

Papel del Delta de PCO₂ en la evaluación pronóstica de morbilidad y mortalidad en una cohorte de pacientes de un hospital latinoamericano

Dres Luis Andrés Dulcey Sarmiento,¹ Juan Sebastián Therañ León,² Valentina Cabrera Peña,³ Rafael Guillermo Parales Strauch,³ Edgar Camilo Blanco Pimiento,³ María Paula Ciliberti Artavia³

¹ Facultad de Medicina, Medicina Interna, Universidad Autónoma de Bucaramanga.

² Facultad de Medicina, Residente en Medicina Familiar, Universidad de Santander.

³ Facultad de Medicina, Pregrado en Medicina, Universidad Autónoma de Bucaramanga, Santander, Colombia.

Resumen

Introducción. El shock séptico es la manifestación más grave de sepsis con tasas de letalidad que pueden llegar hasta el 80%. En los últimos años, ha cobrado relevancia la diferencia arteriovenosa de dióxido de carbono, por su implicación teórica en el metabolismo anaerobio y su significado respecto del normal funcionamiento celular. Por lo antes mencionado, creemos necesario realizar un estudio que nos permita establecer la utilidad de la diferencia arteriovenosa de dióxido de carbono en el paciente con shock séptico de la unidad de cuidados intensivos, como medida indirecta de la perfusión tisular

y de la utilización de oxígeno por los tejidos, que nos permita establecer un diagnóstico precoz y el pronóstico de los pacientes críticamente enfermos. **Métodos.** Estudio observacional, descriptivo y transversal. Muestra de veintiocho pacientes adultos. **Resultados.** Como se ha registrado en otras series, la mayor parte de los pacientes afectados por shock séptico, en nuestro estudio, fueron hombres mayores de 65 años, con al menos una comorbilidad, siendo el principal sitio de infección el respiratorio (67,9%), asociado a una alta tasa de mortalidad (67%). **Conclusiones.** Los pacientes con diferencia arteriovenosa de PCO₂ mayor a 6 mmHg tienen un riesgo aumentado de muerte de 3,2 veces.

Palabras claves. Metabolismo, anaerobio, mortalidad, choque.

Role of PCO₂ Delta in the Prognostic Evaluation of Morbidity and Mortality in a Cohort of Patients from a Latin American Hospital

Summary

Introduction. Septic shock is the most serious man-

Correspondencia. Luis Andrés Dulcey Sarmiento
Correo electrónico: luismedintcol@gmail.com

ifestation of sepsis with mortality rates that can reach up to 80%. In recent years, the arteriovenous carbon dioxide difference has gained relevance, due to its theoretical implication in anaerobic metabolism and its significance with respect to normal cell function. Due to the aforementioned, we believe it is necessary to carry out a study that allows us to establish the usefulness of the arteriovenous carbon dioxide difference in the patient with septic shock in the intensive care unit as an indirect measure of tissue perfusion and utilization of oxygen through the tissues, which allows us to establish an early diagnosis and prognosis of critically ill patients. **Methods.** Observational, descriptive and cross-sectional study. Sample of 28 adult patients. **Results.** As has been reported in other series, most of the patients affected by septic shock in our study were men over 65 years of age, with at least one comorbidity, the main site of infection being respiratory (67.9%), associated with a high mortality rate (67%). **Conclusions.** Patients with an arteriovenous PCO₂ difference greater than 6 mmHg have a 3.2-fold increased risk of death.

Keywords. Metabolism, Anaerobic, Mortality, Shock.

Introducción

Los últimos años del siglo XX y los primeros del siglo XXI se han caracterizado por la aparición sin precedentes, en los distintos campos de la ciencia y la tecnología, de grandes saltos cuantitativos y de calidad que han mejorado distintos aspectos de la vida cotidiana. Las ciencias médicas no se han encontrado al margen de estos acontecimientos: membranas de circulación extracorpórea, tomografía por emisión de positrones, desfibriladores automáticos externos, cápsulas endoscópicas, ventilación líquida, páncreas biológico, entre otros, son algunos de los avances que este período nos ha aportado.

No obstante, existe un sinnúmero de condiciones médicas cuyas tasas de morbilidad y mortalidad siguen estando sujetas al diagnóstico precoz y sin dilación de las alteraciones que las caracterizan, siendo el aspecto humano y la pericia del médico fundamentales para su diagnóstico y correcto tratamiento. Este es el caso del *shock*, palabra anglosajona que designa el estado de hipoperfusión tisular con pobre o mala utilización del oxígeno aportado a los tejidos y cuya etiología puede ser inmensamente variada y en muchas ocasiones solapada, pudiendo ser el resultado de alteraciones, infecciosas, neurológicas o por pérdida de volumen intravascular efectivo, que, en definiti-

va, condicionan la disfunción tisular, ya sea por hipoxia o por hipoperfusión (bajo flujo, disminución de la disponibilidad de oxígeno en las mitocondrias, etcétera).

Los gastos económicos asociados al tratamiento del *shock* séptico son elevados. Tan solo en los Estados Unidos se ingresa a más de 1,2 millones de pacientes que manifiestan o desarrollan *shock*, con costos que rondan los cien mil millones de dólares al año.¹

De igual manera, la tasa de mortalidad derivada de este trastorno está íntimamente relacionada con el diagnóstico precoz y la aplicación de medidas encaminadas a contrarrestar los efectos de la utilización inadecuada de oxígeno por los tejidos. El *shock* séptico es la manifestación más grave de sepsis, con tasas de letalidad del 40%-50%, que pueden llegar hasta el 80%.² En aras de reducir las tasas de mortalidad, se han desarrollado métodos que permiten diagnosticar tempranamente los desequilibrios entre el aporte y la utilización de oxígeno a nivel tisular derivados del *shock*. Métodos como la determinación de lactato sérico, el consumo de oxígeno, el estudio de la relación entre transporte y consumo de oxígeno y el aumento de la producción de anhídrido carbónico son algunos de los más sencillos y costo-efectivos disponibles en la actualidad.

La presión parcial de dióxido de carbono es el reflejo del metabolismo anaerobio. El aumento de esta, a nivel venoso, es el resultado de un incremento de la producción anaerobia del mismo, por taponamiento excesivo de hidrogeniones por el bicarbonato, derivados de ácidos fijos o por falta de remoción del dióxido de carbono de los tejidos. En los últimos años, ha cobrado relevancia la diferencia arteriovenosa de dióxido de carbono (delta PCO₂), por su implicación teórica en el metabolismo anaerobio y su significado respecto del normal funcionamiento celular. Este parámetro, de fácil medición, se comporta como un indicador indirecto de la perfusión celular capilar. Por lo tanto, su oportuna medición podría permitirnos identificar a la población de alto riesgo de mortalidad, así como optimizar las medidas terapéuticas que estén administrándose. Por lo antes mencionado, creemos necesario realizar un estudio que nos permita establecer la utilidad de la diferencia arteriovenosa de dióxido de carbono en el paciente con *shock* séptico de la unidad de cuidados intensivos, como medida indirecta de la perfusión tisular y de la utilización de oxígeno por los tejidos, que nos permita establecer un diagnóstico precoz y el pronóstico de los pacientes críticamente enfermos.

Antecedentes

Estudios y características				
Autor/año	Nº pacientes	Población	Resultados	P.
Du W. <i>et al.</i> /2013 ³	172	Shock séptico. Con $\Delta PCO_2 < 6$ $\Delta PCO_2 > 6$	$\Delta PCO_2 > 6$: 54% mortalidad $\Delta PCO_2 < 6$: 34% mortalidad	0,001
Mallat <i>et al.</i> /2014 ⁴	80	Shock séptico. Con $\Delta PCO_2 < 6$ $\Delta PCO_2 > 6$	75% de mortalidad en grupo con delta PCO2 alto vs 42% grupo delta PCO2 normal	0,003
Ospina-Tascón <i>et al.</i> /2016 ⁵	75	Comparación de 3 grupos $\Delta pCO_2 < 6$ $\Delta pCO_2 6 - 9,9$ $\Delta pCO_2 \geq 10$	Riesgo relativo de morir de 2,2 y 2,5 veces en los grupos con $\Delta PCO_2 > 6$	0,001
Ariadna Hernández Luna, <i>et al.</i> /2010 ⁶	46	Estudio prospectivo, observacional.	Mortalidad mayor ΔCO_2 alto vs ΔCO_2 bajo 34% vs 2,8%.	0,005

Definiciones estándar

Delta PCO2 (ΔPCO_2): diferencia arteriovenosa de dióxido de carbono, medida mediante gasometría. Con muestra venosa obtenida por catéter central localizado en vena cava superior o catéter en arteria pulmonar (sangre venosa mixta).

$$\Delta PCO_2 = PvCO_2 - PaCO_2.$$

$$\Delta PCO_2 = \text{valor de cohorte } 6 \text{ mmHg.}^6$$

En este estudio utilizaremos de manera equivalente los términos delta PCO2, gradiente arteriovenoso de CO2 y diferencia arteriovenosa de CO2.

Sepsis: disfunción orgánica potencialmente mortal causada por una respuesta desregulada del huésped a la infección.⁷

Shock: incapacidad para proporcionar una perfusión suficiente de sangre oxigenada y sustratos a los tejidos para satisfacer sus necesidades metabólicas.¹

Shock séptico: subcategoría de la sepsis en la que las alteraciones circulatorias y del metabolismo celular son lo suficientemente profundas como para aumentar considerablemente la mortalidad.⁷

Objetivos generales

1. Determinar si el aumento de la diferencia arteriovenosa de dióxido de carbono se relaciona con una mayor mortalidad en el shock séptico.

Específicos

1. Caracterizar a la población de estudio por edad y sexo.
2. Medir la diferencia arteriovenosa de dióxido de carbono en los pacientes con diagnóstico de shock séptico.
3. Identificar los principales focos de infección.

4. Identificar las principales complicaciones en los pacientes con shock séptico.

5. Establecer la relación entre el delta PCO2 y la mortalidad.

Marco metodológico

Tipo de estudio

El presente estudio es de tipo observacional, descriptivo y transversal. Se registrarán los datos referentes al comportamiento del ΔPCO_2 y su asociación con la mortalidad en pacientes con shock séptico de la unidad de cuidados intensivos adultos de un hospital de IV nivel en América del Sur.

A los pacientes que cumplieron los criterios de inclusión de este estudio se les realizó, mediante instrumento de recolección de datos estandarizado, el registro de información demográfica y clínica pertinente (edad, género y antecedentes), con la creación de una base de datos y la asignación de un código único que quedó asociado de manera intransferible a cada paciente.

La variable ΔPCO_2 se trabajará como una variable categórica de dos niveles: pacientes con shock séptico y $\Delta PCO_2 < 6$ mmHg y pacientes con $\Delta PCO_2 \geq 6$ mmHg.

Los datos obtenidos fueron procesados mediante el programa de análisis estadístico SPSS para Windows en su versión más reciente, para su posterior tabulación e interpretación.

Población y muestra

Pacientes mayores de 18 años que fueron atendidos en la Unidad de Cuidados Intensivos de la Policlínica Metropolitana de Caracas con diagnóstico de shock séptico del 01/01/2019 al 31/12/2020 y que cumplieron los criterios de inclusión de este estudio.

Criterios de inclusión

- Pacientes mayores de 18 años de edad ingresados en la Unidad de Cuidados Intensivos de la Policlínica Metropolitana de Caracas.
- Pacientes con catéter venoso central o catéter en arteria pulmonar.
- Pacientes a quienes se les haya realizado gasometría arterial y venosa simultánea en sus primeras 12 horas de ingreso a la UCI.

Criterios de exclusión

- Menores de 18 años.
- Contraindicación para colocación de catéter venoso central.
- Pacientes sin gasometría arterial y venosa en las primeras 12 horas de ingreso a UCI.
- EPOC.
- Embarazo.
- Enfermedad neuromuscular.

Sistema de variables

- Edad: años cumplidos del paciente.
- Género: Femenino / Masculino.
- Días de ingreso en UCI: tiempo de permanencia en UCI.
- Antecedentes: datos aportados por el paciente sobre enfermedades presentes.
- Foco infeccioso: área comprometida del cuerpo.
- Diagnóstico: tipo de infección.
- Tipo de vaso activo: medicación suministrada.
- Requerimiento de ventilación mecánica: Sí/No.
- Valor de Delta PCO2: Diferencia arterio venosa de CO2.
- Complicaciones: descripción de eventos presentados en UCI.

Aspectos éticos

Los aspectos éticos de este trabajo de investigación se llevaron a cabo sobre la base de los criterios del *Informe Belmont*, ajustados a sus principios de respeto a la persona, beneficencia y justicia, y la declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial de 1964. Asimismo, estará sujeto a la legislación del país donde fue realizado el estudio y su código de deontología médica de 1985 (actualmente vigente) en su título V, capítulo 4, en lo referente a la investigación en seres humanos. Se mantuvieron los más altos estándares que permitieron el resguardo de la privacidad e integridad física de los participantes. Mediante consentimiento informado se explicaron los objetivos de esta investigación. De igual manera se explicó detalladamente y en lenguaje claro y

comprensible los procedimientos que se realizaron y los riesgos y complicaciones inherentes a estos en caso de que los hubiera.

Resultados

Descriptiva general de la muestra

Para este estudio, la muestra está conformada por veintiocho pacientes, presentando las siguientes características.

Tabla 1. Descriptivas del género y grupo etario del estudio.

Variable del estudio	N	%
Femenino	4	14,3%
Masculino	24	85,7%
Total	28	100%
Menores a 65 años	12	42,9%
Grupo etario entre 65 y 75 años	9	32,1%
Mayores a 75 años	7	25,0%
Total	28	100%

Fuente: datos del estudio.

Para este estudio, el 85,7% (24 pacientes) corresponde al género masculino. La edad del grupo registra una media \pm desviación estándar de 69 ± 12 años, con una edad mínima de 43 años y una máxima de 93 años; conformando los grupos etarios, el mayor número de pacientes fueron mayores de 65 de edad, al combinar tanto los grupos de 65 y 75 y más de 65 años, lo que representó el 57,1% de todos los casos.

Tabla 2. Comorbilidades.

Variable del estudio	N	%
Ninguno	6	21,40%
Mieloma múltiple	1	3,60%
Diabetes mellitus	4	14,30%
HTA	10	35,70%
ERC	3	10,70%
Cardiopatía	4	14,30%
Total	28	100,00%

Fuente: datos del estudio.

Los antecedentes comórbidos más frecuentes fueron la hipertensión arterial (35,7%), la diabetes mellitus (14,3%), las enfermedades del corazón (14,3%) y la enfermedad renal crónica (10,7%), en orden decreciente de frecuencia.

Tabla 3. Foco infeccioso.

Variable del estudio	N	%
Digestivo	1	3,60%
Urinario	2	7,10%
Foco infeccioso abdominal	3	10,70%
Endovascular	3	10,70%
Respiratorio	19	67,90%
Total	28	100%
Gastroenteritis	1	3,60%
Infección del tracto urinario	2	7,10%
Neumonía por aspiración	2	7,10%
Absceso intraabdominal	3	10,70%
Catéter de hemodiálisis	3	10,70%
Neumonía a focos múltiples	8	28,60%
Covid 19	9	32,10%
Total	28	100%
Norepinefrina	13	46,40%
Adrenalina	6	21,40%
Adrenalina / Norepinefrina	9	32,10%
Total	28	100%

Fuente: datos del estudio.

El principal punto de partida para los cuadros infecciosos encontrados durante nuestro estudio fue el respiratorio, con un 67,9 % de todos los casos (19 pacientes), mientras que el 32,1% restante se reparte en distintos órganos o sistemas como el abdominal, el urinario o el endovascular con porcentajes de 10,70%, 7,10% y 10,7%, respectivamente. En cuanto al diagnóstico, el 32,1% (9 pacientes) presentaron covid-19, mientras que la neumonía a focos múltiples registró un 28,6% (neumonías de etiología bacterianas); el resto (39,2% - 11 pacientes) se distribuyeron de la siguiente manera: gastroenteritis 3,6%, ITU 7,10%, neumonías por aspiración 7,10%, infección de catéter de hemodiálisis 10,7 y el porcentaje de abscesos intraabdominales 10,7%.

La norepinefrina fue el vasoactivo más aplicado en monoterapia, con un 46,4% (13 pacientes), mientras que la adrenalina se utilizó en el 21,4% (6 pacientes). La combinación de ambos vasoactivos representó el 32,1%.

Tabla 4. Días de ingreso en UCI.

Variable del estudio	N	%
Menos de 5 días	14	50,0%
Tiempo en UCI Más de 5 días	14	50,0%
Total	28	100,0%

Fuente: datos del estudio.

Si bien el tiempo en UCI guarda relación con la aparición de complicaciones y mayor morbilidad y mortalidad (demostrado ampliamente en estudios previos), no fue posible obtener variaciones estadísticamente significativas, puesto que se distribuyeron de manera similar los pacientes con estadías en UCI de más o menos de 5 días. 14 pacientes por grupo.

Tabla 5. Descriptivas del requerimiento de ventilación mecánica del estudio.

Variable del estudio		N	%
Requerimiento de ventilación mecánica	No	3	10,7%
	Sí	25	89,3%
Total		28	100%

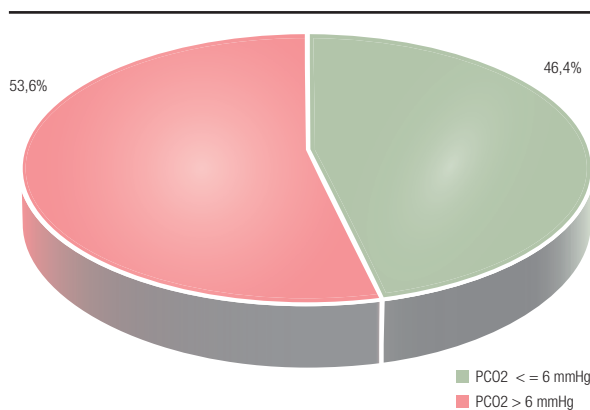
Fuente: datos del estudio.

La gran homogeneidad del grupo de estudio queda de manifiesto en esta tabla, en la cual cerca del 90% de los pacientes requirieron, en algún momento de su ingreso a UCI, soporte ventilatorio mecánico, invasivo a no invasivo.

Tabla 6. Delta PCO₂.

Variable del estudio	N	%
PCO ₂ ≤ 6 mmHg	13	46,4%
PCO ₂ > 6 mmHg	15	53,6%
Total	28	100%

Fuente: Datos del estudio.

Gráfico 1. Distribución de PCO₂ en el estudio.

Fuente: datos del estudio.

El valor del delta PCO₂ se comportó de la siguiente manera en el estudio: el 53,6% de los pacientes presentaron una diferencia arteriovenosa de anhídrido carbónico mayor o igual a 6 milímetros de mercurio. El restante 46,4% se encontraba por debajo de este valor.

Tabla 7. Descriptivas de las complicaciones y desenlace en el estudio.

Variable del estudio	N	%
Ninguna	10	35,70%
Falla hepática	2	7,10%
Taquicardia ventricular	3	10,70%
Complicaciones tromboembolismo pulmonar	3	10,70%
Hematoma intraparenquimatoso	3	10,70%
Falla renal aguda	4	14,30%
Fibrilación auricular	3	10,70%
Total	28	100,00%
Fallecimiento	19	67,90%
Alta médica	9	32,10%
Total	28	100,00%

Fuente: datos del estudio. Significativo con $p < 0,05$.

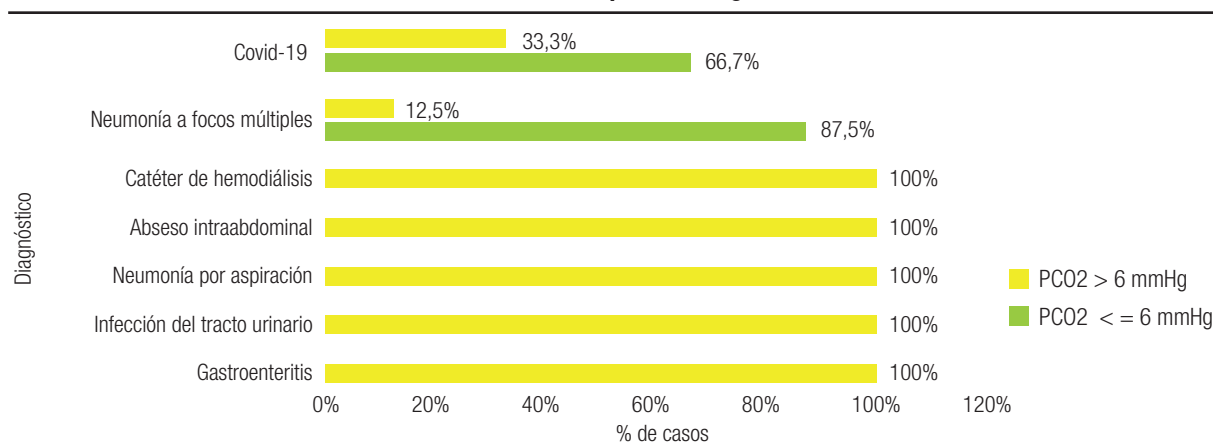
La complicación más frecuente, identificada durante el estudio, fue la falla renal, que afectó al 14,3%, seguido, con igual porcentaje (10,7%), de tromboembolismo pulmonar, taquicardia ventricular, hematoma intraparenquimatoso y fibrilación auricular. Es decir, el 64,3% de los pacientes inclui-

dos en el estudio presentaron alguna complicación.

La mortalidad del estudio fue elevada, con valores mayores al 65%. Tan solo el 32,1% de los pacientes que fueron incluidos en esta revisión fueron dados de alta exitosamente al concluir este estudio.

Tabla 8. Distribución de la valoración del PCO2 con respecto al diagnóstico en el estudio.

Valoración PCO2							
Diagnóstico	PCO2 <= 6 mmHg		PCO2 > 6 mmHg		Total		Chi - Cuadrado - <i>p</i> *
Variables	N	%	N	%	N	%	
Gastroenteritis	0	0,0%	1	100,0%	1		16,441 - 0,012a
Infección del tracto urinario	0	0,0%	2	100,0%	2		
Neumonía por aspiración	0	0,0%	2	100,0%	2		
Absceso intraabdominal	0	0,0%	3	100,0%	3	100%	
Catéter de hemodiálisis	0	0,0%	3	100,0%	3		
Neumonía a focos múltiples	7	87,5%	1	12,5%	8		
Covid 19	6	66,7%	3	33,3%	9		
Total	13	46,4%	15	53,6%	28	100%	

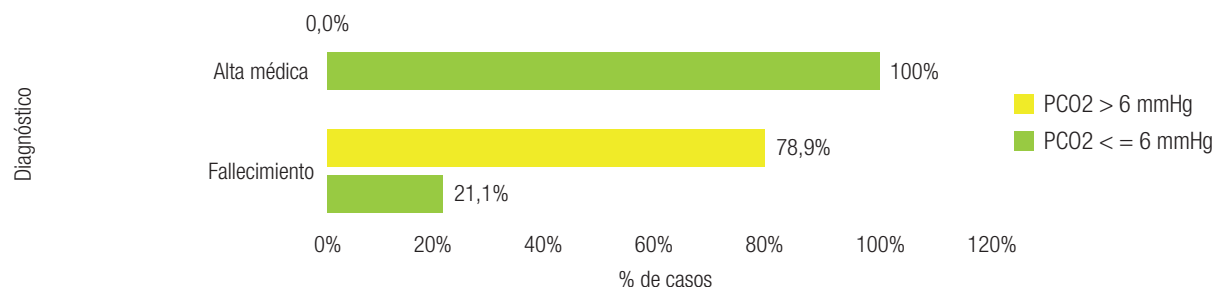
Fuente: datos del estudio. Significativo con $p < 0,05$. (a) La prueba no es significativa, la muestra no presenta suficiente variabilidad de casos.**Gráfico 2.** Distribución de la valoración del PCO2 con respecto al diagnóstico en el estudio.

Fuente: datos del estudio.

Dada la poca variabilidad de los grupos, no fue posible obtener valores estadísticamente significativos cuando se intentó relacionar el delta PCO₂ mayor o menor a 6 mmHg con las distintas pato-

logías encontradas, hallando entidades mórbidas que solo presentaban pacientes en uno de los dos grupos, por lo que no se puede establecer un análisis estadístico.

Gráfico 3. Distribución de la valoración del PCO₂ con respecto al desenlace en el estudio.



Fuente: datos del estudio.

Al establecer la relación entre el delta PCO₂ y el desenlace de los pacientes, mediante la prueba estadística chi cuadrado, encontramos que existe una relación estadísticamente significativa entre mortalidad y gradiente arteriovenoso de PCO₂.

El 100% de los pacientes dados de alta presentaron valores de delta PCO₂ inferiores a 6 mmHg. Mientras que de los 23 pacientes fallecidos, el 78,9% presentaron valores de Δ PCO₂ ≥ 6 mmHg.

Para esta muestra, se tiene un riesgo relativo

(OR)= 3,250; esto es, la probabilidad de fallecer se incrementa en 3,2 veces con la presencia de valores de delta PCO₂ superiores a 6 mmHg.

Más aún, si combinamos los del valor de la Δ PCO₂ y el requerimiento de drogas vasoactivas, vemos cómo la necesidad de usar dos drogas con efecto alfa agonista se incrementó en los pacientes con delta PCO₂ mayor de 6 mmHg, como se evidencia en la tabla presentada a continuación.

Tabla 9. Distribución de la valoración del PCO₂ respecto del tipo de vaso activo.

Valoración Delta PCO2							
Tipo de vasoactivo	Delta PCO2 < = 6 mmHg		Delta PCO2 > 6 mmHg		Total		Chi - Cuadrado - <i>p</i> *
	N	%	N	%	N	%	
Norepinefrina	10	76,9%	3	23,1%	13		10,681 - 0,005(a)
Adrenalina	0	0,0%	6	100,0%	6	100%	
Adrenalina / Norepinefrina	3	33,3%	6	66,7%	9		
Total	13	46,4%	15	53,6%	28	100%	

Por otra parte, cuando intentamos combinar variables, en este caso la relación entre delta PCO₂ y los días de hospitalización, podemos observar algunas tendencias interesantes. En primer lugar, en los primeros 5 días de ingreso en la unidad de cuidados intensivos, los pacientes que presentaban valores de Δ PCO₂ > presentaron un mayor porcentaje de mortalidad (39,3% 0%); no obstante, luego de este período de tiempo (5 días), el porcentaje de fallecimiento se equipara, con cuatro fallecidos en ambos grupos.

Discusión

La hipercapnia tisular aumenta cuando hay falla circulatoria secundaria a hipovolemia, sepsis y cardíaca. La hipercapnia venosa resulta de la oxi-

dación tisular por el incremento del metabolismo anaerobio. El CO₂ venoso es dependiente del flujo circulatorio, afectado en nuestro grupo particular de pacientes por la presencia de *shock* séptico.

Los pacientes de este estudio tuvieron similares estrategias de reanimación y de tratamiento, así como características epidemiológicas comparables entre sí, siendo la principal diferencia entre ellos el gradiente arteriovenoso de CO₂.

Como se ha registrado en otras series,⁸ la mayor parte de los pacientes afectados por *shock* séptico, en nuestro estudio, fueron hombres mayores de 65 años, con al menos una comorbilidad (HTA, DM), siendo el principal sitio de infección el respiratorio (67,9%), asociado a una alta tasa de mortalidad (67%), quizás permeada esta alta mortalidad, por

el advenimiento de la pandemia por covid-19 que transitó por uno de sus picos más altos durante los meses en que se desarrolló este trabajo investigativo. Cabe destacar que tan solo los casos confirmados por PCR están incluidos en este estudio como casos confirmados de casos de covid-19; es así como un número importante de casos sospechosos solo están registrados como neumonía a focos múltiples. Fue la falla renal la principal complicación en el grupo de pacientes estudiados, necesitando el 89% de todos los pacientes ventilación mecánica invasiva.

Estos hallazgos son similares a lo encontrado por Frank Leonel Tianyi,⁹ en 2019, en su metaanálisis sobre la epidemiología de la sepsis. El único dato discordante estaría relacionado con la mortalidad, siendo superior en nuestro estudio; no obstante lo antes comentado respecto de la pandemia de covid-19 podría explicarlo a cabalidad.

Finalmente, logramos establecer una relación independiente entre el delta PCO₂ mayor a 6 mmHg y el riesgo de morir en los pacientes con *shock* séptico. En nuestro estudio, encontramos que la probabilidad de fallecer se incrementa en 3,2 veces con la presencia de valores de delta PCO₂ superiores a 6 mmHg. Datos estos que se asemejan a lo hallado por Ospina-Tascón en 2013,⁵ en los que los pacientes con delta PCO₂ mayores a 6 mmHg tuvieron un riesgo relativo de morir de 2,5 veces respecto de la población general. Resulta llamativo que la totalidad de los pacientes que sobrevivieron tenían valores de diferencia arteriovenosa de dióxido de carbono inferiores a 6 mmHg. Como resultado secundario de este estudio, encontramos una mayor tendencia a utilizar más drogas vasoactivas (adrenalina y noradrenalina) en los pacientes con $\Delta\text{PCO}_2 > 6$ mmHg.

Al combinar las variables días de hospitalización, mortalidad y ΔPCO_2 , notamos que los pacientes con $\Delta\text{PCO}_2 > 6$ mmHg fallecieron más precozmente en el estudio y que la probabilidad de morir tiende a equipararse luego de este período de tiempo.

Es necesario establecer el momento en que empieza a producirse este aumento y si su elevación precede a otros marcadores habitualmente utilizados, así como si la disminución de estos valores podría disminuir la morbilidad a corto plazo, como una meta terapéutica. Otro aspecto a esclarecer será si la magnitud de esta elevación es directamente proporcional a la mortalidad y si este parámetro puede predecir mortalidad en poblaciones con diferentes tipos de *shock* (cardiogénico, hipovolémico, etcétera).

Conclusión

La mayoría de los pacientes afectados por *shock* séptico son varones mayores de 65 años de edad. Las infecciones respiratorias son la principal causa de *shock* séptico. La falla renal aguda fue la principal complicación asociada al *shock* séptico. Los pacientes con *shock* séptico tuvieron una alta tasa de

mortalidad (67%). El delta PCO₂ mayor de 6 mmHg parece ser un factor de riesgo de mortalidad independiente en pacientes con *shock* séptico. Los pacientes con diferencia arteriovenosa de PCO₂ mayor a 6 mmHg tienen un riesgo aumentado de muerte 3,2 veces mayor que la población general. El delta PCO₂ puede tener un valor predictivo de mortalidad en la práctica médica habitual de terapia intensiva. Valores de delta PCO₂ inferiores a 6 mmHg pueden ser un objetivo terapéutico en la unidad de cuidados intensivos en la reanimación guiada por objetivos en los pacientes con *shock* séptico, como se ha visto en otros estudios.¹⁰⁻¹⁵

Alentamos al gremio científico dedicado al cuidado de pacientes críticos a hacer mayores revisiones al respecto y poder caracterizar estos aspectos que permiten dictaminar el pronóstico y la mortalidad en pacientes gravemente enfermos, como se ha visto en otros estudios.¹⁶⁻²⁰

Bibliografía

1. Goldman Cecil, edición 25. Pp. 672. Elsevier, 2016.
2. Lavadenz Cuentas LA. Venoarterial carbon dioxide difference as a predictor of mortality. *Rev Cient Cienc Méd.* 2014;17(2).
3. Du W, Liu DW, Wang XT, Long Y, Chai WZ, Zhou X, *et al.* Combining central venous-to-arterial partial pressure of carbon dioxide difference and central venous oxygen saturation to guide resuscitation in septic shock. *J Crit Care.* 2013;28:1110.e1.
4. Mallat J, Pepy F, Lemyze M, Gasan G, Vangrunderbeeck N, Tronchon L, *et al.* Central venous-to-arterial carbon dioxide partial pressure difference in early resuscitation from septic shock: A prospective observational study. *Eur J Anaesthesiol.* 2014;31:371-80.
5. Ospina-Tascón GA, Bautista-Rincon DF, Umana M, Tafur JD, Gutiérrez A, García AF, *et al.* Persistently high venous-to-arterial carbon dioxide differences during early resuscitation are associated with poor outcomes in septic shock. *Crit Care.* 2013;17:R294.
6. Ariadna Hernández L, *et al.* Delta de dióxido de carbono para valorar perfusión tisular como predictor de mortalidad en choque séptico. *Revista de la Sociedad Mexicana de Medicina Crítica.* 2011;XXV(2):66-70.
7. Singer M, *et al.* The Third International Consensus Definitions for sepsis and shock séptico. *JAMA.* 2016;315(8):762-74.
8. Chávez-Vivas M, Del Cristo-Martínez A, Tascón AJ. Características epidemiológicas de pacientes con diagnóstico de sepsis y choque séptico en un hospital de la ciudad de Cali, Colombia. *Acta méd. Costarric.* [Internet]. 2018;60(4):150-6. Disponible en: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-60022018000400150&lang=es
9. Tianyi FL, Tochie JN, Danwang C, Mbonda A, Temgoua MN, Mapoh SY, Nkemngu NJ, Tallah E, Bigna JJ. Global epidemiology of septic shock: a protocol for a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open.* 2019;9(11):e032289. DOI: 10.1136/bmjopen-2019-032289. PMID: 31727659; PMCID: PMC6886960.

10. Proceedings of Reanimation 2021, The French Intensive Care Society International Congress. *Ann Intensive Care*. 2021;11(Suppl 1):97. DOI: [10.1186/s13613-021-00862-0](https://doi.org/10.1186/s13613-021-00862-0). PMID: 34185186. PMCID: PMC8239334.
11. Proceedings of Réanimation 2020, the French Intensive Care Society International Congress. *Ann Intensive Care*. 2020;10(Suppl 1):16. DOI: [10.1186/s13613-020-0623-7](https://doi.org/10.1186/s13613-020-0623-7). PMID: 32048060. PMCID: PMC7013036.
12. Nassar B, Badr M, Van Grunderbeeck N, Temime J, Pepy F, Gasan G, Tronchon L, Thevenin D, Mallat J. Central venous-to-arterial PCO2 difference as a marker to identify fluid responsiveness in septic shock. *Sci Rep*. 2021;11(1):17256. DOI: [10.1038/s41598-021-96806-6](https://doi.org/10.1038/s41598-021-96806-6). PMID: 34446823. PMCID: PMC8390642.
13. Mallat J, Vallet B. Ratio of venous-to-arterial PCO2 to arteriovenous oxygen content difference during regional ischemic or hypoxic hypoxia. *Sci Rep*. 2021;11(1):10172. DOI: [10.1038/s41598-021-89703-5](https://doi.org/10.1038/s41598-021-89703-5). PMID: 33986417. PMCID: PMC8119496.
14. Mallat J, Lemyze M, Tronchon L, Vallet B, Thevenin D. Use of venous-to-arterial carbon dioxide tension difference to guide resuscitation therapy in septic shock. *World J Crit Care Med*. 2016;5(1):47-56. DOI: [10.5492/wjccm.v5.i1.47](https://doi.org/10.5492/wjccm.v5.i1.47). PMID: 26855893. PMCID: PMC4733455.
15. Robin E, Futier E, Pires O, Fleyfel M, Tavernier B, Lebuffe G, Vallet B. Central venous-to-arterial carbon dioxide difference as a prognostic tool in high-risk surgical patients. *Crit Care*. 2015;19(1):227. DOI: [10.1186/s13054-015-0917-6](https://doi.org/10.1186/s13054-015-0917-6). PMID: 25967737. PMCID: PMC4486687.
16. Mallat J, Mohammad U, Lemyze M, Meddour M, Jonard M, Pepy F, Gasan G, Barrailler S, Temime J, Vangrunderbeeck N, Tronchon L, Thevenin D. Acute hyperventilation increases the central venous-to-arterial PCO2 difference in stable septic shock patients. *Ann Intensive Care*. 2017;7(1):31. DOI: [10.1186/s13613-017-0258-5](https://doi.org/10.1186/s13613-017-0258-5). Epub: 20 de marzo de 2017. PMID: 28321801. PMCID: PMC5359263.
17. Huette P, Ellouze O, Abou-Arab O, Guinot PG. Venous-to-arterial pCO2 difference in high-risk surgical patients. *J Thorac Dis*. 2019;11(Suppl. 11):S1551-S1557. DOI: [10.21037/jtd.2019.01.109](https://doi.org/10.21037/jtd.2019.01.109). PMID: 31388460. PMCID: PMC6642915.
18. Mallat J, Lemyze M, Meddour M, Pepy F, Gasan G, Barrailler S, Durville E, Temime J, Vangrunderbeeck N, Tronchon L, Vallet B, Thevenin D. Ratios of central venous-to-arterial carbon dioxide content or tension to arteriovenous oxygen content are better markers of global anaerobic metabolism than lactate in septic shock patients. *Ann Intensive Care*. 2016;6(1):10. DOI: [10.1186/s13613-016-0110-3](https://doi.org/10.1186/s13613-016-0110-3). Epub: 3 de febrero de 2016. PMID: 26842697. PMCID: PMC4740480.
19. Pierrakos C, De Bels D, Nguyen T, Velissaris D, Attou R, Devriendt J, Honore PM, Taccone FS, De Backer D. Changes in central venous-to-arterial carbon dioxide tension induced by fluid bolus in critically ill patients. *PLoS One*. 2021;16(9):e0257314. DOI: [10.1371/journal.pone.0257314](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0257314). PMID: 34506589. PMCID: PMC8432848.
20. Portran P, Jacquet-Lagrece M, Schweizer R, Fornier W, Chardonnal L, Pozzi M, Fischer MO, Fellahi JL. Improving the prognostic value of Δ PCO2 following cardiac surgery: a prospective pilot study. *J Clin Monit Comput*. 2020;34(3):515-23. DOI: [10.1007/s10877-019-00352-6](https://doi.org/10.1007/s10877-019-00352-6). Epub: 10 de julio de 2019. PMID: 31292833. PMCID: PMC7223397.