



# Colombian Journal of Anesthesiology

## Revista Colombiana de Anestesiología

www.revcolanest.com.co

OPEN

Wolters Kluwer

## Déficit de base, depuración de lactato e índice de choque como predictores de morbimortalidad en pacientes politraumatizados

### Base deficit, lactate clearance and shock index as predictors of morbidity and mortality in multiple-trauma patients

**Palabras clave:** Ácido Láctico, Morbilidad, Mortalidad, Traumatismo Múltiple, Hemorragia

**Keywords:** Lactic Acid, Morbidity, Mortality, Multiple Trauma, Hemorrhage

Carlos Andrés Cortés-Samacá<sup>a</sup>, Héctor Julio Meléndez-Flórez<sup>a</sup>,  
Saúl Álvarez Robles<sup>a</sup>, Eduardo Andrés Meléndez-Gómez<sup>b</sup>,  
Carla Andrea Puche-Cogollo<sup>c</sup>, Henry Jair Mayorga-Anaya<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Escuela de Medicina, Universidad Industrial de Santander (UIS). Bucaramanga, Colombia

<sup>b</sup> Unidad de Cuidados Intensivos, Clínica Carlos Ardila Lulle. Floridablanca, Colombia.

<sup>c</sup> Unidad de Cuidados Postanestésicos, Hospital Universitario de Santander (HUS), Bucaramanga, Colombia.

#### Resumen

**Introducción:** Las respuestas fisiológicas a la hemorragia no son proporcionales a la pérdida de sangre, lo cual ha llevado a usar escalas como el índice de choque (IC) o biomarcadores como la depuración de lactato (DL) y déficit de base (DB) en la evaluación del paciente politraumatizado.

**Objetivo:** Determinar el riesgo entre no DL, persistencia DB e IC severo a las 6 horas y morbimortalidad postquirúrgica.

**Métodos:** Se realizó un estudio tipo cohorte prospectiva de pacientes politraumatizados, intervenidos quirúrgicamente. Se calculó DL a las 6 horas; el IC, DBEx y lactato al ingreso y control a las 6 horas; se realizó seguimiento a 28 días para determinar morbilidad y mortalidad. DL inadecuado se definió como <20% a las 6 horas, IC severo: >1 y DB anormal: <-6 mmol/L.

**Resultados:** Evaluamos 196 pacientes. La morbilidad fue del 46.24% y la mortalidad del 19.69%. Los RR para morbilidad como reintervención quirúrgica, injuria renal aguda (IRA), neumonía, requerimientos de vasopresor y transfusiones fueron significativos para DL <20%. El ICs y el DB severo al ingreso no fueron predictores significativos, pero a las 6 horas presentaron un comportamiento similar a la DL. En el modelo final, las variables significativas para mortalidad fueron: DL <20% en 6 horas, IRA, edad >45 años, dehiscencia, transfusiones.

**Conclusiones:** En pacientes politraumatizados en estado de choque, la baja DL, el IC y DB severo persistente, a las seis horas, fueron significativos para morbimortalidad y deben promoverse como marcadores de seguimiento en las terapias de reanimación en choque.

Cómo citar este artículo: Cortés-Samacá CA, Meléndez-Flórez HJ, Robles SA, Meléndez-Gómez EA, Puche-Cogollo CA, Mayorga-Anaya HJ. Déficit de base, depuración de lactato e índice de choque como predictores de morbimortalidad en pacientes politraumatizados. Rev Colomb Anestesiología. 2018;46:209-217.

Read the English version of this article at: <http://links.lww.com/RCA/A109>.

Copyright © 2018 Sociedad Colombiana de Anestesiología y Reanimación (S.C.A.R.E.). Published by Wolters Kluwer. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Correspondencia: Carrera 32 No. 29-31, Departamento de Cirugía, Escuela de Medicina, Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Colombia. Correo electrónico: melendez@uis.edu.co

Rev Colomb Anestesiología (2018) 46:3

<http://dx.doi.org/10.1097/CJ9.0000000000000064>

## Abstract

**Introduction:** Physiological responses to hemorrhage are not proportional to blood loss. This has led to the use of scores such as the shock index (SI) or biomarkers such as lactate clearance (LC) and base deficit (BD) in the assessment of multiple trauma patients.

**Objective:** To determine the risk between no LC, persistence of BD, and severe SI at 6 hours, and postoperative morbidity and mortality.

**Methods:** Prospective cohort study with multiple trauma patients taken to surgery. SI, BD, and lactate levels were calculated on admission and after 6 hours; LC was estimated at 6 hours; and follow-up was performed after 28 days to determine morbidity and mortality. Inadequate LC was defined as <20% at 6 hours, severe SI as >1, and abnormal BD as <6 mmol/L.

**Results:** Overall, 196 patients were assessed. Morbidity and mortality were 46.24% and 19.69%, respectively. Relative risks for morbidity such as surgical reintervention, acute renal injury (ARI), pneumonia, need for vasopressors, and transfusions were significant for LC<20%. Severe SI and BD on admission were not found to be significant predictors, but after 6 hours, their behavior was similar to that of LC. In the final model, the significant variables for mortality were LC<20% at 6 hours, ARI, age >45 years, suture dehiscence, transfusions.

**Conclusions:** In multiple trauma patients in shock, low LC, severe SI, and persistent BD at 6 hours were significant for morbidity and mortality and their use as follow-up markers should be encouraged in resuscitation therapies for patients in shock.

## Introducción

Aproximadamente la mitad de las muertes por trauma se relacionan con la hemorragia, la cual debe ser reconocida tempranamente para disminuir los efectos del choque hipovolémico, el cual genera hipoxia tisular, metabolismo anaerobio, y acidosis metabólica.<sup>1</sup> Tradicionalmente se han utilizado los signos vitales y escalas clínicas, para el reconocimiento del estado de choque en pacientes con politrauma severo, sin embargo, existen publicaciones que han demostrado que las respuestas fisiológicas a la hemorragia, como hipotensión y taquicardia, pueden no ser proporcionales al estado de choque, lo cual ha llevado a la necesidad de usar otros predictores como: DL definido como la disminución de lactato respecto al ingreso; DB,<sup>2</sup> el cual se define como la cantidad de base necesaria para llevar el pH de 1L de sangre a 7.4 como mecanismo buffer para mantener pH en límites normales e IC, definido este último como el cociente entre frecuencia cardiaca sobre presión arterial sistólica,<sup>3</sup> índices que nos permiten aumentar la sensibilidad para identificar estados de hipoperfusión.<sup>4</sup> Nuestro objetivo fue evaluar el riesgo relativo de cada variable para morbimortalidad.

## Métodos

Realizamos un estudio analítico tipo cohorte prospectiva seguida desde abril 2016 hasta julio 2017 de pacientes con diagnóstico de choque hemorrágico,<sup>5</sup> definido como hipotensión arterial sistémica: PAS <90 mmHg o PAM <70 mm Hg, asociado a signos clínicos de hipoperfusión tisular e hiperlactatemia. Se consideraron criterios de inclusión pacientes que fueron intervenidos quirúrgicamente de manera emergente, que tuvieran las variables estudiadas: gases arteriales más lactato sérico, signos vitales, uso de hemoderivados y vasopresores, además se calculó el IC al ingreso y a las 6 horas. Se excluyeron pacientes con mortalidad intraoperatoria o en las primeras 6 horas, pacientes que no tenían control gasimétrico, electrolitos y lactato sérico a las 6 horas. La DL se calculó con la siguiente fórmula:<sup>6</sup> (Lactato sérico T0 – Lactato sérico T6) / Lactato sérico T0 \*100; Siendo T0: Medida de lactato inicial y T6: Medida de lactato a las 6 horas y se consideró adecuada si presentaba valores menores al 20% respecto al inicial. El Déficit de Base Exceso severo (-DBEx) se consideró severo si era <-6 mEq/L;<sup>7</sup> se calculó el IC, se catalogó severo si tenía valor >1;<sup>8</sup> los valores de lactato, el IC y DB se registraron al ingreso y control a las 6 horas. Se realizó seguimiento a 28 días para determinar mortalidad y morbilidad tipo: neumonía, infección del sitio quirúrgico (ISO), IRA, dehiscencia de sutura (incluida evisceración) y reintervención. Adicionalmente se registró el uso de hemoderivados y vasopresores.

Se calculó el Riesgo Relativo (RR e IC 95%) para morbilidad y mortalidad de cada variable, la cual fue manejada de manera dicotómica. Se realizó análisis univariado, bivariado y, por último, regresión logística binomial. Finalmente se realizó modelaje y bondad de ajuste, con el fin de evaluar si los datos encontrados se relacionan con los esperados. El análisis de los datos se realizó en Stata<sup>®</sup> 14. Un valor de p <0.05 fue considerado significativo. El estudio fue aprobado por el comité de ética interinstitucional UIS-HUS.

## Resultados

De un total de 380 pacientes de la población blanco, cumplieron criterios de inclusión 196 pacientes. La edad promedio fue de 30 años, el 8.16% fue sexo femenino. El 89,8% fueron clasificados como ASA 4 y 10,2% como ASA 5. La lesión más frecuente (40%) fue la penetrante a tórax (ver *Tabla 1*).

La terapia transfusional se usó en el 45,4% de los pacientes y la terapia vasopresora en el 32%. Cada terapia empleada estuvo a criterio del anesthesiólogo, pero debemos enfatizar que el protocolo institucional en este tipo de pacientes utiliza paquete transfusional (5 UI de Glóbulos Rojos, 5UI de Plaquetas y 5 UI de plasma). El rango Intercuartil de estancia hospitalaria fue de 7 días y en UCI

Tabla 1. Características generales de los pacientes y tipo de trauma

Variable	Total	Abierto		Cerrado
		HACP	HPAF	
Masculino n (%)	180 (91.84)	116 (59.2)	39 (19.9)	25 (12.76)
ASA 4 n (%)	176 (89.75)	117 (59.7)	36 (18.36)	23 (11.73)
ASA 5 n (%)	20 (10.25)	10 (5.1)	5 (2.5)	5 (2.5%)
Edad	30 (18-89)*	29.9 (18-56)	28.27 (18-82)	39.5 (18-89)
<b>Distribución del trauma</b>	% (Fr) n=196 n(%)	HACP n=128 n(%)	HPAF n=41 n(%)	% (Fr) n=27 n(%)
Cerebro	17 (8,6)	0	0	17 (8,6)
Cervical	12 (6,1)	11 (5,6)	1 (0,5)	0
Tórax	80 (40,8)	69 (35,2)	8 (4,08)	3 (1,5)
Abdomen	73 (37,2)	37 (18,8)	29 (14,7)	7 (3,5)
Extremidades	14 (7,1)	11 (5,6)	3 (1,5)	0

\* Edad en años promedio (mínima - máxima).

HACP: Herida Arma Corto-Punzante. HPAF: Herida por Arma de Fuego.

Fuente: Autores.

de 12 días. La morbilidad a 28 días fue del 46.24%, predominando la reintervención quirúrgica y la IRA. La mortalidad fue del 9.69%. Ver [Tabla 2](#).

#### Comportamiento de Base Exceso, índice de choque y depuración de lactato al ingreso y a las 6 horas

El comportamiento de -DBE, ICs y DLa en las primeras 6 horas fue muy variable. La disminución de estos valores fue mayor para el ICs y solo un 6.63% no logro valores normales en este periodo. La -DBEx presento disminución del 45%, pero solo un 59% logro presentar valores no críticos. El 70% persistía con lactato >2mmol/L a las 6 horas, la lactacidemia se dio en un 20% y una DLa > 20% la logro el 84% de los pacientes. Ver [Tabla 3](#).

#### Riesgo relativo para morbilidad según ICs - DLa y -DBEx

La Morbilidad general fue del 46.24%, con predominio de la reintervención y la injuria renal en un 32%. De las variables explicatorias, el -DBEx al ingreso no se asoció con morbilidad, pero su persistencia a las 6 horas, presento RR altos y significativos con excepción de dehiscencia de sutura. El comportamiento del ICs al ingreso fue factor de riesgo para requerimiento de terapia transfusional, y la persistencia de este índice a las 6 horas, se asoció significativamente para morbilidad, excepto para neumonía, dehiscencia de sutura e ISO. La DLa inadecuada a las 6 horas presento RR elevados y significativos para todas las

morbilidades estudiadas. El ICs y -DBEx a las 6 horas presentaron el mayor riesgo para IRA. Ver [Tabla 4](#).

#### Terapia transfusional y terapia vasopresora

Los RR para requerimiento de terapia trasfuncional y el uso de vasopresor, fueron mayores y significativos para ICs, DLa y -DBEx solo a las 6 horas. Ver [Tabla 5](#).

#### Riesgo relativo para mortalidad ICs - DLa y -DBEx

A las 6 horas, la Hiperlactatemia, la DLa <20% y el ICs presentaron RR elevado y significativos para mortalidad, pero no lo fue para -DBEx Hallazgos que será motivo de discusión. Ver [Tabla 6](#).

#### Modelo binomial para mortalidad

Evalúamos el grupo como un todo y realizamos regresión binomial y modelaje evaluando variables que se pudiesen comportar como factores de riesgo, encontrando que edad >45 años, transfusión de hemoderivados, falla renal y depuración menor del 20% a las 6 horas después del ingreso, fueron predictores significativos para mortalidad, con un valor de RR bastante alto para la falla renal aguda (RR 49.19). La bondad de ajuste (Hosmer Lemeshow) la cual nos permitió ver como lo resultados observados y esperados se ajustaban perfectamente  $p=0.86$ . Deviance =35.76266. Ver [Tabla 7](#).

**Tabla 2. Variables Intraoperatorias, Hospitalarias y Morbimortalidad**

Variable	
<b>Terapias usadas</b>	n (%)
Requerimiento Transfusional*	89 (47,8)
Uso de Vasopresores**	59 (31,7)
<b>Estancia</b>	<b>Promedio (Mínima - Máxima)</b>
Estancia UCI (Días)	1,59 (2-28)
Estancia Salas (Días)	7,66 (1-28)
<b>Mortalidad</b>	IC 95% (%)
General (a 28 días)	19 (9,7)
Temprana (24 Horas)	10 (5,1)
<b>Morbilidad</b>	n=86 (46,24) n (%)
Reintervención	33 (17,7)
Injuria Renal Aguda	27 (14,5)
Neumonía	12 (6,4)
Infección Sitio Operatorio	11 (5,9)
Dehiscencia de sutura	3 (1,6)

\*Requerimiento transfusional: paquete de trauma (5 unidades de plaquetas, 5 unidades de glóbulos rojos, 5 unidades de plasma).

\*\*Vasopresores: Dosis equivalente a norepinefrina >0,1mcg/kg/min y/o dopamina 5 mcg/kg/min). IC: Intervalo de confianza.

Fuente: Autores.

## Discusión

Uno de los primeros autores en documentar la asociación entre lactacidemia persistente y morbilidad fue Abramson, quien en 1993 encontró que la mortalidad aumentaba en los pacientes que tenían un retraso en la disminución de niveles de lactato a niveles basales después de 24 a 48 horas, pero quienes lograban una DL 100% en las primeras 24 horas, la sobrevida aumentaba.<sup>9</sup> En nuestro estudio encontramos que la mortalidad aumenta con persistencia de lactacidemia en periodos más cortos de tiempo como 6 horas. En los noventa, se demostró que no sólo el nivel elevado de lactato sérico al ingreso, sino su depuración en las primeras 24 horas,<sup>10,11</sup> disminuían la morbilidad, lo cual pudimos observar en nuestro estudio, pues la mayor tasa de complicaciones y mortalidad se encontró en pacientes con DL <20%. Han surgido investigaciones, donde se encuentra que el monitoreo al ingreso es bastante útil para predecir desenlaces y que la tendencia del monitoreo seriado es una valiosa aproximación de mortalidad hospitalaria;<sup>12</sup> en nuestro estudio la medición de hiperlactatemia al ingreso sólo se asoció con riesgo de transfusiones, sin lograrse asociar con mortalidad o demás morbilidades, al contrario que la tasa de DL y medición de lactato a las 6 horas, donde si encontramos asociaciones estadísticamente significativas. Se cuenta con varios estudios, vale destacar la revisión sistemática de Kruse,<sup>13</sup> donde encuentra 8 estudios retrospectivos de moderada calidad y al igual que un estudio retrospectivo de Odom y Shapiro,<sup>14</sup> autoridades a nivel mundial en tema de perfusión y microcirculación, plantean el lactato inicial y la DL a las 6 horas, como predictores independientes de mortalidad en pacientes con trauma; los autores recomiendan la realización de estudios de carácter prospectivo. González en su revisión sistemática,<sup>15</sup> concluye que un valor de DL

**Tabla 3. Valores de lactato, Base Exceso e Índice de Choque al ingreso y a las 6 horas**

Variable	Valores al Ingreso		Valores a las 6 Horas	
	n (%)	Promedio (Mín.- Máx) DS	Promedio (Mín.- Máx) DS	n (%)
Lactato entre 2-4 mmol/L	51 (26.02)	3.52 (2.8-4) 0.38	2.19 (0.7-4) 0.88	101 (51.5)
Lactacidemia: Lactato >4 mmol/L	145 (74)	7.43 (4.2-19.1) 3.37	7.34 (4.2-18.1) 3.64	38 (19.3)
Normalidad Lactato <2 mmol/l		—	1.4 (0.7-2) 0.40	57 (29.08)
Depuración Lactato <20%		—	46.8% (-59.5-91) 27.15	32 (16.3)
Deficit Severo de Base Exceso (<-6)	25 (12.7)	-8.4 (-27.3-1.2) 4.6	-3.9 (23.6-10) 4.8	81 (41.3)
Indice Choque Severo (>1)	183 (93.3)	1.48	0.8	32 (16.3)

Mín = Mínima Max = Máxima DS Desviación Estándar.

Fuente: Autores.

Tabla 4. Riesgo Relativo para Morbilidad al Ingreso y a las 6 Horas según Base exceso, depuración de lactato y Índice de Choque

	DBEx1		DBEx6		IC1		IC6		DLa 6 horas	
	RR (IC 95%)	Valor p	RR (IC 95%)	Valor p						
Reintervención Quirúrgica	2.26 (0.57-8.9)	0,2	7.95 (3.2-19.7)	<0,001	2.09 (0.31-14.1)	0,41	4.97 (2.8-8.8)	<0,001	7.22 (4.1-12.8)	<0,001
Terapia transfusional	1.71 (0.89-3.3)	0,061	2.09 (1.5-2.9)	<0,001	5.70 (2.9 -37.5)	0,008	2.30 (1.8- 2.92)	<0,001	1.85 (1.4-2.5)	<0,001
Infección Sito Operatorio	1.46 (0.19-10.9)	0,7	6.38 (1.4-28.8)	0,005	3.73 (1.2-11.7)	0.024	1.98 (0.55-7.1)	0,28	23.95 (5.4-105.6)	<0,001
Injuria Renal Aguda	0.84 (0.31-2.2)	0,72	36.91 (5.1-66.5)	<0,001	0.54 (0.17-1.43)	0,21	7.69 (3.9-14.9)	<0,001	12.64 (6.1-26.3)	<0,001
Requerimiento Vasopresor	0.76 (0.41-1.4)	0,42	4.49 (2.5-8.1)	<0,001	0.73 (0.31-1.7)	0,49	4.67 (3.1- 7.04)	<0,001	5.32 (3.6-7.9)	<0,001
Neumonía	0,43 (0.12-1.5)	0,18	7.09 (1.6-31.5)	0,002	1.90 (1.05-3.47)	0.034	1.98 (0.55-7.1)	0,28	7.45 (2.5-21.97)	<0,001
Dehiscencia de Sutura	1*	0.208	2.83 (0.3-30.8)	0,36	1.81 (0.47-7.1)	0.391	2.64 (0.24-28.3)	0,40	2.7 (0.24-28)	0.418

\* Todos los pacientes con dehiscencia presentaron BE Severo.

DBEx1: Déficit de base exceso al ingreso. DBEx6: Déficit de base exceso a las 6 horas. IC1: Índice de choque severo al ingreso. IC6: Índice de choque severo a las 6 horas. DLa: Depuración de lactato a las 6 horas.

Fuente: Autores.

en trauma no ha sido estandarizado y que hay heterogeneidad en las diferentes poblaciones de los estudios y en sus manejos; nosotros proponemos que un punto de corte de DL de 20% es adecuado, dado que mayores porcentajes de DL pudieran relacionarse con terapia hídricas más agresivas y potenciales eventos adversos<sup>16</sup> En un estudio de cohorte prospectivo observacional,<sup>6</sup> Regnier considera

que la DL temprana, definido por el autor como 2 y 4 horas, encuentra como una importante variable independiente y pronóstica, pero con periodos de medición muy estrechos, y dado la dinámica de nuestros servicios, el volumen de pacientes y nuestro ambiente universitario, consideramos muy cortos y no permiten de manera costo-eficiente la evaluación de estos pacientes.

Tabla 5. Riesgo relativo de requerimiento transfusional y Vasopresores según índice de choque severo, déficit de base exceso severo y depuración de Lactato

Variable	Terapia transfusional*		Terapia vasopresora**	
	RR (IC 95%)	Valor de p	RR (IC 95%)	Valor de p
Indice Choque Severo al Ingreso	5.70 (2.86-37.48)	0,0082	0,73 (0.31-1.70)	0,49
Indice Choque Severo a las 6 Horas	2.30 (1.81-2.92)	<0,001	4.67 (3.10-7.04)	<0,001
Deficit Severo de Base Exceso al Ingreso (<-6)	1.71 (0.89-3.27)	0,06	0.76 (0.41-1.43)	0,42
Deficit Severo de Base Exceso a las 6 Horas (<-6)	2,09 (1.52-2.86)	<0,001	4,49 (2.50-8.05)	<0,001
Depuración Lactato <r 20% a las 6 horas	1.85 (1.40-2.45)	<0,001	5.32 (3.56-7.94)	<0,001

\* >2 unidades de hemoderivados.

\*\* norepinefrina a dosis >0,1 mcg/kg/min o dopamina >5 mcg/kg/min.

Fuente: Autores.

Tabla 6. Riesgo Relativo de Mortalidad al Ingreso y a las 6 Horas

Variable	RR Mortalidad (IC 95%)			
	Al Ingreso		A las 6 Horas	
	RR (IC 95%)	Valor de p	RR (IC 95%)	Valor de p
Hiperlactatemia	2.98 (0.71-12.49)	0.10	5.92 (2.28-15.39)	<0.001
Déficit Severo de Base Exceso (<-6)	1.24 (0.30-5.05)	0,75	6.16 (2.5-15.4)	0.000
Depuración Lactato <r 20% a las 6 horas	-		14,9 (5,78 - 38.39)	<0.001
Índice Choque Severo	0.32 (0.11-0.97)	0.05	19.83 (7.05-55.79)	<0.001

Fuente: Autores.

De manera más reciente. Oliveros et al, publicaron una cohorte prospectiva de pacientes con diagnóstico de politrauma que fueron admitidos a UCI y realizaron mediciones de lactato a las 12 y 24 horas. El estudio permitió determinar un comportamiento del lactato similar al encontrado en otras publicaciones, con asociación a mortalidad y permanencia de lactato elevado por encima de 2,35 a las 24 horas.<sup>17</sup> Este estudio tiene la desventaja de no evaluar el comportamiento intraquirúrgico y las complicaciones intraoperatorias, así mismo tiene sesgo de selección, dado que solo evalúa los pacientes más graves que son trasladados a la UCI y no tiene en cuenta los pacientes que llegaron en estado de choque, pero tuvieron una adecuada respuesta terapéutica y completaron su evolución en la UCPA y/o salas generales. Nuestro estudio tiene la bondad que evalúa a los pacientes desde el ingreso a la institución, así mismo hace seguimiento de morbimortalidad a 28 días, suficiente para detectar las diferentes complicaciones que presentan estos pacientes.

Dekker<sup>18</sup> compara en 2016 los diferentes métodos de cálculo de DL y medida de lactato inicial, y concluye que no hay superioridad en la predicción de morbimortalidad en

Tabla 7. Modelo binomial para mortalidad

Variable	Riesgo Relativo (IC 95%)	Valor de p
Injuria Renal Aguda	49.19 (6.82-354.51)	<0.001
Edad > 45 años	2.45 (1,64-3.65)	<0.001
Dehiscencia de Sutura	1.72 (1,15-2.56)	0.007
Depuración lactato <r 20% a las 6 horas	1.42 (1,42-1.43)	<0.001
Terapia transfusional	1.17 (1.17-1.73)	<0.001

Fuente: Autores.

el cálculo de la DL versus medida de lactato inicial. En ese estudio retrospectivo, dentro de las limitaciones que plantea el autor, refiere el posible sesgo de selección. En nuestro estudio documentamos que tiene mayor capacidad de predicción de mortalidad y morbilidad la DL comparado con la medida inicial de lactato.

En cuanto al DB, Ibrahim y colaboradores<sup>19</sup> recientemente publicaron una revisión sistemática de estudios de los últimos 25 años en la que se encontró que valores de DB >6 mmol/L se asocian a lesiones graves, complicaciones como SDRA, lesión pulmonar aguda, IRA y falla multi-orgánica, y aumento de mortalidad. En nuestro estudio encontramos que se asocia a morbilidades como neumonía, IRA, reintervención quirúrgica, requerimiento de terapia de transfusiones y vasopresores, pero no se pudo relacionar con riesgo de mortalidad. Además, esta revisión encontró que la mejoría a las 48 horas en los valores de DB se asociaba a una tasa de mortalidad más baja, pero no nosotros no la pudimos documentar ni al ingreso ni a las 6 horas.

Mutschler y colaboradores identificaron que un DB de -6 mmol/L al ingreso es un adecuado punto de corte para mortalidad; por el contrario, en nuestro estudio esta relación no fue encontrada. En este mismo estudio se estableció una nueva clasificación de choque hipovolémico basada en el valor de DB, con la cual se encontró una mejor relación entre el grado de choque y la necesidad de transfusión al compararla con la clasificación propuesta en el Advanced Trauma Life Support (ATLS), lo cual es apoyado por una revisión retrospectiva de 2954 pacientes,<sup>12</sup> en la que se documentó que la transfusión de glóbulos rojos en las primeras 24 horas del ingreso fue necesaria en el 72% de los pacientes con DB ≥ -6 mmol/L, lo cual también se relaciona con nuestros resultados, en los que se identifica que pacientes que persisten con un valor de déficit de base severo a las 6 horas, presentan 2 veces más riesgo de requerir terapia transfusional.

Finalmente, expondremos la discusión del uso del índice de choque severo (ICs). En la revisión sistemática, Olausson<sup>8</sup> concluye que el ICs es simple y reproducible y útil para predecir transfusiones, y se observó que el límite de  $\geq 1.0$  tenía una especificidad más alta, por lo que en nuestro estudio lo definimos también como punto de corte  $> 1.0$ ; así mismo en nuestros resultados se encontró que un índice de choque mayor a 1 predice requerimiento de terapia transfusional.

En nuestro medio, Charry<sup>3</sup> publicó en 2015 una cohorte de 170 pacientes y encontró que un IC  $> 0,9$  predice peor pronóstico a las 24 horas después de la lesión. Otro hallazgo destacado tanto en el estudio mencionado, como en el nuestro es que el lactato sérico también se correlaciona con un índice de shock mayor de 1 en forma estadísticamente significativa en mortalidad. Pero nuestro estudio tiene la bondad adicional de que no solo con el índice de choque predecimos mortalidad, también pudimos establecer predicción de morbilidad y de terapia transfusional y vasopresores.

Una cohorte retrospectiva de 1419 pacientes, Mitra y Fitzgerald<sup>20</sup> encontraron que los pacientes que recibían una carga de cristaloides de 1 L y persistían con un IC elevado, tenían más requerimientos de terapia transfusional, mayor mortalidad y peores desenlaces que los pacientes que si respondían inicialmente a líquidos. Si bien nosotros no evaluamos efectos terapéuticos específicos, documentamos que, si no hay mejora del índice de choque a las 6 horas, la mortalidad, el requerimiento de transfusiones y vasopresores y la morbilidad aumenta de forma dramática.

En otra cohorte retrospectiva de 16269 pacientes, McNab y cols, estudiaron la relación entre índices de choque prehospitalario severo con la duración de la estancia hospitalaria, la duración de la estancia en la UCI, el número de días de ventilación y el uso de hemoderivados; un IC  $> 0,9$  indican una mayor probabilidad de ir a UCI, cirugía de emergencia o muerte.<sup>21</sup> En nuestro estudio logramos establecer el índice de choque inicial, que extrapolando a este estudio sería equivalente al índice de choque prehospitalario, solo logramos establecer mayor requerimiento de hemoderivados, y en la predicción de mortalidad, nosotros encontramos que tener un índice de choque severo al ingreso es un factor protector, con significancia estadística, lo cual consideramos que en este tipo de pacientes que llegan en estas condiciones, el equipo de trauma se activa de una manera más ágil y se aplican los conceptos de damage control, lo que pudiera llegar a impactar en morbimortalidad.

En esa misma cohorte, McNab y cols, abordan una preocupación relacionada con la exactitud del IC en ancianos. En un análisis por subgrupos, los valores de correlación para pacientes entre dieciséis y sesenta años fueron positivos ( $p < 0,05$ ). En pacientes mayores de ochenta años, ninguna de las correlaciones con las variables de resultado fue estadísticamente significativa.

En pacientes mayores de 60 años, un mayor IC se correlacionó con un aumento en las tasas de mortalidad, concluyendo que el IC prehospitalario por sí solo tiene una precisión decreciente para los pacientes mayores de sesenta años.<sup>22</sup> En nuestro estudio, la edad media poblacional fue de treinta años, por lo que los resultados tienen que ser tomados con precaución en edades geriátricas, dado que este grupo poblacional, tienen mecanismos compensadores fisiológicos reducidos cuando se exponen a trauma. Además, otras intervenciones como uso de betabloqueadores, uso de dispositivos cardiacos como marcapasos, cardiodesfibriladores implantables, cirugía cardiaca y trasplantes de corazón, impiden la compensación y sesgarán la presentación hacia un índice menos conmocionado,<sup>23</sup> por lo que en este grupo etéreo se plantea utilizar puntos de corte más bajos.

En cuanto a la terapia transfusional, diferentes estudios han demostrado la asociación de la transfusión de productos sanguíneos con una mayor supervivencia,<sup>24,25</sup> el hallazgo en nuestro estudio de que un IC severo al ingreso se comporta como factor protector, puede ser secundario a que los pacientes que llegan es estas condiciones críticas a nuestra institución se activan los protocolos de transfusión masiva, cirugía de control de daños, entre otras medidas de reanimación que impactan en la mortalidad. Si pese a estas maniobras, el paciente persiste con esta escala alterada, todos los mecanismos compensatorios son superados y se convierte en un predictor de mortalidad con significancia estadística. Hay otros estudios que indican que no hay disminución de la mortalidad con el uso de terapia transfusional temprana.<sup>26</sup> Por el contrario, no existen estudios en humanos que apoyen el uso de terapia vasopresora en la reanimación del paciente politraumatizado, incluso, su uso temprano para el soporte hemodinámico en pacientes con shock hemorrágico puede ser nocivo y se ha asociado a mayor mortalidad.<sup>27-29</sup> En un metanálisis de ensayos clínicos aleatorizados y estudios observacionales donde se comparan las diferentes estrategias de administración de líquidos en trauma,<sup>30</sup> concluye que las estrategias iniciales de reanimación con la terapia hídrica liberal pueden estar asociadas con una mayor mortalidad en los pacientes. Sin embargo, los autores de esta revisión exponen que los estudios disponibles están sujetos a un alto riesgo de sesgo de selección y hay una gran heterogeneidad clínica. Este resultado debe interpretarse con precaución.

Nuestro estudio, por su diseño, análisis y seguimiento, tienen validez y adecuado nivel de evidencia, por lo tanto, los resultados son válidos y aplicados a nuestra población donde se realizó el mismo.

### Limitaciones

Aunque pudiera considerarse una limitación el tamaño de muestra del presente estudio en comparación con otras series internacionales, nuestro estudio, de carácter pro-

spectivo tuvo un estudio piloto inicial con el cual hicimos un cálculo de muestra, de tal manera que los resultados que obtuvimos son significativos estadísticamente, así mismo son totalmente aplicables no solamente para nuestra población colombiana y para la institución donde laboramos, sino tienen validez externa para poder extrapolarnos a diferentes escenarios geográficos. Si bien el promedio de edad de los pacientes de nuestro estudio fue de 30 años, no se pudo realizar una adecuada valoración por subgrupos para ver el comportamiento en las diferentes etapas de la vida. No se identificaron comorbilidades que pudieran afectar la depuración del lactato (insuficiencia hepática o renal), así mismo alteraciones como renales o respiratorias que pudieran afectar el equilibrio ácido base previamente al trauma. Si bien se documentó el riesgo de mortalidad para terapia transfusional y uso de vasopresores nosotros no estratificamos grupos según tipo de reanimación, por lo que se estos resultados se deben interpretar con precaución, pues institucionalmente cerca del 90% de nuestros profesionales siguen protocolo de reanimación en trauma y terapia transfusional, concomitantemente con el uso de vasopresores tipo noradrenalina y vasopresina.

## Conclusiones

La DL <20% a las 6 horas es factor de riesgo para mortalidad y morbilidad. El DB severo al ingreso no presentó asociación estadísticamente significativa para morbimortalidad, por el contrario el DB severo a las 6 horas es factor de riesgo para mortalidad y morbilidad a excepción de dehiscencia de sutura, El IC severo al ingreso se comporta como factor protector para mortalidad, pero su persistencia a las 6 horas está asociada con mayor mortalidad y mayor morbilidad, excepto para neumonía, dehiscencia de sutura e infección del sitio operatorio. Dado que los métodos (biomarcadores: lactato y base exceso; escala: IC) utilizados en este estudio constituyen un factor predictivo independientes de mortalidad, deben ser tenidos en cuenta para dirigir la terapia de reanimación, obligando a usar terapia guiada por metas hemodinámicas en aquellos pacientes en los que no hay mejoría en las mediciones de control a las 6 horas.

## Responsabilidades éticas

**Protección de personas y animales.** Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

**Confidencialidad de los datos.** Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

**Derecho a la privacidad y consentimiento informado.** Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

## Financiación

Los autores no han recibido ningún tipo de ayuda o beca durante el desarrollo de este manuscrito.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Referencias

1. Raux M, Le Manach Y, Gauss T, Baumgarten R, Hamada S, Harrois A, et al. Comparison of the Prognostic Significance of Initial Blood Lactate and Base Deficit in Trauma Patients. *Anesthesiology* 2017;126:522-533.
2. Saad S, Mohamed N, Moghazy A, Ellabban G, El-Kamash S. Venous glucose, serum lactate and base deficit as biochemical predictors of mortality in patients with polytrauma. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg* 2016;22:29-33.
3. Charry JD, Bermeo JM, Montoya KF, Calle-Toro JS, Núñez LR, Poveda G. Índice de shock como factor predictor de mortalidad en el paciente con trauma penetrante de tórax. *Rev Colomb Cir* 2015;30:24-28.
4. Paladino L, Sinert R, Wallace D, Anderson T, Yadav K, Zehtabchi S. The utility of base deficit and arterial lactate in differentiating major from minor injury in trauma patients with normal vital signs. *Resuscitation* 2008;77:363-368.
5. Vincent JL, De Backer D. Circulatory Shock. *N Engl J Med* 2013;369:18:1726.
6. 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;117:1276-1288.
7. Callaway DW, Shapiro NI, Donnino MW, Baker C, Rosen CL. Serum Lactate and Base Deficit as Predictors of Mortality in Normotensive Elderly Blunt Trauma Patients. *J Trauma* 2009;66:1040-1044.
8. Olaussen A, Blackburn T, Mitra B, Fitzgerald M. Review article: Shock Index for prediction of critical bleeding post-trauma: A systematic review. *EMA - Emergency Medicine Australasia* 2014;26:3:223-228.
9. Abramson D, Scalea TM, Hitchcock R, Trooskin SZ, Henry SM, Greenspan J. Lactate clearance and survival following injury. *J Trauma* 1993;35:8-584.
10. Dellinger RP, Levy MM, Rhodes A, Annane D, Gerlach H, Opal SM, et al. Surviving Sepsis Campaign: International Guidelines for Management of Severe Sepsis and Septic Shock, 2012. *Intensive Care Med* 2013;39:2:165-228.
11. Okello M, Makobore P, Wangoda R, Upoki A, Galunkande M. Serum lactate as a predictor of early outcomes among trauma patients in Uganda. *International Journal of Emergency Medicine* 2014;7:20.
12. Mutschler M, Nienaber U, Brockamp T, Wafaisade A, Fabian T, Paffrath T, et al. Renaissance of base deficit for the initial assessment of trauma patients: a base deficit-based classification for hypovolemic shock developed on data from 16,305 patients derived from the TraumaRegister DGU®. *Crit Care* 2013;17:R42.
13. 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;19:1:74.
14. 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.
15. 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.
16. Baxter J, Cranfield KR, Clark G, Harris T, Bloom B, Gray AJ. Do lactate levels in the emergency department predict outcome in adult trauma patients? A systematic review. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery* 2016;81:3:555-566.

17. Oliveros-Rodríguez H, Estupiñán-López R, Rodríguez-Gómez J. Mediciones seriadas del lactato y su validez predictiva de la mortalidad temprana en los pacientes con politrauma que ingresan a la unidad de cuidado intensivo. *Rev Colomb Anesthesiol* 2017;45 3:166–172.
18. Dekker SE, de Vries HM, Lubbers WD, van de Ven PM, Toor EJ, Bloemers FW, et al. Lactate clearance metrics are not superior to initial lactate in predicting mortality in trauma. *Eur J Trauma Emerg Surg* 2016;42 5:1–11.
19. Ibrahim I, Chor WP, Chue KM, Tan CS, Tan HL, Siddiqui FJ, et al. Is arterial base deficit still a useful prognostic marker in trauma? A systematic review. *Am J Emerg Med* 2016;34: 626–635.
20. Mitra B, Fitzgerald M, Chan J. The utility of a shock index  $\geq 1$  as an indication for pre-hospital oxygen carrier administration in major trauma. *Injury* 2014;45 1:61–65.
21. McNab A, Burns B, Bhullar I, Chesire D, Kerwin A. A prehospital shock index for trauma correlates with measures of hospital resource use and mortality. *Surgery (United States)* 2014;152 3:473–476.
22. McNab A, Burns B, Bhullar I, Chesire D, Kerwin A. An analysis of shock index as a correlate for outcomes in trauma by age group. *Surgery (United States)* 2013;154 2:384–387.
23. Neideen T, Lam M, Brasel KJ. Preinjury beta blockers are associated with increased mortality in geriatric trauma patients. *J Trauma* 2008;65:1016–1020.
24. O'Reilly DJ, Morrison JJ, Jansen JO, Apodaca AN, Rasmussen TE, Midwinter MJ. Prehospital blood transfusion in the en route management of severe combat trauma: a matched cohort study. *J Trauma Acute Care Surg* 2014;77 (3 Suppl 2):S114–S120.
25. Shackelford SA, Del Junco DJ, Powell-Dunford N, Mazuchowski EL, Howard JT, Kotwal RS, et al. Association of Prehospital Blood Product Transfusion During Medical Evacuation of Combat Casualties in Afghanistan With Acute and 30-Day Survival. *JAMA* 2017;318 16:1581–1591.
26. Huang GS, Dunham CM. Mortality outcomes in trauma patients undergoing prehospital red blood cell transfusion: a systematic literature review. *Int J Burns Trauma* 2017;7 2:17–26.
27. Sperry JL, Minei JP, Frankel HL, West MA, Harbrecht BG, Moore EE, et al. Early use of vasopressors after injury: caution before constriction. *J Trauma* 2008;64 1:9–14.
28. Plurad DS, Talving P, Lam L, Inaba K, Green D, Demetriades D. Early vasopressor use in critical injury is associated with mortality independent from volume status. *J Trauma* 2011;71 3:565–570.
29. Gupta B, Garg N, Ramachandran R. Vasopressors: Do they have any role in hemorrhagic shock? *J Anaesthesiol Clin Pharmacol* 2017;33 1:3–8.
30. Wang CH, Hsieh WH, Chou HC, Huang YS, Shen JH, Yeo YH, et al. Liberal Versus Restricted Fluid Resuscitation Strategies in Trauma Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials and Observational Studies. *Crit Care Med* 2014;42:954–961.