



GOBIERNO DE LA  
CIUDAD DE MÉXICO



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

SECRETARÍA DE SALUD DE LA CIUDAD DE MÉXICO  
DIRECCIÓN DE FORMACIÓN, ACTUALIZACIÓN MÉDICA E INVESTIGACIÓN

CURSO UNIVERSITARIO DE ESPECIALIZACIÓN EN  
MEDICINA CRÍTICA

**“DELTA DE CO<sub>2</sub> COMO ESTRATEGIA DEL MANEJO INTEGRAL DEL PACIENTE  
CON CHOQUE SÉPTICO EN LA UCI”.**

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN  
CLÍNICA

PRESENTADO POR  
IRÁN EMMANUEL LEÓN MONTIEL

PARA OBTENER EL DIPLOMA DE ESPECIALISTA EN  
MEDICINA CRÍTICA

DIRECTOR DE TESIS  
DR. MARTÍN MENDOZA RODRÍGUEZ

CD. MX. 2023



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



GOBIERNO DE LA  
CIUDAD DE MÉXICO



**DELTA DE CO<sub>2</sub> COMO ESTRATEGIA DEL MANEJO INTEGRAL DEL PACIENTE CON  
CHOQUE SÉPTICO EN LA UCI.**

AUTOR: IRÁN EMMANUEL LEÓN MONTIEL.

Vo.Bo.

DR. MARTÍN MENDOZA RODRÍGUEZ

PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE MEDICINA CRÍTICA DE LA SECRETARÍA DE  
SALUD DE LA CIUDAD DE MÉXICO

Vo.Bo.



DRA. LILIA ELENA MONROY RAMÍREZ DE ARELLANO  
DIRECTORA DE FORMACIÓN, ACTUALIZACIÓN MÉDICA E INVESTIGACIÓN.  
SECRETARÍA DE SALUD DE LA CIUDAD DE MÉXICO

SECRETARÍA DE SALUD DE LA  
CIUDAD DE MÉXICO  
DIRECCIÓN DE FORMACIÓN,  
ACTUALIZACIÓN MÉDICA E  
INVESTIGACIÓN



GOBIERNO DE LA  
CIUDAD DE MÉXICO



**DELTA DE CO<sub>2</sub> COMO ESTRATEGIA DEL MANEJO INTEGRAL DEL PACIENTE CON  
CHOQUE SÉPTICO EN LA UCI.**

---

DR. MARTÍN MENDOZA RODRÍGUEZ

**DIRECTOR DE TESIS**

PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE MEDICINA CRÍTICA DE LA SECRETARÍA DE  
SALUD DE LA CIUDAD DE MÉXICO

## **DEDICATORIA**

A mi esposa Minerva Pérez Tlahuextl, por todo su apoyo durante este tiempo en mi formación, incondicional y siempre con palabras de aliento y reconfortantes ante cualquier situación, por esperarme con los brazos abiertos cada tiempo libre para poder estar con mi familia, por su cariño incondicional y todas las atenciones que nunca podré terminar de agradecer.

A mi Padre, José Rafael León Herrera, por su apoyo para emprenderme en la más humana y humilde de las profesiones, por permitirme aprender la dicha que genera dedicar tu vida a la medicina, por su ejemplo de perseverancia y coraje ante la vida, por ser mi amigo, que siempre encuentra las palabras precisas ante cualquier situación para darme ánimos y que todo tiene solución, por sus regaños que me han permitido volver al camino y saber que hay un propósito, por ser el mayor y mejor ejemplo de persona que tengo en mi vida.

A mis hijos, que han sido el motor durante todos estos años, para brindarles el ejemplo de perseverancia, y que se den cuenta que todas las metas que te propones pueden ser alcanzadas.

A mis compañeros, que, durante estos años de formación, hicimos lazos de confianza, apoyo y amistad, que ayudo a sobrellevar la carga del trabajo del día a día.

A todos los médicos adscritos de la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital General La Villa que, gracias a sus consejos y enseñanzas, puedo ofrecer atención de calidad a la población de mi país.

A la Dra. Inés López Islas, intensivista y jefa de enseñanza del Hospital General Enrique Cabrera por su asesoramiento y ayuda para la realización de estadística del presente estudio.

Al Dr. Martín Mendoza Rodríguez, jefe del servicio, que me dio la oportunidad de pertenecer a esta gran familia de Médicos Intensivistas que se han formado en esta institución.

Iran Emmanuel León Montiel.

## ÍNDICE.

<b>RESUMEN.....</b>	<b>4</b>
Objetivo:.....	4
Material y métodos:.....	4
Diseño de la maniobra: .....	4
Resultados:.....	4
Conclusión:.....	5
Palabras clave:.....	5
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>6</b>
Introduction: .....	6
Objective: .....	6
Material and methods:.....	6
Maneuver design:.....	6
Results:.....	6
Keywords:.....	7
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>8</b>
<b>MARCO TEÓRICO Y ANTECEDENTES.....</b>	<b>9</b>
Fisiopatología.....	9
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>14</b>
En base a lo ya descrito se formula la siguiente pregunta de investigación:.....	15
<b>JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>16</b>
<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>17</b>
General.....	17
Específicos.....	17
<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>18</b>
Universo de trabajo y lugar de desarrollo.....	18
Criterios de inclusión:.....	18
Criterios de exclusión.....	18
Criterios de eliminación.....	18
<b>VARIABLES.....</b>	<b>19</b>

Variable dependiente.....	19
Variable independiente.....	19
<b>ASPECTOS ÉTICOS.....</b>	<b>22</b>
Respeto a la autonomía: .....	22
Beneficencia:.....	22
Justicia:.....	22
Declaración de Helsinki:.....	22
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>23</b>
<b>ANÁLISIS DE RESULTADOS.....</b>	<b>29</b>
<b>DISCUSIÓN.....</b>	<b>31</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>34</b>
<b>PROPUESTAS.....</b>	<b>35</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>36</b>
<b>ANEXO 1.....</b>	<b>38</b>

#### ÍNDICE DE GRAFICAS.

Grafica1.....	23
Grafica 2.....	23
Grafica 4.....	25
Grafica 5.....	26
Grafica 6.....	27
Grafica 7.....	28

#### ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1.....	21
Tabla 2.....	24
Tabla 3.....	25

<b>Tabla 4.</b> .....	<b>26</b>
<b>Tabla 5.</b> .....	<b>27</b>
<b>Tabla 6.</b> .....	<b>28</b>
<b>Tabla 7.</b> .....	<b>29</b>
<b>Tabla 8.</b> .....	<b>29</b>
<b>Tabla 9.</b> .....	<b>30</b>

#### **ÍNDICE DE FIGURAS**

<b>Figura 1.</b> .....	<b>33</b>
------------------------	-----------

## RESUMEN

**Introducción:** El choque séptico es un subconjunto de sepsis en el que las anomalías circulatorias, celulares y metabólicas subyacentes son lo suficientemente profundas como para aumentar sustancialmente la mortalidad, estos pacientes pueden ser identificados en un contexto clínico de choque séptico con hipotensión persistente.

La importancia de vigilar valores de delta de pCO<sub>2</sub> de 6 mmHg, sirve como herramienta complementaria para evaluar el flujo sanguíneo adecuado hacia la demanda metabólica global.

La monitorización oportuna del Delta pCO<sub>2</sub> en los pacientes con Choque Séptico permitir identificar a los pacientes con hipoperfusión tisular al ingreso a la Unidad de Cuidados Intensivos, al calcularla a partir de la toma de gasometría arterial y venosa; y se observó que los valores elevados de Delta pCO<sub>2</sub> estuvieron relacionado con mayor mortalidad en el grupo de estudio, por lo que, se detectaron valores anormales y se pudo optimizar el tratamiento.

**Objetivo:** Demostrar que el delta de pCO<sub>2</sub> es útil en el manejo integral del paciente con choque séptico en la Unidad de Cuidados Intensivos para dirigir el tratamiento de acuerdo este biomarcador (delta de pCO<sub>2</sub>) que se registro al ingreso y a las 24 horas, se relacionaron al pronóstico y la mortalidad en choque séptico.

**Material y métodos:** Estudio descriptivo, ambispectivo, longitudinal y analítico. El universo se compuso de los pacientes que ingresaron a La UCI de los Hospitales Generales La Villa y Rubén *Leñero*.

**Diseño de la maniobra:** se tomaron gasometrías arterial y venosa de los pacientes que ingresaron a la UCI, se calculó el delta de pCO<sub>2</sub> para ver si los valores de este biomarcador estaban por arriba o debajo de 6 mmHg ya que un delta de pCO<sub>2</sub> se relaciona con la mortalidad; sin embargo, el Delta de pCO<sub>2</sub> se comparó contra el Lactato para correlacionar niveles mayores de lactato de 2 con la mortalidad y finalmente observar cuál de los dos biomarcadores es más útil. Se utilizo estadística descriptica para los resultados.

**Resultados:** Se observó que, de una población de 61 pacientes, 9 pacientes (15%) fallecieron. También se observó que los pacientes que se cuantifico el Lactado que tuvieron

arriba de 2 mEq/L fallecieron (15%), por lo tanto, no hubo diferencia significativa entre ambos biomarcadores.

**Conclusión:** De acuerdo a los resultados encontrados en este estudio se puede decir que el Delta de pCO<sub>2</sub> y el Lactato predijeron el fallecimiento del 15%, lo cual tiene una significancia positiva débil (p:0.245).

**Palabras clave:** gasometría arterial, morbilidad; mortalidad; unidad de cuidados intensivos, choque séptico, delta de pCO<sub>2</sub>.

## **ABSTRACT**

**Introduction:** Septic shock is a subset of sepsis in which underlying circulatory, cellular, and metabolic abnormalities are profound enough to substantially increase mortality. These patients can be identified in a clinical setting of septic shock with persistent hypotension.

The importance of monitoring delta pCO<sub>2</sub> values of 6 mmHg serves as a complementary tool to assess adequate blood flow towards global metabolic demand.

Timely monitoring of Delta pCO<sub>2</sub> in patients with Septic Shock makes it possible to identify patients with tissue hypoperfusion on admission to the Intensive Care Unit, by calculating it from arterial and venous blood gas measurements; and it was observed that high values of Delta pCO<sub>2</sub> were related to higher mortality in the study group, therefore, abnormal values were detected and treatment could be optimized.

**Objective:** To demonstrate that the pCO<sub>2</sub> delta is useful in the comprehensive management of patients with septic shock in the Intensive Care Unit to direct the treatment according to this biomarker (pCO<sub>2</sub> delta) that was recorded at admission and at 24 hours, were related to prognosis and mortality in septic shock.

**Material and methods:** Descriptive, ambispective, longitudinal and analytical study. The universe was made up of patients admitted to the ICU of the La Villa and Rubén Leñero General Hospitals.

**Maneuver design:** arterial and venous blood gases were taken from the patients admitted to the ICU, the pCO<sub>2</sub> delta was calculated to see if the values of this biomarker were above or below 6 mmHg, since a pCO<sub>2</sub> delta is related to with mortality; however, Delta pCO<sub>2</sub> was compared against Lactate to correlate lactate levels greater than 2 with mortality and finally see which of the two biomarkers is more useful. Descriptive statistics were used for the results.

**Results:** It was observed that, from a population of 61 patients, 9 patients (15%) died. It was also observed that the patients whose Lactation was quantified who had above 2 mEq/L died (15%), therefore, there was no significant difference between both biomarkers.

**Conclusion:** According to the results found in this study, it can be said that the Delta pCO<sub>2</sub> and the Lactate predicted the death of 15%, which has a weak positive significance (p: 0.245).

**Keywords:** arterial blood gases, morbidity; mortality; intensive care unit, septic shock, pCO<sub>2</sub> delta.

## INTRODUCCIÓN

La sepsis ahora se define como un trastorno orgánico potencialmente mortal provocado por una respuesta desregulada del huésped a la infección. El choque séptico es un subconjunto de la sepsis que incluye trastornos circulatorios, celulares y metabólicos asociados con un mayor riesgo de mortalidad (Seymor, 2016).

La sepsis es una de las principales causas de hospitalización en unidades de cuidados intensivos (UCI). Este síndrome heterogéneo y complejo puede alcanzar una mortalidad de entre el 20 y el 50% según la severidad del cuadro clínico.

La forma de evaluar la perfusión tisular durante la reanimación de pacientes con sepsis y choque séptico es tema de estudio y debate en la actualidad. La saturación venosa de oxígeno y el lactato han sido los criterios más utilizados; sin embargo, presentan limitaciones reconocidas y presentan varias condiciones que dificultan su interpretación dependiendo del estado hemodinámico. En los pacientes que requieren un alto nivel de vasopresores, se puede generar un estado de vasoconstricción periférica intensa y puede originarse elevación secundaria del lactato sérico, además de que múltiples causas le restan especificidad como marcador de hipoperfusión tisular (Adeya-Andany, 2014)

Diversos estudios han intentado validar diferentes algoritmos para la reanimación del paciente crítico, incluyendo el contexto de sepsis; en ellos, el seguimiento se realiza mediante la diferencia venosa-arterial de CO<sub>2</sub> obtenida de muestras de sangre venosa y arterial simultáneas. Bajo condiciones fisiológicas el delta de pCO<sub>2</sub> usualmente no excede más de 0.8 kPa (6 mmHg), reflejando adecuado flujo sanguíneo venoso y volumen cardiaco; a nivel macrocirculatorio, existe una relación inversa entre delta de pCO<sub>2</sub> e índice de cardiaco en pacientes críticos.

En el presente estudio se intenta revisar como influye el manejo del choque séptico tomando como referencia al delta de pCO<sub>2</sub>.

## **MARCO TEÓRICO Y ANTECEDENTES**

La SvO<sub>2</sub> ha fracasado en demostrar ser una meta como parámetro único de reanimación; además, puede permanecer dentro de parámetros considerados normales a pesar de que horas antes se haya generado una alteración en el consumo de oxígeno cuando mantiene una reserva a través de mecanismos de compensación antes de que el consumo de oxígeno supere su disponibilidad y se convierta en una relación dependiente (PR, 2016).

La diferencia veno arterial de dióxido de carbono (delta de pCO<sub>2</sub>) es una variable que puede indicar el estado de perfusión tisular, por lo que su evaluación puede ser útil en estos pacientes.

### **Fisiopatología.**

El choque séptico es definido como la sepsis que induce hipoperfusión persistente a pesar de una adecuada resucitación con fluidos. Requiere la presencia de un síndrome de respuesta inflamatoria sistémica de origen infeccioso, más criterios de hipotensión inducida por sepsis, definida ésta como una presión sistólica < 90 mmHg, PAM < 70 mmHg, o una disminución de tensión arterial sistólica > 40 mmHg, o menos de dos derivaciones estándar con respecto a la edad en ausencia de otras causas de hipotensión, o hiperlactatemia > 4 mmol/L, la cual está relacionada con la presencia de disfunción de órganos, proceso en el que diversos mecanismos de daño celular se han visto involucrados. La interacción de los mecanismos individuales no se encuentra muy bien entendida en la actualidad, sin embargo; es claro, que existen anomalías microvasculares en la sepsis y que una disminución en el aporte y/o mala utilización del oxígeno disponible se encuentra como eje central de la disfunción de tales órganos. Es por esto, que es primordial la identificación temprana del daño tisular en el manejo de estos pacientes (Van Beest P, 2011).

La medición de algunas variables fisiológicas que evalúan el estado de perfusión tisular ha sido propuesta como parte del manejo inicial de estos pacientes. The Surviving Sepsis Campaign (Campaña Sobrevivir a la Sepsis) recomendó en sus primeras versiones la medición de la saturación venosa de oxígeno (SvO<sub>2</sub>), evaluada como saturación venosa mixta o saturación venosa central de oxígeno (SvcO<sub>2</sub>), y el lactato para tal fin y estableció unas metas predeterminadas de estas variables para lograr una reanimación adecuada. Esta propuesta se basó principalmente en el protocolo de intervención temprana publicado por Rivers et al., donde se promueve la normalización de la SvcO<sub>2</sub>, la presión venosa

central y la presión arterial media con el objetivo de mejorar la perfusión tisular (Vincent, 2021).

Otro grupo de investigaciones, principalmente las de Jones et al., reforzaron la idea de que el lactato puede ser utilizado también dentro de estos protocolos. Aunque la utilidad de este protocolo fue evaluada en el contexto de estudios clínicos aleatorizados, cada una de las variables mencionadas tiene limitaciones reconocidas y el uso de una sola de ellas no parece ser la forma más adecuada de evaluar la perfusión tisular. Más recientemente, estudios clínicos multicéntricos no confirmaron la utilidad del protocolo de Rivers et al., y la medición de la  $SvcO_2$  como guía para reanimar a un paciente (Rhodes A).

Esto llevó a que la última versión de la Campaña Sobrevivir a la Sepsis no recomendara la utilización de esta variable como meta de reanimación inicial en el manejo de estos pacientes. Es por esto por lo que se hace necesaria la búsqueda de otros parámetros que evalúen la perfusión tisular para guiar la terapia.

Uno de ellos es la diferencia veno arterial de la presión de  $CO_2$  (delta de  $pCO_2$  o  $\Delta pCO_2$ ), la cual es un punto subrogado de la diferencia de contenido veno arterial de  $CO_2$ . En condiciones fisiológicas, el contenido de  $CO_2$  venoso es mayor que el arterial, producto de  $CO_2$  a nivel periférico acoplada al consumo de oxígeno y el metabolismo en general. En rangos de normalidad, el contenido presenta una relación lineal con las presiones, por lo cual se ha propuesto la medición de tales presiones. En teoría, los estados de bajo flujo y las fuentes no anaerobias de producción del  $CO_2$  pueden incrementar el contenido venoso y así ampliar la diferencia normal (Adeva-Andany, 2014).

Se ha considerado la diferencia arteriovenosa de dióxido de carbono o delta de  $CO_2$  ( $\Delta CO_2$ ), ya sea de sangre venosa mixta o de sangre venosa central, como un marcador de la capacidad del sistema cardiovascular para eliminar el  $CO_2$  producido en los tejidos periféricos. Bajo condiciones fisiológicas el  $\Delta CO_2$  usualmente no excede más de 0.8 kPa (6 mmHg), refleja adecuado flujo sanguíneo venoso y volumen cardíaco; a nivel macrocirculatorio existe una relación inversa entre  $\Delta CO_2$  e índice cardíaco en pacientes críticos; esta aplicación ha tenido mayor estudio en el contexto de sepsis (Patiño RMI, 2018)

El delta de  $pCO_2$  ha sido propuesto como un parámetro que puede indicar alteración de la perfusión tisular en diversos contextos clínicos, incluyendo la sepsis. Sin embargo; su evaluación aún no es recomendada por la guía internacional de la Campaña Sobrevivir a la

Sepsis y no hay claridad sobre su verdadera utilidad durante la reanimación inicial de estos pacientes o como meta de reanimación.

En el presente estudio se realizará una revisión sistemática de la literatura pasada y actual con el objetivo de identificar el comportamiento del delta de pCO<sub>2</sub> y de acuerdo a resultados se tomarán estrategias de manejo en el paciente con choque séptico.

Existen nueve estudios que evaluaron el delta de pCO<sub>2</sub> con relación a otras variables de perfusión tisular. Vallée et al., Van Beest et al., Mallat et al. y Zhao et al., encontraron niveles de lactato sérico mayores y SvcO<sub>2</sub> más bajas cuando los pacientes tuvieron delta de pCO<sub>2</sub> > 6 mmHg, comparados con los de delta de pCO<sub>2</sub> < 6 mmHg, mientras que Bakker et al., no reportaron diferencias estadísticamente significativas para el lactato, pero evidenciaron una saturación venosa mixta de oxígeno más baja en el grupo de delta de pCO<sub>2</sub> alto (Aya, 2017).

Rafaelita demostró que un delta pCO<sub>2</sub> > 6 mmHg persistente durante más de 12 horas aumenta la mortalidad en pacientes con choque séptico que ingresan a la Unidad de Cuidados Intensivos, el lavado de lactato y SvcO<sub>2</sub> > 70% dentro de las primeras 12 horas de reanimación no se asocian a disminución de mortalidad, el delta pCO<sub>2</sub> con elevación progresiva aumenta riesgo de muerte en los pacientes estudiados (Ocelotl PR, 2016).

En el estudio de Ospina-Tascon et al. se clasificaron los pacientes según el valor del delta de pCO<sub>2</sub> de ingreso y de 6 h. El grupo de delta de pCO<sub>2</sub> persistentemente elevado (alto a las 0 y 6 h), tuvo un mayor nivel de lactato comparado con el grupo que normalizó este delta (alto a las 0 horas y normal a las 6 h).

Tres estudios encontraron que el porcentaje de disminución del lactato fue mayor cuando los pacientes tuvieron delta de pCO<sub>2</sub> < 6 mmHg. Vallée et al., mostraron una disminución de lactato entre 0 y 12 h de  $-38 \pm 39$  vs.  $-17 \pm 33\%$  ( $p = 0,04$ ), respectivamente, mientras que en el de Mallat et al., la disminución de lactato entre 0 y 6 h fue de  $33,3 \pm 28,9$  vs.  $7,8 \pm 41,2$  ( $p = 0,016$ ). Por su parte, Du et al., realizaron un estudio en el que clasificaron los pacientes según la meta de SvcO<sub>2</sub> y el delta de pCO<sub>2</sub> a las 6 h. En el grupo de pacientes que lograron meta de SvcO<sub>2</sub>, la depuración de lactato fue mayor entre el subgrupo con delta de pCO<sub>2</sub> normal comparado con el de delta de pCO<sub>2</sub> alto,  $0,21 \pm 0,31$  vs.  $0,01 \pm 0,61$  ( $p = 0,023$ ) respectivamente, mientras que en el grupo que no lograron metas de SvcO<sub>2</sub> no

se observaron estas diferencias ( $-0,04 \pm 0,43$  vs.  $-0,09 \pm 0,59$ , respectivamente) (Ferguson BS, 2018).

La literatura ya descrita encontró relación entre el delta de pCO<sub>2</sub> y el GC o IC. Cinco estudios compararon los promedios del IC o GC en los grupos con delta de pCO<sub>2</sub> alto o bajo. En todos encontraron que valores de delta de pCO<sub>2</sub> > 6 mmHg se asociaron con un menor GC o IC. Adicionalmente, la correlación calculada entre el delta de pCO<sub>2</sub> y el IC o GC fue discreta. En ningún caso el coeficiente de correlación fue mayor de 0,7. Estos estudios mostraron en general, que los valores altos de delta del pCO<sub>2</sub> se relacionaron con peores resultados clínicos, incluyendo deterioro de parámetros hemodinámicos, de perfusión tisular y una mayor mortalidad tanto intrahospitalaria como a los 28 días (LA., 2017).

En cuanto a la mortalidad, cabe resaltar la importancia de las mediciones seriadas de esta variable en su valor pronóstico. En los estudios que aportaron datos de mediciones seriadas, se observó que la segunda medida del delta de pCO<sub>2</sub> se relacionaba más con la mortalidad que la medida inicial. Aun cuando diversos estudios han demostrado que tanto la SvO<sub>2</sub> como el lactato, de forma individual, tienen significado pronóstico en cuanto a la mortalidad, obtener la medición del delta de pCO<sub>2</sub> pareciera ofrecer información adicional. Lo anterior se observó en 3 estudios que analizaron a los pacientes que lograron metas adecuadas de SvO<sub>2</sub> a las 6 h de reanimación, en quienes, tener un delta de pCO<sub>2</sub> normal implicó un mejor pronóstico para estos pacientes. Esto puede indicar la utilidad de realizar un enfoque seriado durante la reanimación inicial de los pacientes con choque séptico, en el cual primero se logre la meta de SvO<sub>2</sub> y seguidamente se logre una meta adicional utilizando el delta de pCO<sub>2</sub>. El punto de corte de 6 mmHg para categorizar los 2 grupos (normal y alto) fue bastante consistente a través de todos los estudios y en general, hacían referencia al estudio de Bakker et al. para tomar este parámetro (Mallat, 2014 ).

Sin embargo, es importante anotar que la importancia de las mediciones seriadas ha sido mejor establecida para el caso del lactato. Al respecto, la importancia de los porcentajes de disminución (aclaramiento) de lactato, incluso como meta de reanimación, ha sido documentada tanto en sepsis como en población general de pacientes críticos. En esta investigación, los estudios analizaran el delta de pCO<sub>2</sub> en relación con el porcentaje de disminución del lactato para evidenciar, que este porcentaje de disminución fue mayor en los grupos de pacientes con delta bajo, sobre todo si es evaluado a las 0, 8, 12, 24 y 48 h, lo cual reforzara la importancia de la medición seriada del delta de pCO<sub>2</sub> y también se podrá

evidenciar la potencial utilidad de las mediciones en conjunto con el lactato (Patiño RMI, Biomarcadores de la microcirculación versus escala SOFA como predictores de mortalidad en choque séptico., 2018).

Si se toma en cuenta que existe aumento del delta de pCO<sub>2</sub> relacionado con los estados de bajo flujo y la acumulación del CO<sub>2</sub> secundario a un fenómeno de estancamiento, un grupo de estudios evaluó la relación de este parámetro con el GC o el IC; estos estudios, mostraron en general una relación inversa esperada entre las 2 variables; sin embargo, algunos trabajos han mostrado coeficientes de correlación o de determinación bajos entre las variables ya mencionadas. La complejidad fisiopatológica en la interpretación del aumento del delta de pCO<sub>2</sub> en el contexto de estos pacientes y la variabilidad individual de cada uno de ellos afecta de forma indirecta el GC y puede llegar a ser inconsistente (Mendoza PE, Índice de Briones y delta de CO<sub>2</sub> como pronóstico en choque hipovolémico-traumático., 2017).

El impacto de intervenciones terapéuticas sobre el delta de pCO<sub>2</sub> ha demostrado que la administración de líquidos o inotrópicos puede tener un impacto positivo sobre esta variable. Esto es algo importante, ya que conocer de antemano como se puede modificar esta variable es relevante a la hora de construir un algoritmo de manejo para estos pacientes, en el escenario de un estudio clínico que evalúe el delta de pCO<sub>2</sub> como meta de reanimación en los pacientes con choque séptico. A pesar de la evidencia encontrada, diversos autores han planteado las limitaciones de esta variable en la evaluación de la hipoperfusión tisular (Mendoza PE, 2017)

El delta de pCO<sub>2</sub> puede estar normal en casos de hipoperfusión evidente y GC elevado y también puede estar incrementado en ausencia de hipoperfusión teniendo en cuenta el efecto Haldane. Es por esto por lo que se ha propuesto la evaluación de los contenidos de CO<sub>2</sub> en relación con los del oxígeno como otra forma de acercarse al estado de perfusión tisular (López PHR, 2010) (Ltaief, 2021).

La relación CvaCO<sub>2</sub>/ Da-vO<sub>2</sub> es una variable que puede identificar pacientes con metabolismo anaerobio en diversas condiciones críticas incluyendo el choque séptico (Gavelli F, 2019).

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El síndrome de choque séptico, hasta la fecha es un problema de salud pública mundial que se observa en pacientes con diversas etiologías que se complican con infecciones severas.

La literatura internacional y nacional reportan mortalidades que van desde el 20 al 50%, las cuales no se han modificado desde hace muchos años pese a que se cuenta con mayor número de antimicrobianos, biomarcadores y guías específicas para su detección temprana.

Existen diferentes maneras de detección y prevención del choque séptico (clínica, parámetros hemodinámicos, parámetros gasométricos, biomarcadores tales como: lactato, SatvcO<sub>2</sub>, delta de pCO<sub>2</sub>, CvaCO<sub>2</sub>/ Da-vO<sub>2</sub>). De los anteriores los marcadores que más han repercutido en la disminución de morbi mortalidad son: aclaramiento de lactato sérico, la determinación de SatvcO<sub>2</sub> y delta de pCO<sub>2</sub>.

La Conferencia del Consenso Internacional sobre Monitorización Hemodinámica en el Choque Séptico estableció que: el lactato es un marcador recomendado para el diagnóstico y determinación del estadio de choque; el lactato es un buen marcador subrogado de hipoperfusión tisular en el choque; la reducción progresiva de su concentración en sangre y la corrección de la acidosis probablemente reflejan la restauración del flujo sanguíneo de los órganos, y la determinación de lactato y exceso de bases resulta útil en pacientes en choque séptico.

En los hospitales generales de la red de la Secretaría de Salud de la Ciudad de México se han publicado algunos trabajos de tesis, donde se menciona la utilidad del delta de pCO<sub>2</sub> como pronóstico del paciente con choque séptico; sin embargo, el propósito del presente estudio de investigación es utilizar este biomarcador como guía de manejo integral del paciente en estado crítico de origen séptico.

De acuerdo a lo anterior, se propone utilizar el delta de pCO<sub>2</sub> como guía de manejo del paciente con choque séptico que ingrese a la Unidad de Terapia Intensiva de los Hospitales Generales de red de la SSA de la CDMX, si se logran los resultados esperados.

**En base a lo ya descrito se formula la siguiente pregunta de investigación:**

¿El delta de pCO<sub>2</sub> es útil como estrategia de manejo integral de los pacientes con choque séptico que ingresan a la Unidad de Cuidados Intensivos?

## JUSTIFICACIÓN

Debido al que el choque séptico es un síndrome multifactorial y fisiopatológicamente complejo. Sin embargo; por su complejidad y difícil manejo se han creado diversos biomarcadores para pronóstico y tratamiento.

La final del presente estudio es utilizar el delta de pCO<sub>2</sub> como estrategia de manejo integral en paciente con choque séptico, ya que este biomarcador puede ser útil en las Unidades de Cuidados Intensivos en los Hospitales Generales de la red de la Secretaría de Salud de la Ciudad de México debido a que no se cuenta con los recursos tecnológicos y farmacológicos suficientes. Por lo tanto, el utilizar el delta de pCO<sub>2</sub> en esta institución sería de gran utilidad debido a que se puede llevar a cabo al ingreso del paciente y durante su estancia; y por otro lado solo se requiere de un gasómetro y una adecuada interpretación de la gasometría, para tomar las decisiones oportunas en el tratamiento del paciente crítico.

Es pertinente porque es necesario y fácil de realizar; y con los resultados obtenidos se espera proporcionar un manejo más específico al paciente con estado de choque séptico.

El presente trabajo está basado en la revisión de la literatura, nacional e internacional y es un trabajo original y avalado por un comité de bioética y no existe duplicación de investigación.

La presente investigación es viable porque existen los recursos necesarios y suficientes para llevarlo a cabo.

El trabajo de investigación que se lleva a cabo en este Hospital tiene asentimiento político porque repercutirán en el pronóstico y tratamiento oportuno del paciente con choque séptico y se cuenta con la autorización de las autoridades competentes del hospital.

El estudio realizado tiene bastante probabilidad de que lleve a la práctica ya que los instrumentos utilizados en el mismo, están disponibles en el hospital. No existe urgencia para realizar el estudio.

El presente estudio de investigación no tiene implicaciones bioéticas porque no se manipulan variables, simplemente se revisarán expedientes y base de datos electrónica. Los procedimientos de este estudio se apegan a las normas éticas, al Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación y se llevará a cabo en plena conformidad con los principios de la "Declaración de Helsinki" y sus enmiendas.

## **OBJETIVOS**

### **General.**

Demostrar que el delta de pCO<sub>2</sub> es útil en el manejo integral del paciente con choque séptico en la Unidad de Cuidados Intensivos de los Hospitales Generales “La Villa y Rubén Leñero” de la SSA de la CDMX.

### **Específicos.**

- Conocer pCO<sub>2</sub> arterial, venosa y lactato al ingreso y a las 24 horas del paciente con choque séptico.
- Determinar el delta de pCO<sub>2</sub> al ingreso y a las 24 horas del paciente con choque séptico.
- Identificar el nivel de lactato sérico al ingreso y a las 24 horas del paciente con choque séptico.
- Describir la relación que existe entre el delta de pCO<sub>2</sub> con la respuesta a los inotrópicos (aminas) en los pacientes que ingresaron con diagnóstico de choque séptico.
- Describir el género de los pacientes ingresados en la Unidad de Cuidados Intensivos con diagnóstico de choque séptico.
- Describir la edad de los pacientes ingresados en la Unidad de Cuidados Intensivos con diagnóstico de choque séptico.
- Calcular el puntaje de la escala de SOFA al ingreso y a las 24 horas de los pacientes ingresados en la Unidad de Cuidados Intensivos con diagnóstico de choque séptico,
- Conocer la morbi mortalidad de los pacientes en relación al delta de pCO<sub>2</sub>.

## **METODOLOGÍA**

Estudio descriptivo, ambispectivo, longitudinal y analítico.

Diseño de la maniobra

A todos los pacientes que ingresaron a

### **Universo de trabajo y lugar de desarrollo.**

Todos los pacientes que ingresen a la Unidad de Cuidados Intensivos de los Hospitales Generales: La Villa y Rubén Leñero, se seleccionaran a los pacientes con diagnóstico de choque séptico con la metodología abajo mencionada del 01 de enero de 2022 al 31 de julio de 2022.

### **Criterios de inclusión:**

- Pacientes con diagnóstico inicial de Choque Séptico.
- Pacientes y/o familiares que autoricen la colocación de Catéter Venoso Central.
- Pacientes y/o familiares que autoricen la toma de gasometría arterial.
- Cualquier sexo (masculino y femenino).

### **Criterios de exclusión.**

- Pacientes con gasometría venosa periférica.
- Pacientes pediátricos y pacientes embarazadas y en puerperio.
- Pacientes de otra unidad hospitalaria.

### **Criterios de eliminación.**

- Pacientes con diagnóstico inicial diferente.
- Pacientes que no accedan a la colocación de Catéter Venoso Central.
- Pacientes que no accedan a la toma de gasometría arterial.

## VARIABLES

### Variable dependiente.

Mortalidad de pacientes con Choque Séptico.

### Variable independiente.

Valor calculado de delta de pCO<sub>2</sub>.

Variable	Tipos de Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Categoría de Medición	Escala de Medición
Genero	Independiente	Condición orgánica masculino o femenino de los animales y las plantas.	Referido por el sujeto al momento de la toma de información.	Cualitativa nominal.	Hombre Mujer
Edad	Independiente	Años cumplidos que tiene la persona desde la fecha de su nacimiento hasta la toma de información.	Otorgada por la persona registrada en el expediente clínico u hoja de admisión en el momento del ingreso.	Cualitativa nominal.	Años cumplido 18 a 30 31 a 50 51 a 70 > a 71
Choque séptico	Dependiente	Respuesta sistémica del huésped, deletérea, a una infección documentada o sospechada que conduce	Sepsis más parámetros hemodinámicos: Hipotensión: PAS menor a 90mmHg, PAM menor de 70mmHg, IC	Cualitativa nominal.	Sepsis más la necesidad de utilizar un vasopresor.

		a disfunción orgánica con hipotensión persistente tras reanimación hídrica adecuada más necesidad de utilizar vasopresor.	mayor 3.5L/min/m <sup>2</sup> . SOFA mayor a 4 puntos. Lactado mayor de 2mmol/L.		
Delta de pCO <sub>2</sub>	Independiente	Es la diferencia que existe entre la sangre venosa y la sangre arterial de CO <sub>2</sub> .	Gradiente entre la presión parcial de CO <sub>2</sub> en la sangre venosa central y la presión parcial de CO <sub>2</sub> en la sangre arterial. Delta de CO <sub>2</sub> : pvCO <sub>2</sub> -paCO <sub>2</sub> .	Cualitativa ordinal.	Mayor de 6mmHg.  Menor de 6mmHg.
Mortalidad	Dependiente	Cantidad de personas que mueren en un lugar y en un periodo de tiempo determinado en relación con el total de la población.	Resultado de la investigación.	Cualitativa nominal.	Tanto por ciento (%).

Escala de SOFA	Independiente	Sistema de evaluación para la evolución de falla multiorgánica en enfermos de la UCI.	Puntaje SOFA al ingreso y a las 24 horas de ingreso.	Discreta.	0 a 24 puntos.
Lactato	Independiente	Producto de la glicolisis anaerobia.	Lactato registrado en el expediente clínico y al ingreso y a las 24 horas.	Continua.	Menor a 1.5mEq/L.

**Tabla 1.** Tipo de Variables.

## ASPECTOS ÉTICOS

El presente estudio de investigación se realizó con previa autorización del comité de Ética e Investigación científica local. Basándose en normas oficiales e internacionales relacionadas a la bioética. Asimismo, se fundamentó en los "Principios éticos y pautas para la protección de los seres humanos en la investigación" o Informe Belmont, creado por el Departamento de Salud, Educación y Bienestar de los Estados Unidos en abril 1979. Dicho documento explica los principios éticos fundamentales en la investigación con seres humanos, siendo los principales:

**Respeto a la autonomía:** En el presente estudio se protegió la autonomía de los pacientes, ya que sólo se recolectó información clínica necesaria. De esta forma, los investigadores responsables resguardaron estrictamente los datos personales.

**Beneficencia:** Se garantizó que, en esta investigación, no se ocasionara ningún daño al paciente, basándose en la realización de procedimientos habituales dentro de la Unidad de Cuidados Intensivos.

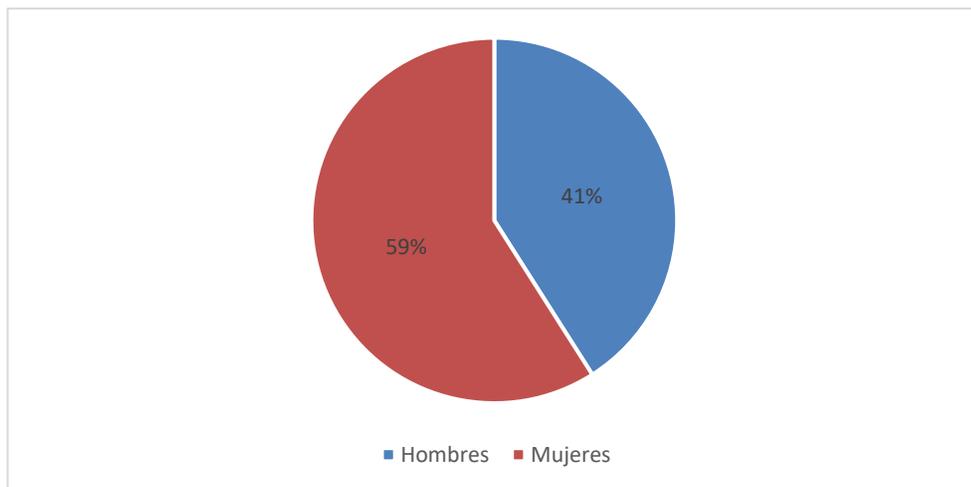
**Justicia:** En este estudio se incluyeron a todos los pacientes que cumplieran los criterios de selección. Además de ser un estudio que no incluyó procedimientos que afectaran la integridad física y/o económica tanto de los pacientes como de los investigadores.

**Declaración de Helsinki:** La declaración fue originalmente adoptada en junio de 1964 Helsinki, Finlandia y ha sido sometida a cinco revisiones y dos clarificaciones, creciendo considerablemente. Ha sido promulgada por la asociación médica mundial (AMM) como un cuerpo de principios éticos que deben de guiar a la comunidad médica y otras personas que se dedican a la experimentación con seres humanos. En el presente estudio se respetó al paciente ya que fue supervisado por especialistas en el área. Se buscó como beneficio información útil para la comunidad médica respecto al manejo clínico y epidemiológica, lo que permite ser utilizada por el personal de salud, con el propósito de mejorar el abordaje del paciente con choque séptico ingresado a la UCI.

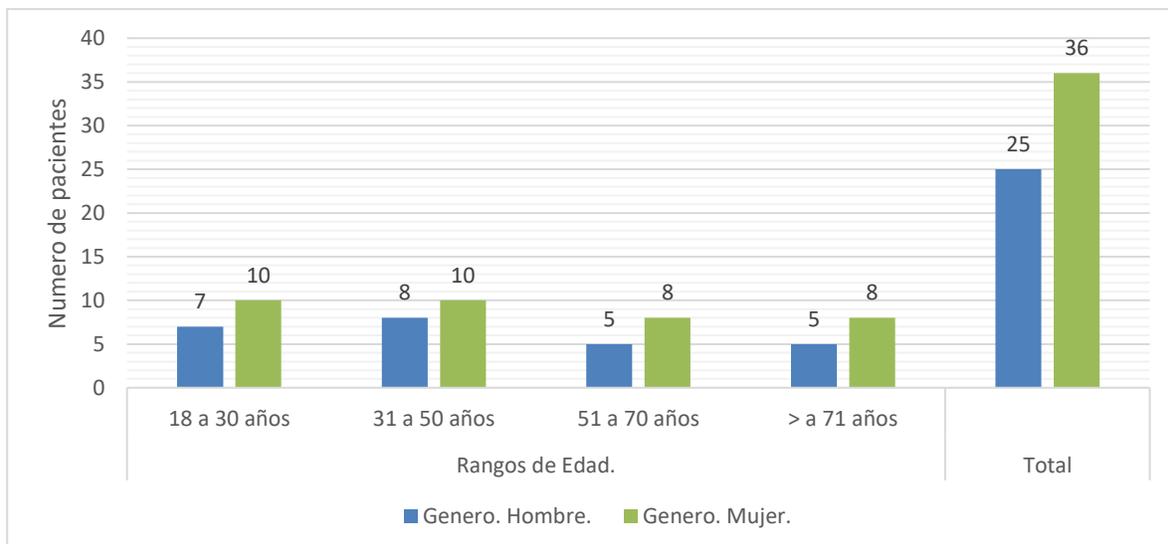
## RESULTADOS

Se evaluó un listado de 66 expedientes clínicos de pacientes que ingresaron al servicio de UCI con diagnóstico de choque séptico, de los que 61 cumplieron con criterios de inclusión, se eliminaron 4 casos con expedientes sin gasometría venosa central y 1 caso con expediente incompleto.

Se describen los 61 casos de la población estudiada, donde se obtuvo una prevalencia en pacientes del sexo femenino (25 hombres y 36 mujeres).



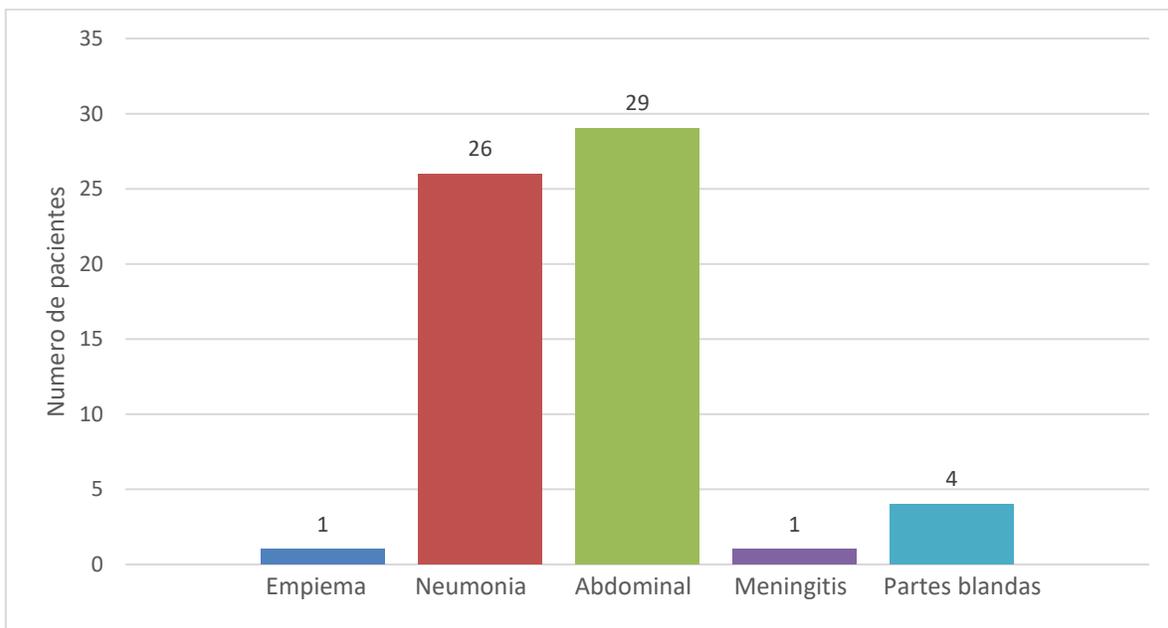
**Grafica1.** Número de pacientes respecto al sexo, prevaleciendo el sexo femenino en un 59% contra el sexo masculino en 41%.



**Grafica 2.** Frecuencia de género y grupo de edad, observando prevalencia en las mujeres, y con mayor número de pacientes y en el rango de edad de entre 31 a 50 años de edad.

Tabla de frecuencia Genero y Grupo de Edad.						
		Rangos de Edad.				Total
		18 a 30 años	31 a 50 años	51 a 70 años	> a 71 años	
Genero.	Hombre.	7	8	5	5	25
		28%	32%	20%	20%	100%
	Mujer.	10	10	8	8	36
		28%	28%	22%	22%	100%

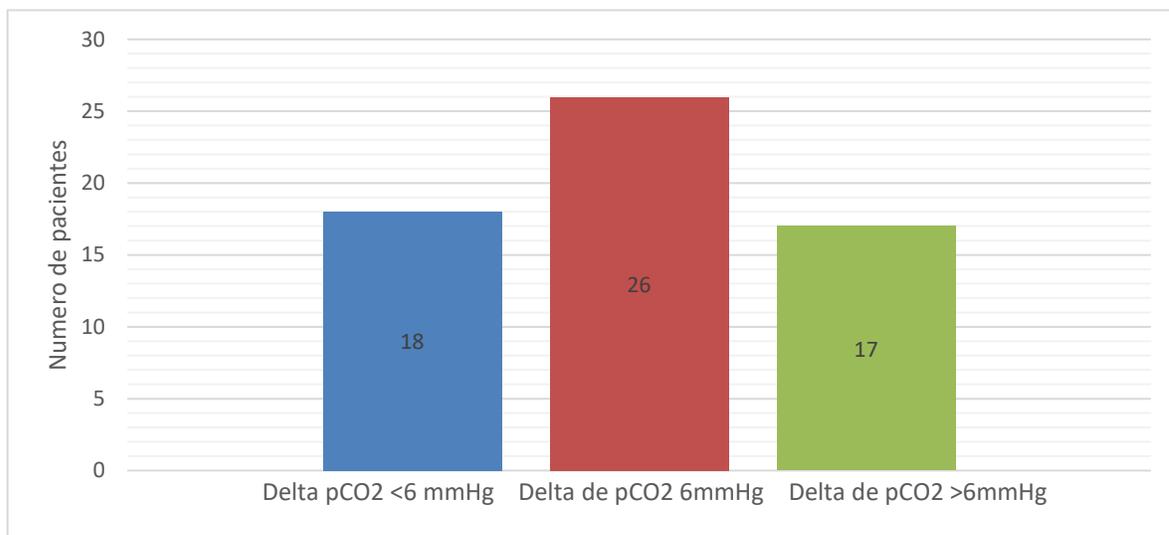
**Tabla 2.** Se describen los porcentajes de pacientes de acuerdo a grupo de edad y género, con evidencia de mayor frecuencia para el género femenino con 36 pacientes en los grupos de edad más significativos. El rango de edad de 31 a 50 años fue el más representativo (n:18 casos) y para el grupo de edad de 51 a 70 años y > de 71 años tuvieron menos casos (n:13 casos para cada grupo).



**Grafica 3.** Se determino el origen anatómico del choque séptico de los 61 expedientes revisados. El principal foco infeccioso fue el abdominal (n=29), y se numeraron los casos observados.

Durante su estancia hospitalaria se realizaron las acciones pertinentes para su atención médica y seguimiento del estado de salud de cada uno de los pacientes.

Los valores de delta de pCO<sub>2</sub> obtenidos del total de la muestra, se dividieron al ingreso y a las 24 horas con valores: pCO<sub>2</sub> <6mmHg, 6mmHg y >6 mmHg.



**Grafica 4.** En cada grupo de grafica en número de pacientes delta de pCO<sub>2</sub> <6mmHg (n=18), delta de pCO<sub>2</sub> de 6 mmHg (n=26) y delta de pCO<sub>2</sub> >6 mmHg (n=17). Los pacientes de delta de pCO<sub>2</sub> >6 mmHg es el grupo que, de acuerdo a la bibliografía, es el de mayor mortalidad.

A los pacientes con resultado de delta de pCO<sub>2</sub> >6 mmHg se les puso mayor interés ya que durante su tratamiento se tomó Lactato sérico el cual, de acuerdo a la bibliografía nacional e internacional, sirve como biomarcador para categorizar el estado de gravedad del choque séptico.

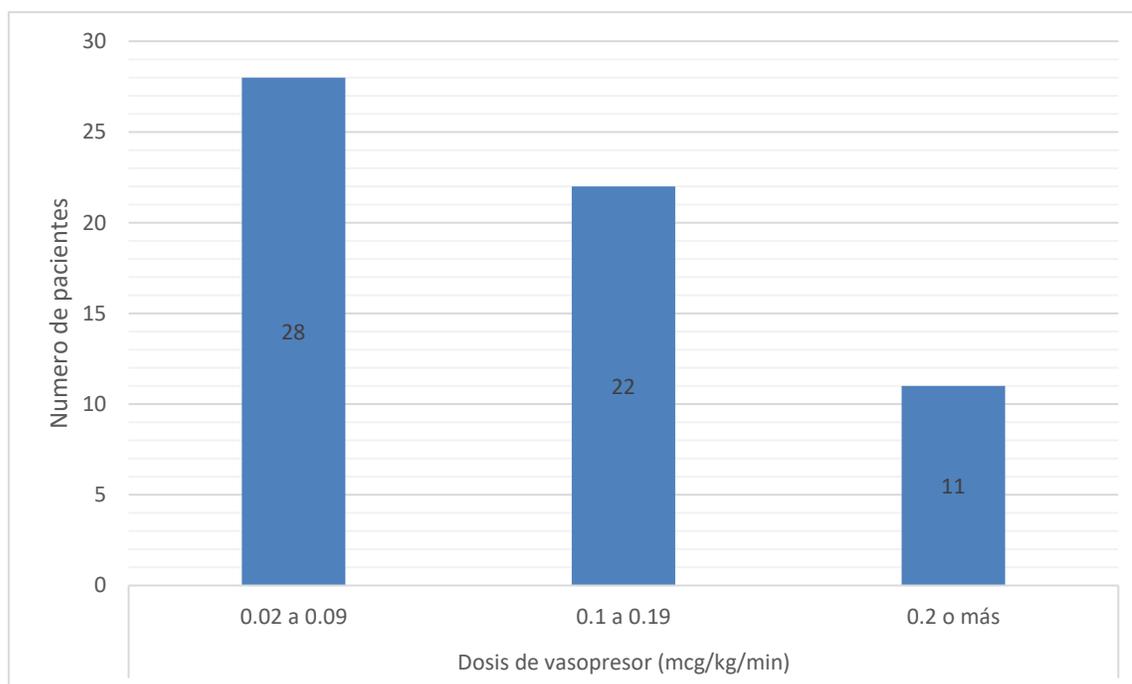
Niveles de lactato	Ingreso	24 horas	Mortalidad a las 24 horas
1.0 a 1.5	3	26	0
1.51 a 2.0	12	11	1
2.1 a 2.5	31	18	2
2.5 o más	15	6	6
Total de pacientes	61	61	9

**Tabla 3.** Se observa valores de lactato al ingreso y posterior a las primeras 24 horas de tratamiento, la mortalidad de pacientes se relaciona a niveles de lactato más altos (2,1 mEq/dL a más de 2.5 mEq/dL), lo que se relaciona con valores de Delta de pCO<sub>2</sub> mayor a 6 mmHg.

Durante el estudio se aplicó a los 61 pacientes se les realizan metas de resucitación de acuerdo con las guías internacionales, tomando el valor de corte de delta de pCO<sub>2</sub> de 6 mmHg, ocupando vasopresor (norepinefrina) individualizando cada caso, integrando tres grupos donde se utilizó diferente dosis como se observa en la tabla 2.

Uso de vasopresor (norepinefrina).				Mortalidad	
Dosis de vasopresor (mcg/kg/min)	0.02 a 0.09	28	46%	0	0%
	0.1 a 0.19	22	36%	2	22%
	0.2 o más	11	18%	7	78%
Total, de pacientes		61		9	

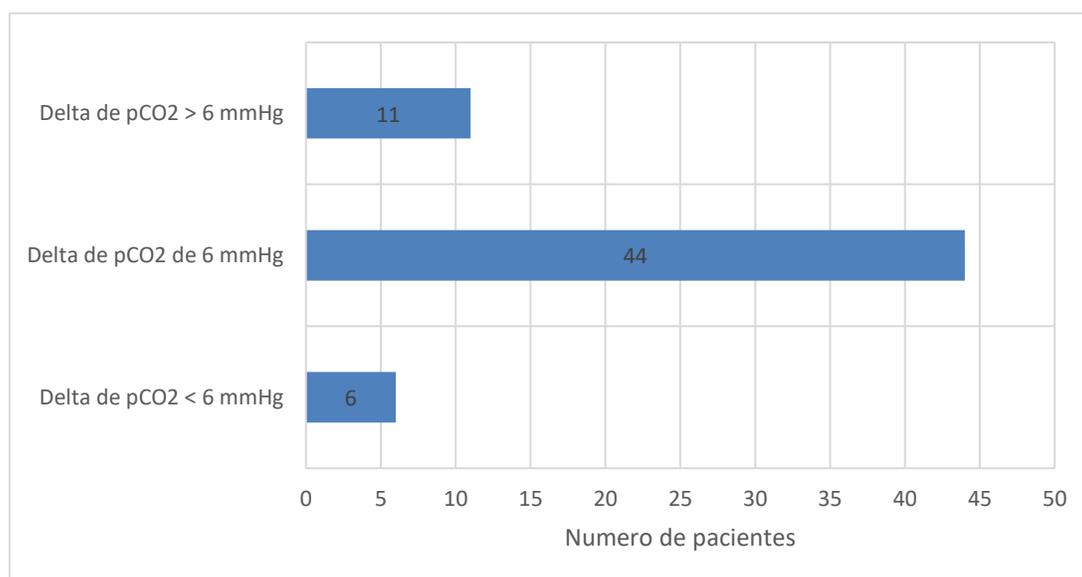
**Tabla 4.** Relación de uso de vasopresor y mortalidad de acuerdo a grupo de paciente en relación a dosis de vasopresor (noradrenalina) durante las primeras 24 horas de estancia del paciente con choque séptico.



**Grafica 5.** Número de pacientes de acuerdo a dosis de norepinefrina durante las primeras 24 horas de estancia en UCI con diagnóstico de choque séptico clasificado en tres grupos; dosis de 0.02 a 0.9 mcg/kg/min (n=28), dosis de 0.1 a 0.19 mcg/kg/min (n=22) y dosis de 0.2 o más mcg/kg/min (n=11).

**Tabla 5.** Se agrupó a los pacientes de acuerdo a su puntuación en la escala de SOFA al ingreso y se comparó con una nueva determinación de escala de SOFA a las 24 horas, posterior a tratamiento a base de líquidos parenterales, antibiótico empírico la primera hora, manteniendo TAM > 65mmHg con uso de vasopresor (norepinefrina), optimizando la saturación de O<sub>2</sub>; clasificándolos en 6 grupos según el puntaje obtenido al ingreso y a las 24 horas. La puntuación SOFA de los pacientes al ingreso y a las 24 horas de su estancia en UCI donde se la correlación de acuerdo a la mortalidad dependiendo puntaje obtenido, se observa que a mayor valor del puntaje (6 puntos), se observó mortalidad en el grupo de pacientes observados en este estudio.

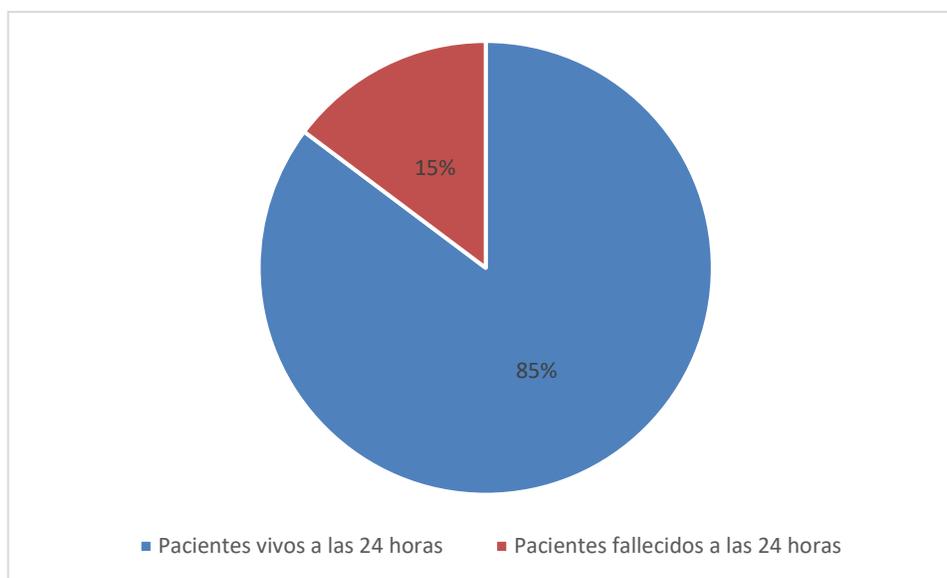
Puntuación SOFA	Mortalidad (%)	Valor calculado de SOFA a ingreso	Valor calculado de SOFA a las 24 horas	Fallecidos
menos de 2	0	0	5	0
2 a 3	6.4	40	41	0
4 a 5	20.2	11	6	0
6 a 7	21.5	8	7	7
8 a 9	33.3	1	1	1
más de 10	50%	1	1	1
Total de pacientes		61	61	9



**Grafica 6.** A las 24 horas de estancia se tomó nuevamente gasometría arterial y venosa para calcular el delta de pCO<sub>2</sub> a los 61 pacientes del estudio observando que los pacientes que presentaron delta de pCO<sub>2</sub> >6mmHg fallecieron.

**Tabla 6.** Se observa la mortalidad, la cual se relaciona con valores de Delta de pCO<sub>2</sub> mayores a 7, a pesar de dar tratamiento médico a los pacientes. En el estudio el 85% (n=52) permanece vivo, en cambio el 15% (n=9) de la muestra falleció como se predijo a su ingreso con valor de delta de pCO<sub>2</sub> mayor de 6mmHg, Lactato elevado y puntuación a la escala de SOFA de 6 a más de 10 puntos.

Pacientes vivos a las 24 horas	52	85%
Pacientes que fallecieron a las 24 horas	9	15%
Total de pacientes	61	100%



**Grafica 7.** Mortalidad del grupo de estudio representado, un 15% de la muestra falleció a las 24 horas de ingreso a UCI.

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

Al aplicar la prueba de chi cuadrada para la relación entre valor de delta de pCO<sub>2</sub> mayor de 6 mmHg, por choque séptico, se encuentra una asociación estadísticamente significativa con respecto al grupo de edades aplicadas al estudio.

Observado						
Tabla de frecuencia Genero y Grupo de Edad.						
		Rangos de Edad.				Total
		18 a 30 años	31 a 50 años	51 a 70 años	> a 71 años	
Genero.	Hombre.	7	8	5	5	25
	Mujer.	10	10	8	8	36
Total		17	18	13	13	61
%		28%	30%	21%	21%	100%

**Tabla 7.** Total, y porcentaje observado de acuerdo a rangos de edad.

Esperado						
Tabla de frecuencia Genero y Grupo de Edad.						
		Rangos de Edad.				Total
		18 a 30 años	31 a 50 años	51 a 70 años	> a 71 años	
Genero.	Hombre.	6.9672131 1	7.3770491 8	5.3278688 5	5.3278688 5	25
	Mujer.	10.032786 9	10.622950 8	7.6721311 5	7.6721311 5	36
Total		17	18	13	13	61
%		28%	30%	21%	21%	100%

**Tabla 8.** Total y porcentaje esperado de acuerdo a rangos de edad.

Con una P de Pearson con relación positiva débil como se observa en la Figura 7, con  $r= p$  0.245, existencia correlación lineal con resultados de mortalidad en pacientes con  $pCO_2$  mayor a 6 a las 24 horas de ingreso a la Unidad de Cuidados Intensivos.

**Tabla 9.** P de Pearson con relación positiva débil.

		Observados	
		Hombre	Mujer
Mortalidad	Fallecidos	6	3
	Vivos	30	42
p de Pearson	0.245		

## DISCUSIÓN

En este estudio se muestra la prevalencia de la enfermedad con respecto a género a una mayor frecuencia de choque séptico en las mujeres (n=36 pacientes), y una tendencia en grupos de edad entre los 31 y 50 años (n=18 pacientes), que es diferente con lo descrito en estudios previos sobre de mortalidad asociada a delta pCO<sub>2</sub> en sepsis, Carillo Esper et al., menciona que la mayor incidencia de sepsis es en los pacientes mayores de 65 años con un aumento de la mortalidad de 1.53 veces.

A su vez, dentro de la etiología establecida como causal de sepsis en nuestra población de estudio, coincide con las principales etiologías documentadas en los estudios nacionales más representativos, aunque en nuestra población de estudio la etiología predominante para desarrollar sepsis fue la abdominal (n=29 pacientes), en segundo lugar neumonía (n=26 pacientes), en tercer lugar infección de partes blandas (n=4 pacientes) y en cuarto y quinto lugar empiema y meningitis (n=1 paciente para cada una de las enfermedades), lo que difiere de la estadística nacional que se encuentra encabezada por infecciones de origen respiratorio influenciado por la pandemia de COVID-19 y las infecciones agregadas a esta, aunque si es concordante el sitio de infección respiratorio como el causante de la mayor parte de casos que evolucionaron a choque séptico según la literatura actual según los reportes epidemiológicos de la OMS 2021.

Esto se puede explicar debido a que las Unidades de Cuidados Intensivos (Hospital General La Villa y Hospital General Rubén Leñero) en que se realizó el presente estudio, a partir del año pasado recibió pacientes no COVID-19 no complicados y sin datos de sepsis o de choque séptico, enfocándose en los pacientes que presentaban sepsis de origen diferente al de origen neumónico, teniendo la oportunidad de ampliar el universo de pacientes y a muestra del presente estudio.

El estudio de Ocelotl Pérez et al., Delta de CO<sub>2</sub> como factor de riesgo de muerte en choque séptico, Medicina crítica y terapia intensiva, 2016 estudió a 42 pacientes a los cuales se les midió Delta CO<sub>2</sub> inicial, a las 6 horas y a las 12 horas. Encontrando que los pacientes con valor inicial de Delta CO<sub>2</sub> > 6 mmHg presentaron mortalidad del 52%, aumentando la mortalidad si los valores > 6mmHg son persistentes por 12 horas. En nuestro estudio se encontró que los niveles de Delta CO<sub>2</sub> inicial no se relaciona de manera directa con la mortalidad de los pacientes, pero los valores obtenidos a las 24 horas de la reanimación son concordantes con la mortalidad.

Según el estudio de Vincent, J. L., & Bakker, J. de 2021. Blood lactate levels in sepsis: in 8 questions publicado en Current Opinion in Critical Care menciona que niveles de lactato mayor a 1.5 se correlaciona a mortalidad, pero no es un marcador que por si solo pueda predecir mortalidad; en el presente estudio al encontrar una relación de delta de pCO<sub>2</sub> mayor a 6 mmHg con desarrollo de choque séptico, en comparación con los niveles de Lactato sérico (mayor de 1.5 mEq/dL), y el calcular la escala de SOFA al ingreso y a las 24 horas, permitirá implementar medidas de vigilancia y protocolos de evaluación y manejo específico desde el ingreso a la Unidad de Cuidados Intensivos ante la presencia de pacientes con sepsis y choque séptico; a su vez permitirá tener datos estadísticos confiables del impacto de estas medidas en estos pacientes.

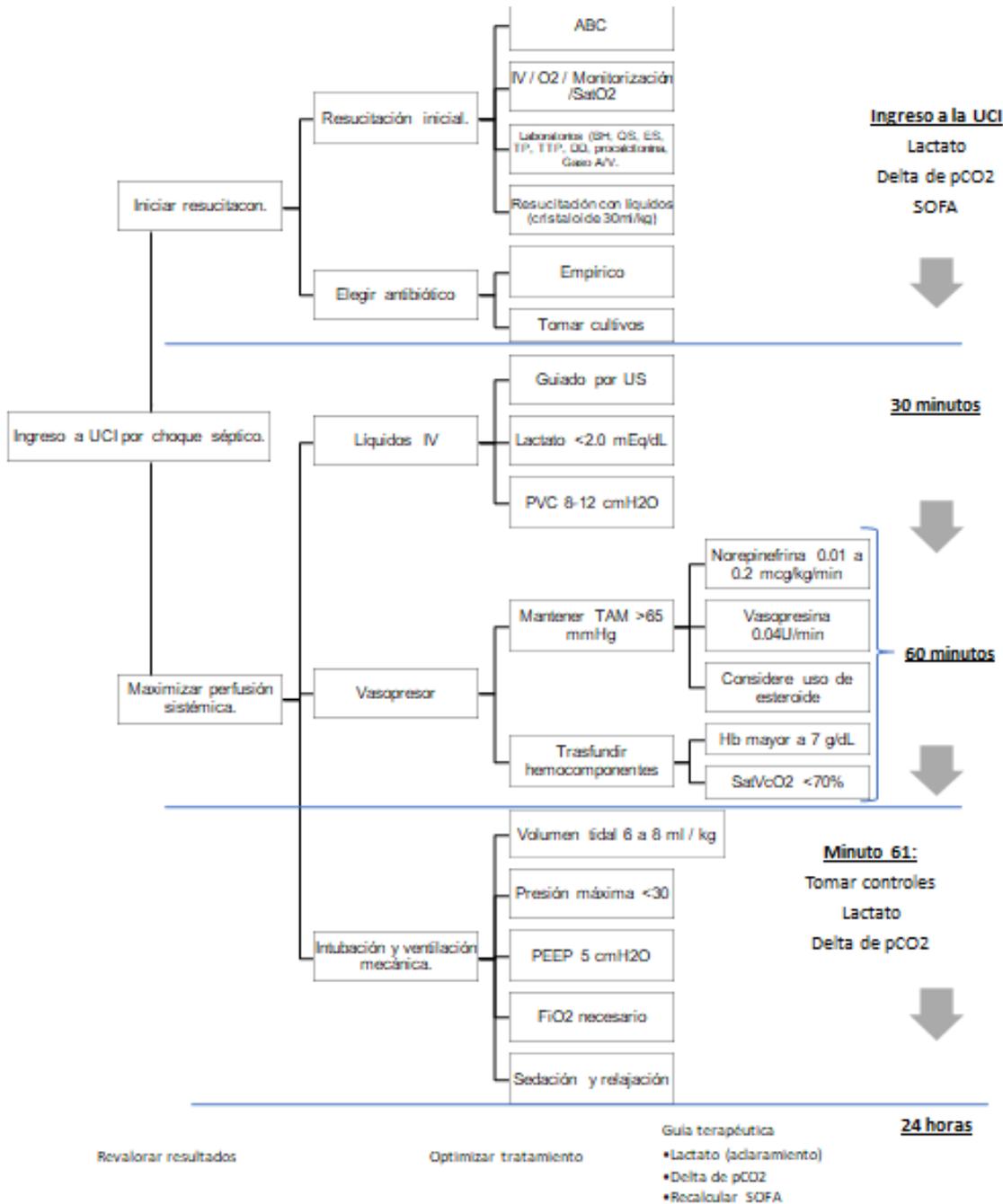
En relación a lo anterior y en base a la importancia por la alta morbimortalidad de este padecimiento, estudios experimentales han establecido la evaluación del índice de perfusión, conformado por niveles de Lactato, Delta pCO<sub>2</sub> y puntuación SOFA al ingreso y a las 24 horas de su estancia en la UCI, como medida predictora de requerimiento de soporte vasopresor en pacientes con choque séptico. Siendo de utilidad el presente estudio, en caso de recursos limitados como la falta de estudios de laboratorio para calcular y estadificar las variables de la escala SOFA.

Con base a la Guía Sobreviviendo a la Sepsis 2018, las metas en la primera hora son la valoración de respuesta a volumen, el inicio temprano de vasopresor y el inicio de antibiótico empírico acorde a la etiología del estado de choque, con lo cual se mantendrá una TAM mayor 65 mmHg; sin embargo, mantener una TAM perfusoria no es indicativo de mejorar la microcirculación y con ello mejorar la hipoperfusión tisular, lo cual se pudo observar en el estudio, encontrando valores de delta pCO<sub>2</sub> a la primeras 24 hora de la reanimación similares mayores de 6 mmHg en el grupo de pacientes que falleció (n=9 pacientes), que represento el 15% de la muestra, lo que indica que la reanimación inicial no era la adecuada, o el paciente se encontraba con fallas orgánica múltiple que hiciera complejo su tratamiento y su reanimación.

En el estudio de Ochagavía et al., Monitorización hemodinámica en el paciente crítico. Recomendaciones del Grupo de Trabajo de Cuidados Intensivos Cardiológicos y RCP de la Sociedad Española de Medicina Intensiva, Crítica y Unidades Coronarias, 2014, el delta de pCO<sub>2</sub>, puede proporcionar información adicional sobre la supervivencia y la capacidad de organismo a mejorar sus condiciones clínicas dentro de las primeras 24 horas de tratamiento en la UCI, por lo que en este estudio de acuerdo al control de este biomarcador

y en comparación del Lactato sérico y la escala de SOFA, podemos predecir el pronóstico de los pacientes.

Se propone el siguiente algoritmo, el cual se aplicó a los pacientes que participaron en el estudio, basado en la literatura nacional e internacional para el tratamiento del choque séptico al ingreso de la unidad de UCI.



**Figura 1.** Protocolo de atención de la UCI hospital General La Villa para paciente con Choque Séptico.

## CONCLUSIONES

1. En los Hospitales Generales La villa y Rubén Leñero, se cuenta con el recurso necesario para poder obtener la pCO<sub>2</sub> a partir de la toma de gasometría arterial y venosa al inicio y a las 24 horas del paciente que ingresa al área de UCI.
2. Existe una asociación entre los niveles elevados de Delta de pCO<sub>2</sub> con el desarrollo de choque séptico en los pacientes con diagnóstico de choque séptico al ingreso en La Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital General La Villa y Hospital General Rubén Leñero, lo cual debe de ser tomado en cuenta para establecer una vigilancia más estrecha en su tratamiento y monitoreo de reanimación.
3. Al ser más frecuente esta situación en el género femenino, deben ser tomados en cuenta para la atención de este grupo de pacientes.
4. Se estableció como mayor porcentaje de etiología de choque séptico en relación al foco abdominal en los hospitales de donde se obtuvo la muestra del presente estudio.
5. Los niveles de lactato mayor a 1.5 mEq/dL se correlaciono a niveles altos de delta de pCO<sub>2</sub> (>6 mmHg), lo que predice mortalidad.
6. El uso de vasopresor (norepinefrina) a dosis mayo de 0.1mcg/kg/min tubo relación en la mortalidad de los pacientes observados en el presente estudio.
7. De acuerdo a los resultados encontrados se puede decir que el Delta de pCO<sub>2</sub> y el Lactato predijeron el fallecimiento del 15% de la muestra del presente estudio, lo cual tiene una significancia positiva débil (p:0.245), por lo cual tiene significancia estadística débil.
8. Se correlaciono la mortalidad de los pacientes de la muestra con la escala de SOFA al ingreso y a las 24 horas, observando que valores calculados de 6 puntos se relacionó con mortalidad en el grupo de estudio.
9. En base a los hallazgos en el estudio y las limitaciones que se tuvieron, se deben de generar futuras investigaciones en este tipo de población, con diseños prospectivo que permita un mejor control de la información y registro de pacientes, y la introducción de varias variables hemodinámicas para su medición conjunta y su correlación entre estas y el impacto para el desarrollo de choque séptico.

## **PROPUESTAS**

De acuerdo a lo anterior, se propone utilizar el delta de  $p\text{CO}_2$  como guía de manejo del paciente con choque séptico que ingrese a la Unidad de Terapia Intensiva de los Hospitales Generales de red de la SSA de la CDMX, si se logran los resultados esperados.

Las nuevas perspectivas posterior a este estudio es poder establecer la relación que guardan los valores de Delta  $\text{CO}_2$  con la reanimación aceptada por la literatura y su influencia en el desarrollo de choque séptico.

Se puede realizar un estudio que incluya la medición de varios valores hemodinámicos simultáneos como lo es saturación venosa central de oxígeno y el Delta de  $\text{CO}_2$ , y verificar si tienen en conjunto mayor o igual asociación con choque séptico.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Seymour, C. W., Liu, V. X., Iwashyna, T. J., Brunkhorst, F. M., Rea, T. D., Scherag, A., Rubenfeld, G., Kahn, J. M., Shankar-Hari, M., Singer, M., Deutschman, C. S., Escobar, G. J., & Angus, D. C. (2016). Assessment of Clinical Criteria for Sepsis. *JAMA*, 315(8), 762. <https://doi.org/10.1001/jama.2016.0288>.
2. Adeva-Andany, M., López-Ojén, M., Funcasta-Calderón, R., Ameneiros-Rodríguez, E., Donapetry-García, C., Vila-Altesor, M., & Rodríguez-Seijas, J. (2014). Comprehensive review on lactate metabolism in human health. *Mitochondrion*, 17, 76–100. <https://doi.org/10.1016/j.mito.2014.05.007>.
3. Ocelotl PR, Valle RJ, De Jesús BD, et al. Delta de CO2 como factor de riesgo de muerte en choque séptico. *Med Crit*. 2016;30(1):30-42.
4. Van Beest P, Wietasch G, Scheeren T, Spronk P, Kuiper M. Clinical review: use of venous oxygen saturations as a goal—a yet unfinished puzzle. *Crit Care*. 2011; 15 (5): 232.
5. Vincent, J. L., & Bakker, J. (2021). Blood lactate levels in sepsis: in 8 questions. *Current Opinion in Critical Care*, 27(3), 298–302. <https://doi.org/10.1097/mcc.0000000000000824>
6. Rhodes A, Evans LE, Waleed A, Levy MM, Ferrer R, Kumar A, Sevransky JE. Surviving sepsis campaign: international guidelines for management of sepsis and septic shock. *Rev Crit Care Medic* 2017; 45 (3) 486-552.
7. Adeva-Andany, M., López-Ojén, M., Funcasta-Calderón, R., Ameneiros-Rodríguez, E., Donapetry-García, C., Vila-Altesor, M., & Rodríguez-Seijas, J. (2014). Comprehensive review on lactate metabolism in human health. *Mitochondrion*, 17, 76–100. <https://doi.org/10.1016/j.mito.2014.05.007>
8. Ochagavía, A., Baigorri, F., Mesquida, J., Ayuela, J., Ferrándiz, A., García, X., Monge, M., Mateu, L., Sabatier, C., Clau-Terré, F., Vicho, R., Zapata, L., Maynar, J., & Gil, A. (2014). Monitorización hemodinámica en el paciente crítico. Recomendaciones del Grupo de Trabajo de Cuidados Intensivos Cardiológicos y RCP de la Sociedad Española de Medicina Intensiva, Crítica y Unidades Coronarias. *Medicina Intensiva*, 38(3), 154–169. <https://doi.org/10.1016/j.medin.2013.10.006>.
9. Aya, H. D., Rhodes, A., Chis Ster, I., Fletcher, N., Grounds, R. M., & Cecconi, M. (2017). Hemodynamic Effect of Different Doses of Fluids for a Fluid Challenge. *Critical Care Medicine*, 45(2), e161-e168. <https://doi.org/10.1097/ccm.0000000000002067>
10. Ferguson BS, Rogatzki MJ, Goodwin ML, Kane DA, Rightmire Z, Gladden LB. Lactate metabolism: historical context, prior misinterpretations, and current understanding. *Eur J Appl Physiol*. 2018;118(4):691-728.

11. Gorordo-Delsol LA. Sepsis: el enemigo oculto entre líneas. Rev Med Inst Mex Seg Soc.2017;55(4):423.
12. Mallat, Yihad; Pepy, Florent; Lemyze, Malcolm; Gasan, Gaëlle; Vangrunderbeeck, Nicolás; Tronchón, Laurent; Vallet, Benoit; Thévenin, Didier Diferencia de presión parcial de dióxido de carbono venoso central a arterial en la reanimación temprana del shock séptico, European Journal of Anesthesiology: julio de 2014 - Volumen 31 - Número 7 - p 371-380 doi: 10.1097/EJA.000000000000064.
13. Ledezma RF, Solís ADA, Mendoza RM. Déficit de base contra delta de dióxido de carbono como factor pronóstico de complicaciones en choque hemorrágico. Med Crit. 2018;32(4):217-224. doi:10.35366/TI184G.
14. Patiño RMI, Mendoza RM, Huerta VRM, et al. Biomarcadores de la microcirculación versus escala SOFA como predictores de mortalidad en choque séptico. Medcrit. 2018;32 (2):66-75.
15. Mendoza PE, Lozano NJJ, Mendoza RM. Índice de Briones y delta de CO2 como pronóstico en choque hipovolémico-traumático. Med Crit. 2017;31(1):16-19.
16. López PHR, Sandoval AJ, Salinas MC, et al. Tercer Lugar: Premio «Dr. Mario Shapiro» Delta arterial-venoso de la presión de CO2 ( $\Delta$ PCO2) como indicador de reanimación y mortalidad en cuidados postquirúrgicos cardiovasculares. Med Crit. 2010;24(1):13-17.
17. Ltaief, Z., Schneider, A.G. & Liaudet, L. Pathophysiology and clinical implications of the veno-arterial PCO2 gap. Crit Care 25, 318 (2021). <https://doi.org/10.1186/s13054-021-03671-w>.
18. Gavelli F, Teboul JL, Monnet X. How can CO2-derived indices guide resuscitation in critically ill patients? J Thorac Dis. 2019;11(Suppl 11):S1528–37.

## ANEXO 1

### INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS

Secretaria de Salud de la Ciudad de México

Hospital General de la Villa

Especialidad Medicina Crítica

### PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

“DELTA DE CO<sub>2</sub> COMO ESTRATEGIA DEL MANEJO INTEGRAL DEL PACIENTE CON CHOQUE SÉPTICO EN LA UCI”.

	Edad	Genero	Diagnostico Inicial	Delta de pCO <sub>2</sub> Inicial	Delta de pCO <sub>2</sub> a las 12 horas.	Delta de pCO <sub>2</sub> a las 24 horas	Lactato	SOFA INGRESO	SOFA 24 HORA	Vasopresor (dosis mg/kg/min)	Fallecimiento
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											