;182:481-5.
16. Cardinal Fernández PA, Olano E, Acosta C, Bertullo H, Albornoz H, Bagnulo H. Valor pronóstico del aclaramiento de lactato en las primeras 6 h de evolución en medicina intensiva. *Med Intensiva.* 2009;33:166-70.
17. 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.
18. Dunne JR, Tracy JK, Scalea TM, Napolitano LM. Lactate and base deficit in trauma: Does alcohol or drug use impair their predictive accuracy? *J Trauma.* 2005;58:959-66.

Correspondencia:
Carlos Hernando Morales, MD
hernando.morales@udea.edu.co
Medellín, Colombia