



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

**INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS MÉDICAS Y**  
**NUTRICIÓN SALVADOR ZUBIRÁN**

**COMPORTAMIENTO DE LA RELACIÓN**  
**PV-ACO<sub>2</sub>/DCA-VO<sub>2</sub> EN PACIENTES CON CHOQUE**  
**SÉPTICO EN LA TERAPIA INTENSIVA DEL INSTITUTO**  
**NACIONAL DE CIENCIAS MÉDICAS Y NUTRICIÓN**  
**SALVADOR ZUBIRÁN.**

**TESIS**

PARA OBTENER EL:  
**TÍTULO DE ESPECIALISTA**

EN:  
**MEDICINA CRÍTICA**

PRESENTA:  
**IVAN SALINAS TORRES**

TUTOR DE TESIS

**DRA. EDITH LIZETH NICOLÁS MARTÍNEZ**  
Medico adscrito al departamento de Terapia Intensiva

Ciudad Universitaria, CDMX, Agosto de 2024





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.

**Título del trabajo: Comportamiento de la relación Pv-aCO<sub>2</sub>/DCa-vO<sub>2</sub> en pacientes con choque séptico en la terapia intensiva del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán.**

---

Dr. José Alberto Ávila Funes

Director de Enseñanza



**INCMNSZ**  
INSTITUTO NACIONAL  
DE CIENCIAS MÉDICAS Y NUTRICIÓN  
"DR. SALVADOR ZUBIRÁN"  
DIRECCIÓN DE ENSEÑANZA

Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán

---

Dr. José Guillermo Domínguez Cherit

Médico Adscrito al Departamento de Terapia Intensiva

Profesor Titular del Curso de Medicina Crítica

Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán

---

Dra. Edith Lizeth Nicolás Martínez

Tutor de tesis

Médico Adscrito al Departamento de Terapia Intensiva

Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán

<b>RESUMEN</b> .....	4
<b>1. ANTECEDENTES</b> .....	6
<b>A. MARCO TEÓRICO</b> .....	6
<b>2. JUSTIFICACIÓN:</b> .....	10
<b>3. HIPÓTESIS:</b> .....	11
<b>4. OBJETIVOS:</b> .....	12
<b>5. MATERIALES Y MÉTODOS:</b> .....	13
<b>6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO:</b> .....	15
<b>7. RESULTADOS:</b> .....	16
<b>8. DISCUSIÓN</b> .....	23
<b>9. CONCLUSIONES</b> .....	26
<b>10. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	27

## DEFINICIONES Y ABREVIATURAS.

- $VO_2$ : consumo de oxígeno
- $VCO_2$ : producción de dióxido de carbono ( $CO_2$ )
- $Pv-aCO_2$ : Diferencia de presión veno-arterial de dióxido de carbono
- $DCv-aCO_2$ : Diferencia del contenido veno-arterial de dióxido de carbono
- $DCa-vO_2$ : Diferencia del contenido arterio-venoso de oxígeno
- $Pv-aCO_2/DCa-vO_2$ : Diferencia de la presión veno-arterial de dióxido de carbono sobre la diferencia del contenido arterio-venoso de oxígeno
- Sepsis: una afección potencialmente mortal causada por una respuesta desregulada del huésped a la infección, que da como resultado una disfunción orgánica.
- Choque séptico: anomalías circulatorias, celulares y metabólicas en pacientes sépticos, que se presentan como hipotensión refractaria a los líquidos que requiere terapia con vasopresor con hipoperfusión tisular asociada (lactato  $> 2$  mmol/L).

## RESUMEN

**INTRODUCCIÓN:** La sepsis y el choque séptico es un estado fisiopatológico multifactorial que requiere un extenso abordaje y manejo que incluye reanimación temprana con líquidos, antibióticos y control de foco infeccioso quirúrgico o conservado dependiendo del caso. La hipoperfusión y la falla multiorgánica son consecuencias importantes en estos pacientes, un control y seguimiento del manejo de la perfusión tisular es de vital importancia, por lo que encontrar un marcador que pudiera detectar de manera temprana un estado de gravedad en dichos pacientes es un tema de interés.

**OBJETIVOS:** Describir el comportamiento de la relación Pv-aCO<sub>2</sub>/DCa-vO<sub>2</sub> en pacientes con choque séptico analizando su valor al ingreso, 24, 48 horas y 72 hrs en una unidad de terapia intensiva y buscar si este permite establecer algún factor pronóstico en dichos pacientes.

**MATERIAL Y MÉTODOS:** Estudio retrospectivo y descriptivo en 25 pacientes con diagnóstico de choque séptico de cualquier foco en los cuales se capturan parámetros de perfusión como son lactato, SvO<sub>2</sub>, DCO<sub>2</sub> y la relación Pv-aCO<sub>2</sub>/DCa-vO<sub>2</sub> desde su ingreso cada 24 hrs por 3 días. Mediante una red neuronal, se detectan y estudian los parámetros más fiables y se comparan entre ellos analizando su comportamiento.

**RESULTADOS:** El D-lactato por cada aumento por unidad tuvo un AUC de 0.98 con OR 1.27, con (IC 0.913-1.778), D-Pv-aCO<sub>2</sub>/DCa-vO<sub>2</sub> por cada incremento de unidad de delta tuvo un OR 0.72 con (IC 0.4223-1.2531), se observó en los pacientes que fallecieron una predominante elevación de la relación Pv-aCO<sub>2</sub>/DCa-vO<sub>2</sub> al ingreso a la UTI, cosa que se observó en el lactato hasta las 24 horas.

**CONCLUSIÓN:** No se observó que la relación Pv-aCO<sub>2</sub>/DCa-vO<sub>2</sub> fuera un marcador para predecir mortalidad a lo largo del tiempo, sin embargo, si se encontró una elevación mas temprana en comparación con el lactato principalmente en pacientes que fallecieron por choque séptico.

**PALABRAS CLAVES:** lactato, SvO<sub>2</sub>, DCO<sub>2</sub>, relación Pv-aCO<sub>2</sub>/DCa-vO<sub>2</sub>, choque séptico.

## 1. ANTECEDENTES

De acuerdo con su fundamento fisiológico, tal como se detalla en la ecuación de Fick, el consumo de oxígeno ( $VO_2$ ) y la producción de dióxido de carbono ( $VCO_2$ ) están directamente relacionados con el gasto cardíaco y las diferencias en el contenido de estos gases entre la sangre arterial y venosa. En condiciones aeróbicas, la  $VCO_2$  se aproxima al  $VO_2$ , lo que significa que la diferencia de contenido venoarterial de  $CO_2$  ( $Dv-aCO_2$ ) se asemeja a la diferencia de contenido arteriovenoso de  $O_2$  ( $DCa-vO_2$ ). Por lo tanto, la relación  $VCO_2/VO_2$  no debería superar  $>1$  en situaciones de reposo aeróbico, y esta relación puede ser reemplazada por  $Dv-aCO_2/DCa-vO_2$ , siendo independiente de las fluctuaciones en el flujo (8,9,16).

### A. MARCO TEÓRICO

En situaciones donde hay un incremento en la demanda metabólica excesiva, la producción total de  $CO_2$  ( $VCO_2$ ) puede superar los aumentos adaptativos en el consumo de oxígeno ( $VO_2$ ) una vez que se sobrepasa el umbral anaeróbico. Durante un estado de choque, se espera que una disminución general del  $VO_2$  acompañada de una reducción proporcional en la  $VCO_2$  aeróbica; sin embargo, estudios experimentales han mostrado que la  $VCO_2$  disminuye ligeramente menos que el  $VO_2$ , lo que provoca un aumento en la relación  $VCO_2/VO_2$ , volviendo a niveles normales tras la recuperación del choque. Por lo tanto, la relación  $DCv-aCO_2/DCa-vO_2$  podría ser útil para identificar la presencia de metabolismo anaeróbico (2).

Zang y cols. demostraron que la tasa de mortalidad al día 7 y al 35 aumentó en pacientes con  $Cv-aCO_2/Da-vO_2 >1$  y la tasa de supervivencia fue diferente al día 35, lo que demostró que  $Cv-aCO_2/Da-vO_2$  puede usarse para evaluar eficazmente la tasa de éxito de la reanimación e identificar pacientes con alto riesgo de resultados adversos (18).



Mekontso Dessap y cols demostraron que es posible obtener una buena correlación utilizando presiones de CO<sub>2</sub> en lugar de contenidos, lo que permite establecer la relación Pv-aCO<sub>2</sub>/DCa-vO<sub>2</sub> como un indicador del metabolismo anaeróbico, además de ser más fácil de determinar. De igual manera encontraron que una relación Pv-aCO<sub>2</sub>/DCa-vO<sub>2</sub> de menos de 1.4 al inicio tuvo una mayor tasa de supervivencia general a 1 mes (11,14)

La relación Pv-aCO<sub>2</sub>/DCa-vO<sub>2</sub> ha proporcionado información pronóstica valiosa y podría ayudar a esclarecer el origen del aumento de lactato en las primeras etapas del choque. Asimismo, se ha observado que esta relación responde más rápidamente que los niveles de lactato ante cambios hemodinámicos a corto plazo, lo que la convierte en una variable útil para la detección temprana del metabolismo anaeróbico en curso y su reanimación (6, 19).

Cabe destacar que una relación Pv-aCO<sub>2</sub>/Ca-vO<sub>2</sub> aumentada se relacionó con un aclaramiento retardado de lactato, lo que sugiere que la relación Pv-aCO<sub>2</sub> / Ca-vO<sub>2</sub> podría anticipar las variaciones de lactato (8,22).

Aunque esta relación puede ser analizada en diferentes tipos de choque, su cálculo y representación gráfica en pacientes con diagnóstico de choque séptico; la forma más grave de una infección, podría reflejar una falla celular. Esta falla es consecuencia de una respuesta inflamatoria sistémica severa que conduce a un colapso cardiovascular y/o microcirculatorio, así como a hipoperfusión tisular. Sin embargo, puede utilizarse para proporcionar información complementaria durante la reanimación en estado de choque séptico (5,7,17,20).

La relación Pv-aCO<sub>2</sub>/DCa-vO<sub>2</sub> ha demostrado ser un factor pronóstico en el choque séptico en diversos estudios, indicando que una relación elevada puede señalar una dependencia continua del VO<sub>2</sub>/DO<sub>2</sub> (1,10,18).

La relación Pv-aCO<sub>2</sub>/DCa-vO<sub>2</sub> produce la mayor área bajo la curva en la predicción de elevación de lactato, esto con un punto de corte de 1.31 en 8 horas y 1.37 en 24

horas que se correlacionaron con hiperlactatemia  $\geq 10\%$  y  $>20\%$ , respectivamente (12)

La persistencia de hiperlactatemia y un elevado índice  $P(va)CO_2/D(av)O_2$  se asociaron con una disfunción orgánica más severa y peores resultados clínicos. En cambio, los pacientes mostraron los mejores resultados cuando tanto el lactato sérico como el índice  $P(va)CO_2/D(av)O_2$  se normalizaron al mismo tiempo (13).

El lactato y la relación  $P_{cv-a}CO_2 / Ca-cvO_2$  son factores de riesgo independientes para predecir la mortalidad a los 28 días en pacientes con choque séptico. La relación  $P_{cv-a}CO_2 / Ca-cvO_2$  elevada, combinada con la hiperlactatemia puede evaluar el pronóstico de los pacientes con choque séptico con mayor precisión con AUC (IC del 95%): 0,849 (0,762-0,914),  $Z = 3,354$ ,  $P=0,001$ , con una sensibilidad del 97,14% y una especificidad del 88,89% (14,15) y esto se puede correlacionar con una dependencia continua del suministro de consumo de  $O_2$ , es decir, dependencia de  $VO_2 / DO_2$  (21).

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Si bien en los pacientes con disfunción orgánica secundaria a choque séptico no se tiene hasta el día de hoy un marcador de perfusión microcirculatoria que pueda inferir la sospecha de un desenlace favorable o desfavorable, la relación Pv-aCO<sub>2</sub>/DCa-vO<sub>2</sub> al ser considerada un marcador de metabolismo anaerobio temprano podría ser estudiada para el análisis de su comportamiento en la evolución del curso del choque séptico.

Por lo que diseñamos este estudio para determinar si la relación Pv-aCO<sub>2</sub>/DCa-vO<sub>2</sub> es útil para categorizar diferentes trayectorias en choque séptico y si puede ser un marcador temprano de desenlace en comparación con el lactato en pacientes con diagnóstico de choque séptico en la Unidad de Terapia Intensiva del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán.

## **2. JUSTIFICACIÓN:**

En las primeras etapas del choque séptico los pacientes presentan un aumento de la heterogeneidad del flujo microvascular lo que puede llevar a un aumento del gasto cardiaco de manera compensatoria que no produce alteración directa sobre la microcirculación; sin embargo, la fisiopatología del choque séptico consta de una disfunción celular en presencia de un metabolismo aeróbico que representa la incapacidad de las células para extraer oxígeno o de un cortocircuito microcirculatorio que no puede ser optimizado con maniobras que destinen a un aumento del flujo sanguíneo. Al continuar con dicho evento de disoxia celular este progresa a un metabolismo anaeróbico que aumentan los niveles de lactato por acumulación del mismo; sin embargo, esto sucede de manera tardía. Mientras tanto la relación  $Pv-aCO_2/DCa-vO_2$  podría proporcionar información pronóstica adicional en el choque séptico anticipándose al aumento del lactato durante las primeras etapas del choque, por tal motivo se planea analizar el comportamiento de dicho marcador y su tendencia alrededor de 72 horas para ver si permite la estimación pronóstica del curso de la enfermedad (vida o muerte).

### **3. HIPÓTESIS:**

La relación  $Pv-aCO_2/DCa-vO_2$  es un marcador para detectar metabolismo anaerobio de manera temprana en pacientes con choque séptico, el que estos pacientes tengan una relación  $Pv-aCO_2/DCa-vO_2 >1.4$  a su ingreso a la Terapia Intensiva y que este se mantenga elevado o en aumento por 72 horas se correlaciona con un mayor riesgo de complicaciones, falla multiorgánica y muerte.

#### **4. OBJETIVOS:**

##### **Objetivo primario:**

Describir el comportamiento de la relación Pv-aCO<sub>2</sub>/DCa-vO<sub>2</sub> en pacientes con choque séptico analizando su valor al ingreso, 24, 48 horas y 72 horas en la unidad de terapia intensiva de nuestro instituto en el periodo comprendido de mayo a junio del 2024, y si dicha determinación permite la estimación pronóstica del curso de la enfermedad (vida o muerte).

##### **Objetivos secundarios:**

- Identificar la dinámica entre el comportamiento de la relación Pv-aCO<sub>2</sub>/DCa-vO<sub>2</sub> y lactato
- Describir el comportamiento y el desenlace de los pacientes con la relación Pv-aCO<sub>2</sub>/DCa-vO<sub>2</sub>.
- Evaluar la tendencia de la relación Pv-aCO<sub>2</sub>/DCa-vO<sub>2</sub> a través de los días y ver si hay alguna relación de este y la etiología del choque séptico.

## 5. MATERIALES Y MÉTODOS:

- a) Diseño de estudio: Estudio retrospectivo, descriptivo, transversal, no aleatorizado.
- b) Población de estudio: Pacientes con diagnóstico de choque séptico ingresados en la unidad de terapia intensiva del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán en el de mayo a junio del 2024.
- c) Tamaño de Muestra: Muestreo por conveniencia no aleatorizado.
- d) Criterios de inclusión:
  - 1. Pacientes con edad >18 años
  - 2. Pacientes atendidos en nuestro instituto bajo el diagnóstico de choque séptico corroborado mediante los criterios de la última actualización 2023 sobre sepsis y choque séptico en adultos y que cursen su estancia en la unidad de cuidados intensivos.
  - 3. Pacientes con gasometría arterial y venosa tomada por 3 días consecutivos
- e) Criterios de exclusión:
  - 1. Pacientes menores de edad
  - 2. Pacientes embarazadas
  - 3. Pacientes portadores de VIH
  - 4. Pacientes en los que no se pueda obtener la información completa de marcadores de perfusión
- e) Criterios de eliminación:
  - 1. Defunción dentro de las primeras 24 horas al diagnóstico
  - 2. Alta voluntaria o traslado hospitalario dentro de las primeras 24 horas
- f) Variables:
  - Variables independientes:

- Edad (discreta, nominal).
- Sexo (nominal, dicotómica).
- Origen del choque (discreta, nominal).
- Talla (discreta, nominal)
- Peso (discreta, nominal)
- Lactato (discreta, nominal) (primero al tercer día)
- SvO<sub>2</sub> (discreta, nominal) (primero al tercer día)
- Dv-aCO<sub>2</sub> (discreta, nominal) (primero al tercer día)

Variables dependientes:

- Pv-aCO<sub>2</sub>/DCa-vO<sub>2</sub> (discreta, nominal) (primero al tercer día)

- g) Técnica de recolección de datos: Los datos fueron recolectados mediante la revisión del expediente clínico electrónico de pacientes con diagnóstico de choque séptico en la población de nuestro instituto que hayan cursado su estancia en la Unidad de Terapia Intensiva en el periodo comprendido de mayo a junio del 2024.
- h) Presentación de resultados: Tablas y gráficos.
- i) Recursos: Se conto con recurso humano y material para realizar la investigación.
- j) Consideraciones éticas: El investigador cuenta con capacitación de buenas prácticas clínicas que permitirá cumplir con los principios de seguridad del participante, la integridad y validez de la información. Los datos obtenidos en este estudio fueron sometidos a estricto rigor y custodia, manteniendo en secreto la identidad de los pacientes. Solo se reflejará la información producto del escrutinio de expedientes, sin modificación inmediata o posterior, sin ninguna intención de beneficiar, forzar o malinformar, ni a los pacientes, investigadores o instituciones. La toma de datos se limitó a la revisión retrospectiva del expediente clínico lo que permitió prescindir del consentimiento informado.



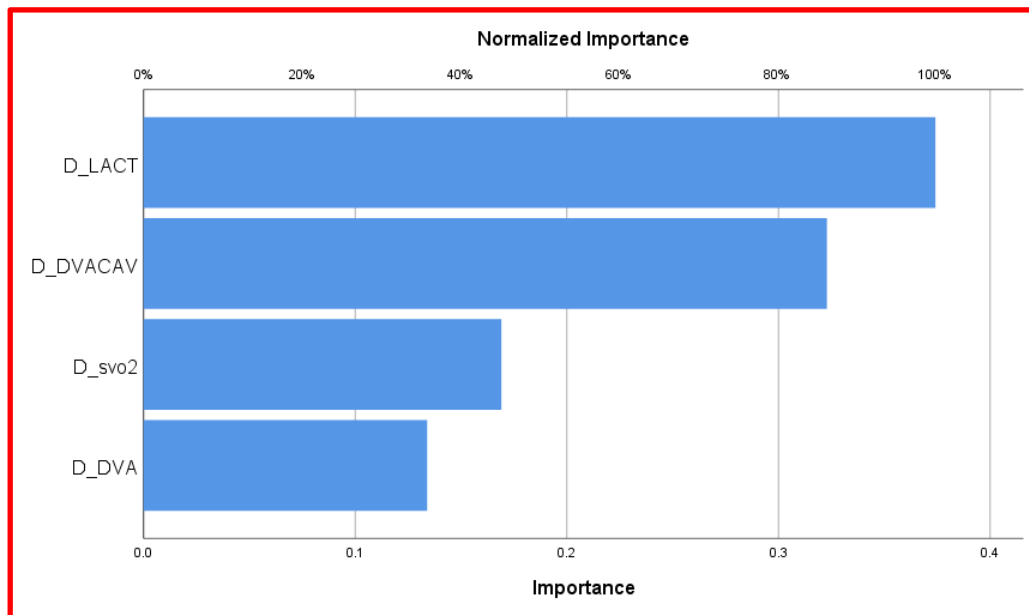
## **6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO:**

Las variables continuas fueron descritas como la media y su desviación estándar, mientras que las variables categóricas se describieron como cuentas o porcentajes. Para cada uno de los biomarcadores de oxigenación se determinó la diferencia entre el tiempo cero(ingreso) y el tiempo 3 (72 horas) como un indicador de deterioro o mejoría durante este periodo. Estos deltas de los biomarcadores se utilizaron como variables independientes para alimentar una red neuronal multicapa con propósitos de predicción de mortalidad, así como los predictores más importantes. Estas variables fueron posteriormente analizadas por medio de regresión logística para estimar los momios (odds) ya que estos aportan información más relevante desde el punto de vista clínico. Las comparaciones entre los grupos para las variables continuas se analizaron por medio de la prueba t de Student para muestras independientes o la U de Mann-Whitney de acuerdo a la distribución de las variables. Un valor de probabilidad menor de 5% fue considerado como estadísticamente significativo.

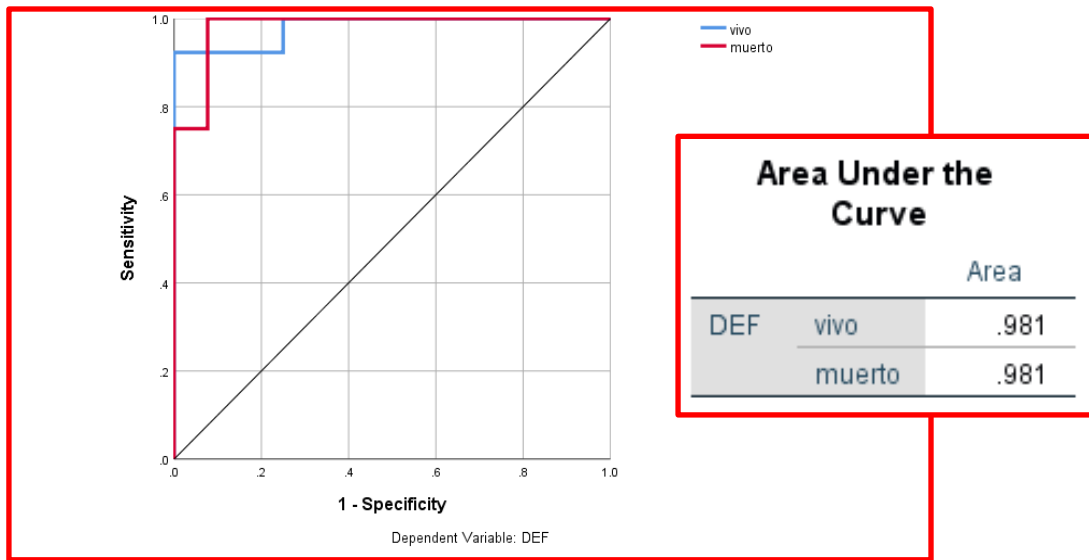
## 7. RESULTADOS:

En una muestra de 25 pacientes con diagnóstico de Choque Séptico, se encontró una media de edad de 51.24 años, 48% eran hombres, 52% eran mujeres, de estos 16% no se intubaron y 84% requirieron ventilación mecánica invasiva. Los focos del choque séptico fueron predominantemente pulmonares con el 60%, seguido de abdominal 28% y por último tejidos blandos con 8%, urinario 4%; el 48% falleció y el 52% sobrevivió hasta el alta hospitalaria.

Para el análisis se realizó una red neuronal para clasificar a los pacientes y meter las variables más importantes y con significado fisiológico. Siendo las principales el delta de lactato y el delta de la relación Pv-aCO<sub>2</sub>/DCa-vO<sub>2</sub> (Gráfico 1), si bien tiene un área bajo la curva de 0.98, con una especificidad de 93% pero con una sensibilidad de 75% (Gráfico 2).



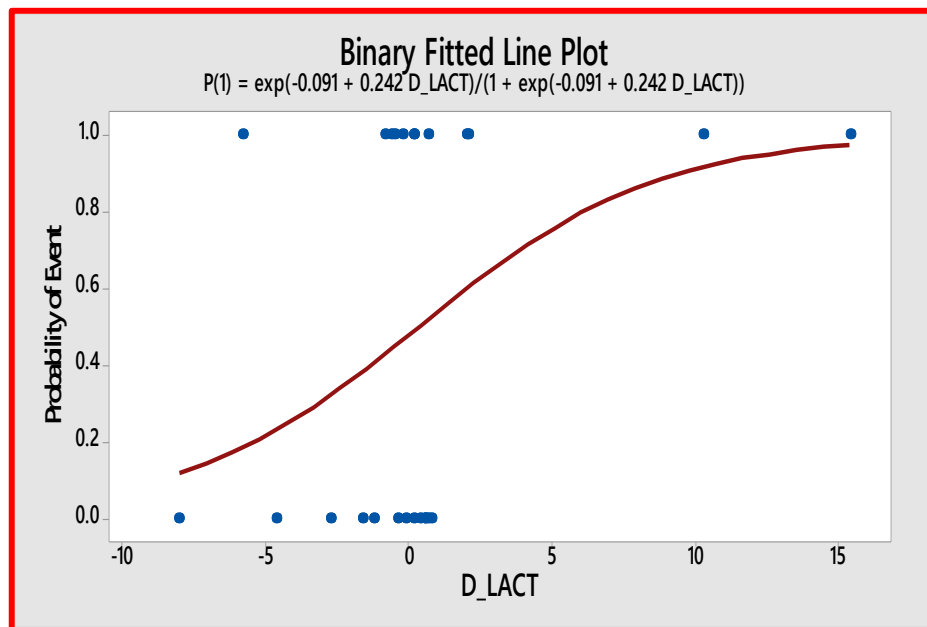
**Gráfico 1**



**Gráfico 2**

Posteriormente se analizaron por separado y se sometieron a regresión logística.

Variable	Exp (B)	Lower	Upper
D-Lactato	<b>1.274</b>	<b>0.913</b>	<b>1.778</b>

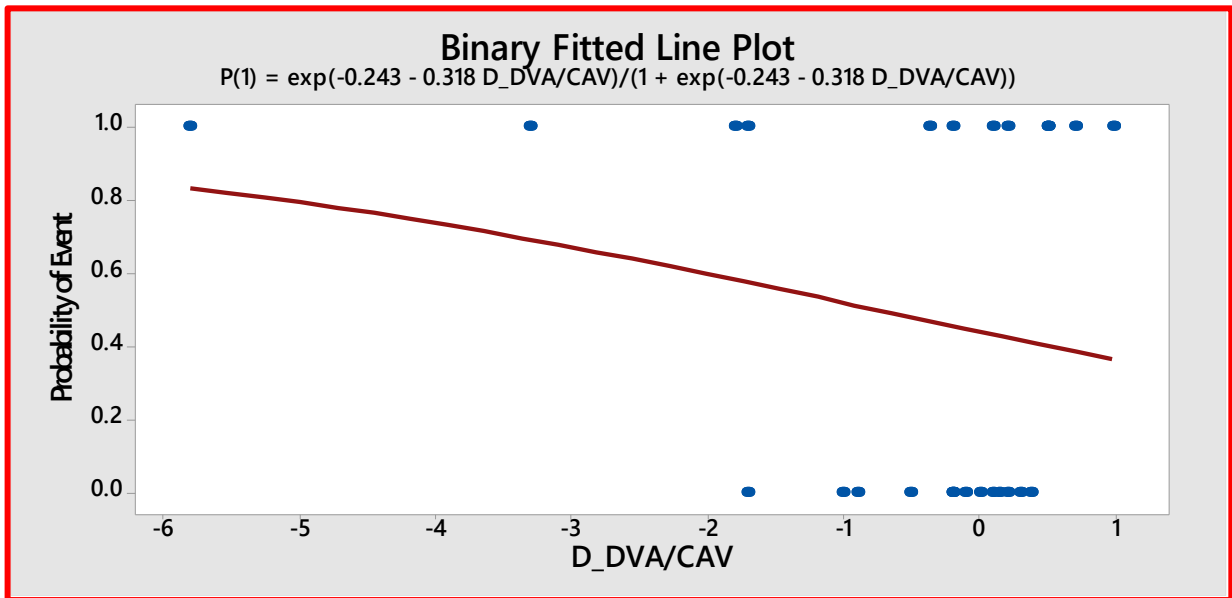


**Gráfico 3**

En el delta de lactato se pudo observar que, por cada unidad de cambio hacia arriba, aumenta 1.27 veces el riesgo de un peor desenlace, con un intervalo de confianza de (IC 0.913-1.778) (Tabla 1).

Esto puede correlacionarse en que aquellos pacientes que no aclaran el lactato, son los que peor desenlace tienen (Grafico 3).

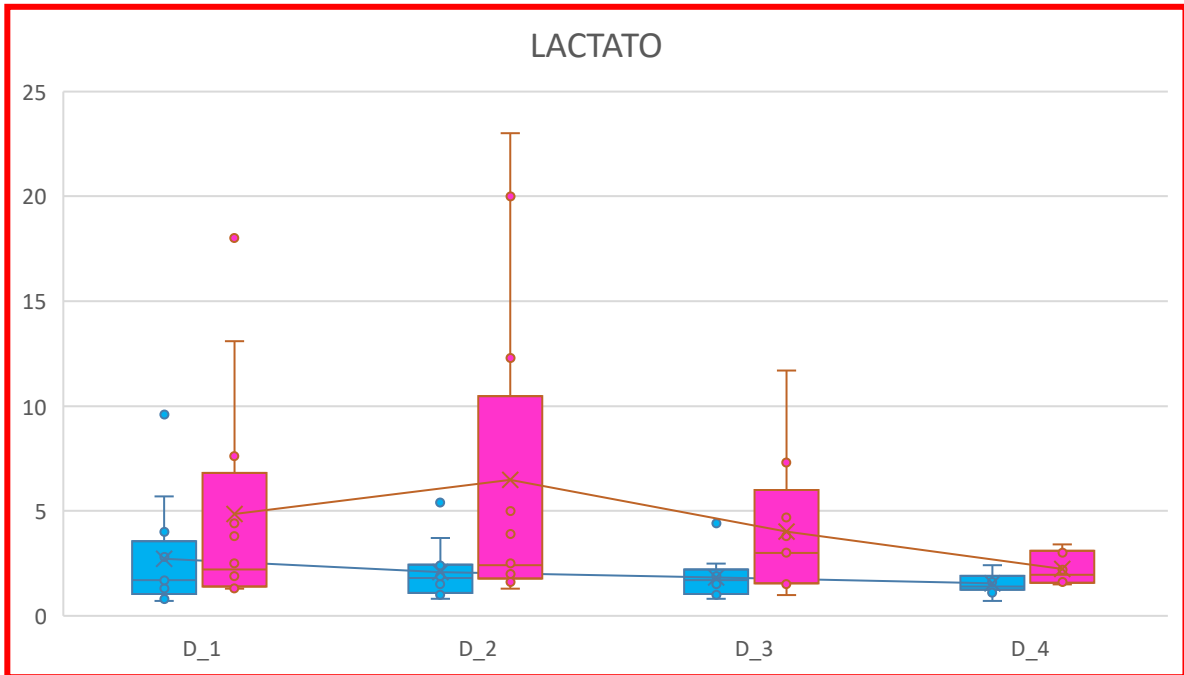
Con respecto al D-Pv-aCO<sub>2</sub>/DCa-vO<sub>2</sub> no se encontró más riesgo de muerte por cada incremento de unidad de delta de Pv-aCO<sub>2</sub>/DCa-vO<sub>2</sub> a lo largo de los días medidos (Grafico 4); se encontró un OR 0.72 con un intervalo de confianza de (IC 0.4223-1.2531) (Tabla 2).



**Gráfico 4**

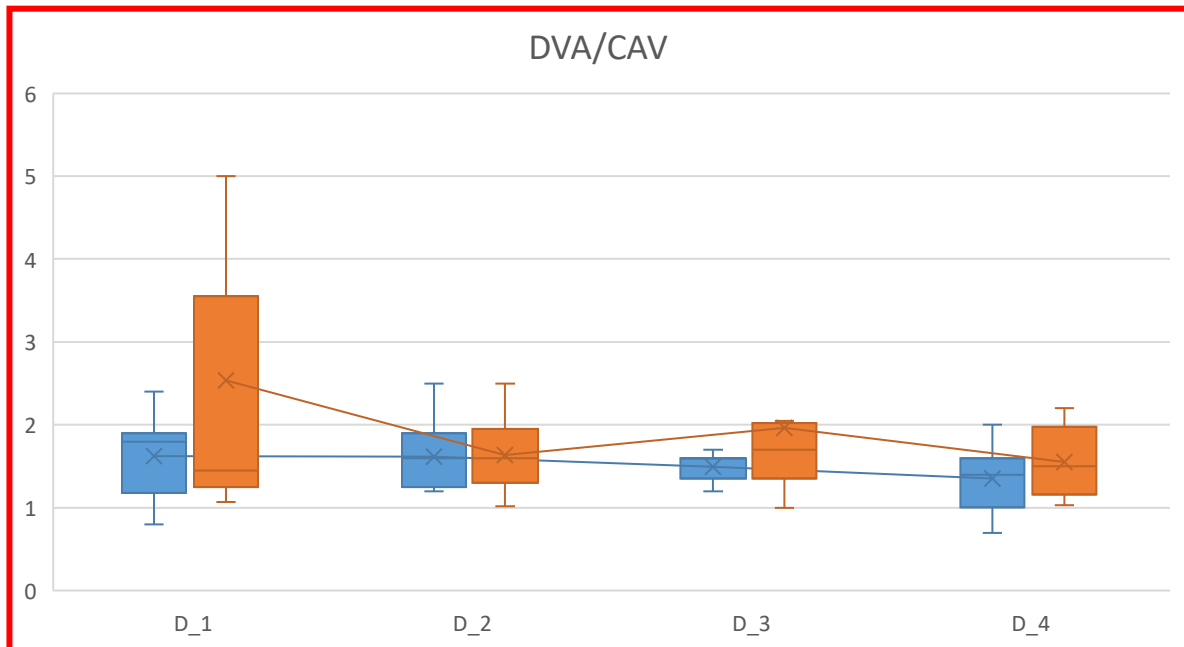
Tabla 2		95% CI for Exp B	
Variable	Exp (B)	Lower	Upper
D-Dva/Cav	<b>0.7275</b>	<b>0.4223</b>	<b>1.2531</b>

Mediante un diagrama de cajas y bigotes de dichas variables por cada 24 horas, se identificó una elevación de niveles de lactato a las 24 horas del ingreso a la UTI, en los pacientes que fallecieron la cual fue estadísticamente significativa con respecto a los demás días (Grafico 5).



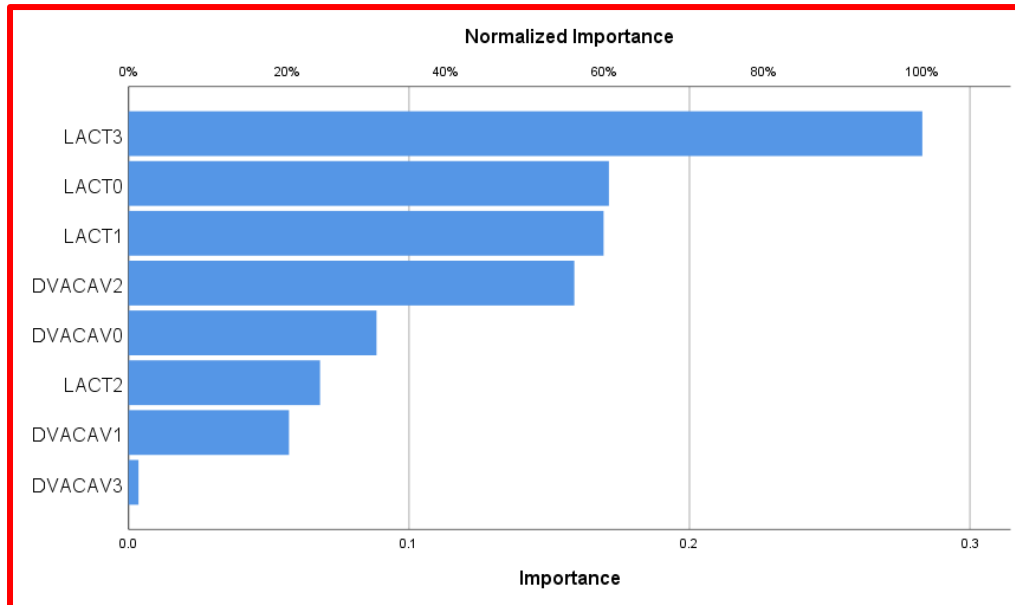
**Gráfico 5**

De igual manera se identifica una tendencia de elevación estadísticamente significativa al ingreso mas no así en los siguientes días, de la relación  $Pv-aCO_2/DCa-vO_2$  en los pacientes que fallecieron (Gráfico 6).

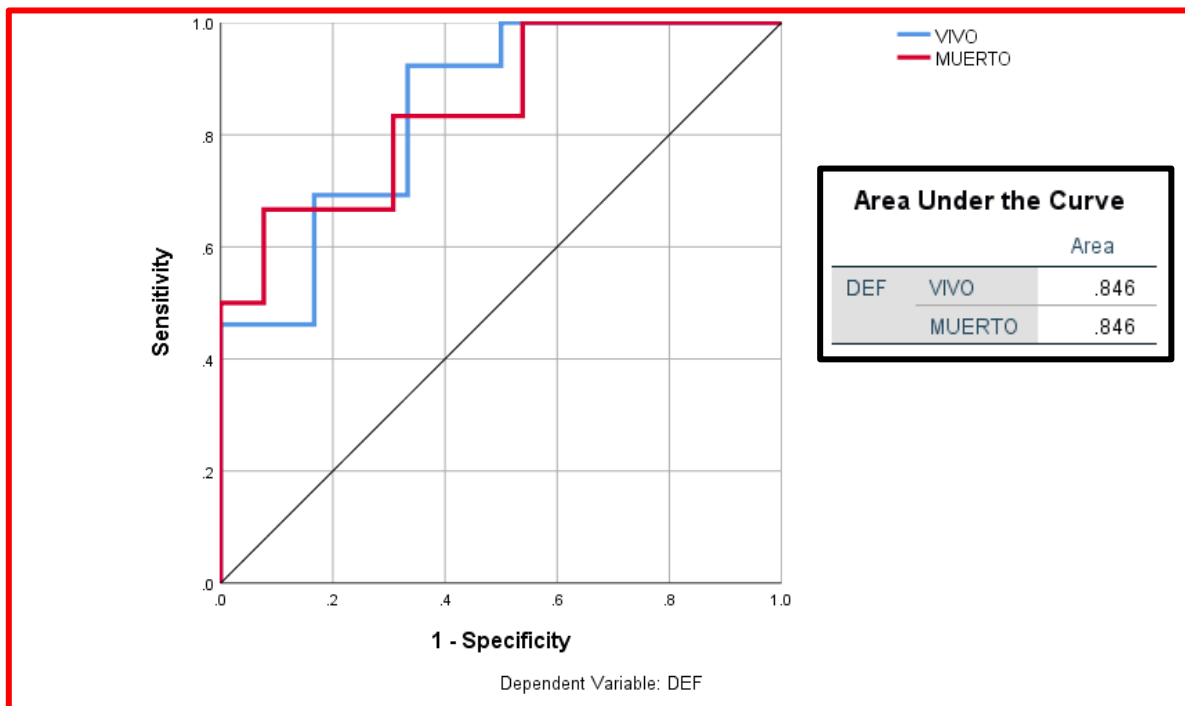


**Gráfico 6**

Por tal motivo se realizó otra red neuronal para determinar el riesgo de muerte de estas variables. Se encontró que los marcadores analizados por días de manera independiente, tuvo más relevancia el Lactato de las 72 horas (Gráfico 7); en el cual se obtuvo un área bajo la curva de 0.84 (Gráfico 8).



**Gráfico 7**

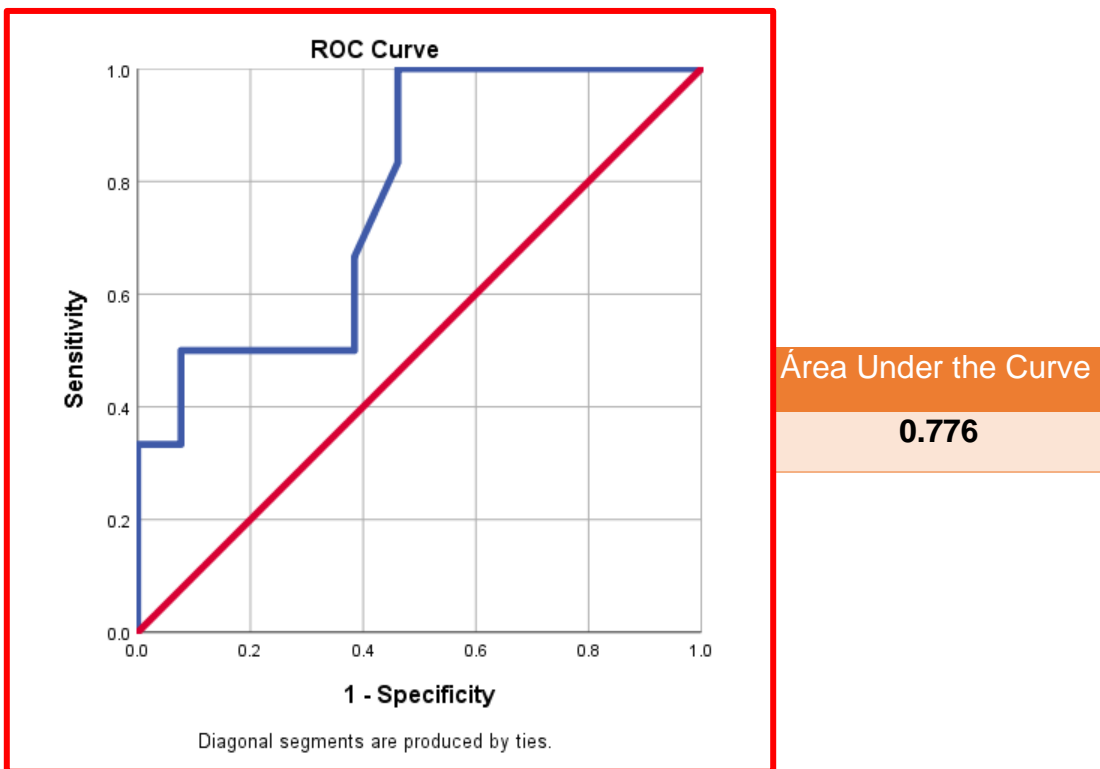


**Gráfico 8**

Con estos datos se puede observar que una elevación continua de lactato a las 72 horas tiene 8.61 veces más riesgo de muerte, con un intervalo de confianza de (IC 0.847-87.546) (Tabla 3)

Tabla 3		95% CI for Exp B	
Variable	Exp (B)	Lower	Upper
Lactato 3	<b>8.610</b>	<b>.847</b>	<b>87.546</b>

Por otro lado, en la relación Pv-aCO<sub>2</sub>/DCa-vO<sub>2</sub> al ingreso, el área bajo la curva fue de 0.776 (Grafico 9).



**Gráfico 9**

Tabla 4		95% CI for Exp B	
Variable	Exp (B)	Lower	Upper
DVA/CAVO	<b>1.799</b>	<b>.728</b>	<b>3.8425</b>

En esta se aplicó una regresión logística donde se encontró que los pacientes tenían 1.79 veces más riesgo de desenlaces desfavorables (Gráfico 10), al presentar una relación Pv-aCO2/Dca-vO2 elevada a su ingreso esto con un intervalo de confianza de (IC 0.842-3.842) (Tabla 4).

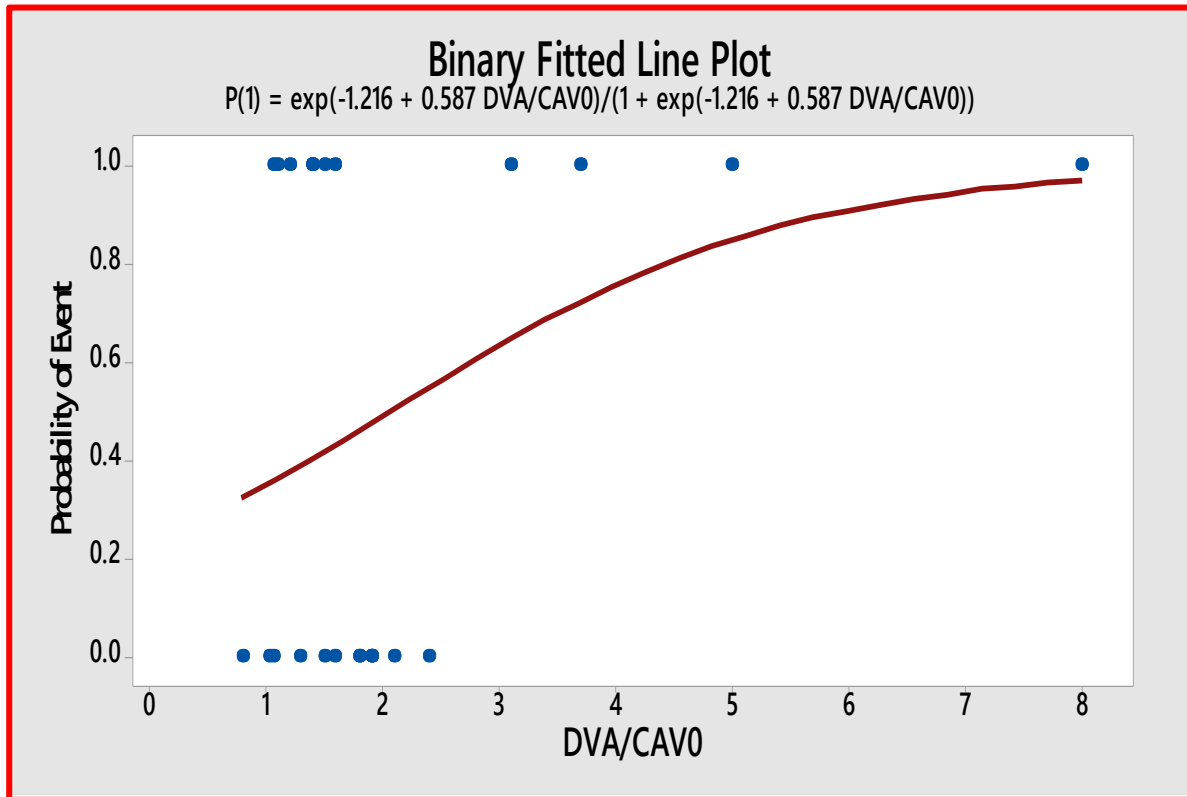


Gráfico 10



## 8. DISCUSIÓN

Los pacientes con sepsis y choque séptico representan un gran desafío en el manejo de su estado fisiopatológico. La identificación de estados de hipoperfusión y falla metabólica es crucial para determinar el pronóstico de dichos pacientes, nuestro objetivo fue detectar el predictor óptimo y más temprano para desenlaces desfavorables en dichos pacientes.

Así como Mallat y cols. argumentan, la relación  $Pv-aCO_2/DCa-vO_2$  es un indicador más preciso del metabolismo anaeróbico que los niveles de lactato, que tradicionalmente se utiliza para evaluar la hipoperfusión y el estado metabólico en pacientes con choque séptico. A través de su estudio, se demuestra que la relación  $Pv-aCO_2/DCa-vO_2$  pueden reflejar mejor los cambios en la perfusión tisular y el estado metabólico, proporcionando información más relevante sobre la gravedad del choque séptico (5).

Kolko y col. Respaldan en su estudio el uso del delta de  $Pv-aCO_2$  y la relación  $Pv-aCO_2/DCa-vO_2$  como marcadores pronósticos en el manejo del choque, sugiriendo que su monitorización podría mejorar la atención clínica de manera temprana y ayudar a guiar las decisiones terapéuticas en entornos críticos (6).

Es de gran importancia para esto comprender como calcular y utilizar la relación  $Pv-aCO_2/Ca-vO_2$  como herramienta diagnóstica en el manejo de pacientes en estado crítico como He y Liu lo describen en su artículo (8).

En la presente tesis se realizó la comparación de los parámetros hemodinámicos como lactato,  $SvO_2$ ,  $DCO_2$  y la relación  $Pv-aCO_2/DCa-vO_2$  de manera independiente a lo largo de los 4 días, así como sus Deltas de los mismos, con esto se logró determinar que las variables que presentaban un mayor confiabilidad y mayor sensibilidad fueron en primer lugar el lactato y en segundo lugar la relación  $Pv-aCO_2/DCa-vO_2$ .

Se analizó por día la tendencia y el comportamiento de ambas variables, comparándose los pacientes que sobrevivieron contra los que no sobrevivieron. Los

resultados obtenidos demostraron que en los pacientes que fallecieron tuvieron una elevación de lactato a las 24 horas de su ingreso, mismo que fue estadísticamente significativo, determinándose que un incremento de una unidad del delta de lactato es predictivo de aumento de la mortalidad con OR 1.2 con un intervalo de confianza de (IC 0.913-1.778).

De igual manera se demostró en la serie de lactato que aquellos pacientes que no presentaban un aclaramiento del mismo tenían una mayor probabilidad de muerte con respecto a aquellos que si lo presentaban, lo cual permitiría al clínico realizar intervenciones descritas en el manejo de sepsis y choque séptico que incidan en un mejor desenlace del paciente.

Además de esto se observó que la relación Pv-aCO<sub>2</sub>/DCa-vO<sub>2</sub> se mantenía elevada al ingreso en aquellos pacientes que fallecieron, estos valores aumentados se consideraron estadísticamente significativos y confirieron un aumento de la mortalidad con un OR 1.79 con un intervalo de confianza de (IC 0.842-3.842).

Dados estos resultados se podría determinar que la relación Pv-aCO<sub>2</sub>/DCa-vO<sub>2</sub> es un marcador que presenta una elevación más temprana en los pacientes fallecidos por choque séptico y que se presenta únicamente en las primeras horas pero que a lo largo del tiempo dicho cálculo no es significativo en este grupo.

El encontrar un marcador que eleva tempranamente nos permitirá un tiempo de intervención más oportuno y agresivo que pudiera mejorar el desenlace clínico, es decir en aquellos pacientes que desde su ingreso tengan una relación Pv-aCO<sub>2</sub>/DCa-vO<sub>2</sub> elevada sin reflejo aun de lactato elevado, al no tratarse oportunamente pueden tener un mayor riesgo de mortalidad; según lo observado en este estudio.

La información obtenida en nuestro estudio logro comprobar que existe una correlación parcial entre la evidencia disponible y nuestros resultados; no obstante, existen ciertas limitaciones por el tamaño de la muestra.

Los resultados de nuestro estudio son consistentes con los resultados previamente publicados por otros investigadores (6,11,14,19) y contribuyen con información

adicional sobre la importancia de considerar el curso temporal de estos biomarcadores para interpretar su valor predictivo.

### **Limitaciones del estudio**

Se observaron algunas limitaciones en nuestro estudio, incluido un tamaño de muestra pequeño con un período de estudio corto y de carácter retrospectivo, el cual no permitió una mejor comparación de dichas variables para obtener una mayor significancia estadística, viéndose reflejado en una baja especificidad de acorde a nuestra curva de ROC. Futuros estudios podrían seguir la misma línea de investigación para mejorar el factor pronóstico de dicha variable en los pacientes con choque séptico.

## 9. CONCLUSIONES

En los pacientes críticamente enfermos con choque séptico que presentaron deterioro y muerte, se correlacionó con una relación Pv-aCO<sub>2</sub>/DCa-vO<sub>2</sub> aumentada al ingreso de manera más temprana; sin embargo, su tendencia no marcó un pronóstico a lo largo de los días, a diferencia del lactato que presentó una elevación clínicamente relevante hasta las 24 horas de su ingreso y su tendencia a la elevación si se asoció a mayor mortalidad. Se necesitan más estudios de validación para mantener y solidificar el pronóstico con respecto a esta relación (Pv-aCO<sub>2</sub>/DCa-vO<sub>2</sub>); no obstante, podría considerarse como un parámetro de perfusión a vigilar en pacientes con choque séptico para detectar un estado de hipoperfusión de manera temprana, principalmente en aquellos que fallecen en las primeras 72 horas.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

1. Ahmed Hassanein, I., Abbas, I., & Mohammed, R. (2022). Central blood gases versus lactate level for assessment of initial resuscitation success in patients with sepsis in critical care. *Egyptian Journal of Anaesthesia*, 38(1), 439-445. <https://doi.org/10.1080/11101849.2022.2108196>
2. Jakob, S. M., Groeneveld, A. B., & Teboul, J. L. (2015). Venous-arterial CO<sub>2</sub> to arterial-venous O<sub>2</sub> difference ratio as a resuscitation target in shock states? *Intensive Care Medicine*, 41, 936–938. doi: 10.1007/s00134-015-3778-1
3. Rhodes, A., Evans, L. E., & Alhazzani, W. (2016). Surviving sepsis campaign: International guidelines for sepsis and septic shock management. *Critical Care Medicine*, 45, 486–552. doi: 10.1007/s00134-017-4683-6
4. Siddharth, D., Chirag, C., & Abhijit, D. (2020). Sepsis and septic shock: guideline-based management. *Cleveland Clinic Journal of Medicine*, 87(1), 53–64. <https://doi.org/10.3949/ccjm.87a.18143>
5. Mallat, J., Lemyze, M., & Tronchon, L. (2016). 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. *Annals of Intensive Care*, 6, 10. doi: 10.1186/s13613-016-0110-3
6. Kolko, M. R., Salahuddin, N., & Kolko, M. R. (2017). The predictive ability of PV-ACO<sub>2</sub> gap and PV-ACO<sub>2</sub>/CA-VO<sub>2</sub> ratio in shock: a prospective cohort study. *Shock*, 47, 395–401. doi: 10.1097/SHK.0000000000000765
7. Zhang, L., Zhu, G., & Han, L. (2015). Significance of central venous-to-arterial blood gases and lactate clearance for early goal-directed therapy of severe sepsis or septic shock in adults: a meta-analysis of randomized controlled trials. *BMC Medicine*, 13, 71. doi: 10.1177/0885066616671710
8. He, H. W., & Liu, D. W. (2017). Understanding the calculation of central venous-to-arterial CO<sub>2</sub> difference/arterial-central venous O<sub>2</sub> difference ratio. *Shock*, 48, 690. doi: 10.1097/SHK.0000000000000921

9. Pinsky, M. R., et al. (Eds.). (2021). *Hemodynamic monitoring: Lessons from the ICU*. European Society of Intensive Care Medicine.
10. Cecconi, M., De Backer, D., Antonelli, M., Beale, R., Bakker, J., Hofer, C., et al. (2014). Consensus on circulatory shock and hemodynamic monitoring: Task force of the European Society of Intensive Care Medicine. *Intensive Care Medicine*, 40(12), 1795–1815. doi: 10.1007/s00134-014-3525-z
11. Mekontso-Dessap, A., Castelain, V., Anguel, N., Bahloul, M., Schauvliege, F., Richard, C., & Teboul, J. L. (2002). Combination of venoarterial PCO<sub>2</sub> difference with arteriovenous O<sub>2</sub> content difference to detect anaerobic metabolism in patients. *Intensive Care Medicine*, 28, 272–277. doi: 10.1007/s00134-002-1215-8
12. Sindhu, K., Malviya, D., Parashar, S., Pandey, C., Nath, S. S., & Misra, S. (2022). Correlation of central venous-to-arterial carbon dioxide difference to arterial-central venous oxygen difference ratio to lactate clearance and prognosis in patients with septic shock: A prospective observational cohort study. *International Journal of Critical Illness and Injury Science*, 12(3), 146–154. doi: 10.4103/ijciis.ijciis\_10\_22
13. Sarker, S. K., Choudhury, U. K., Mohsin, M., Mondal, S. K., & Begum, M. (2021). Diagnostic validity of the ratio between differences of central venous to arterial CO<sub>2</sub> and arterial to central venous O<sub>2</sub> content in the diagnosis of anaerobic metabolism among septic patients. *Journal of Current Advances in Medical Research*, 8, 34–38. Doi 10.3329/jcamr.v8i1.52548
14. Wang, X., Gao, X., Cao, W., Guan, Y., Luo, Y., Lian, F., He, N., & Li, P. (2020). Prognostic value of arterial lactate combined with central venous-to-arterial carbon dioxide difference to arterial-to-central venous oxygen content difference ratio in septic shock patients. *Zhonghua Wei Zhong Bing Ji Jiu Yi Xue*, 32(1), 39–43. doi: 10.3760/cma.j.cn121430-20191226-00007

15. Gao, X., Cao, W., & Li, P. (2019). Pcv-aCO<sub>2</sub>/Ca-cvO<sub>2</sub> combined with arterial lactate clearance rate as early resuscitation goals in septic shock. *American Journal of Medical Sciences*, 358(3), 182–190. doi: 10.1016/j.amjms.2019.04.025
16. Dubin, A., & Pozo, M. O. (2023). Venous minus arterial carbon dioxide gradients in the monitoring of tissue perfusion and oxygenation: A narrative review. *Medicina (Kaunas)*, 59(7), 1262. doi: 10.3390/medicina59071262
17. Shaban, M., Salahuddin, N., Kolko, M. R., Sharshir, M., AbuRageila, M., & AlHussain, A. (2017). The predictive ability of PV-ACO<sub>2</sub> gap and PV-ACO<sub>2</sub>/CA-VO<sub>2</sub> ratio in shock: A prospective cohort study. *Shock*, 47(4), 395–401. doi: 10.1097/SHK.0000000000000765
18. Zang, H., Shen, X., Wang, S., He, Z., & Cheng, H. (2019). Evaluation and prognostic value of Cv-aCO<sub>2</sub>/Da-vO<sub>2</sub> in patients with septic shock receiving fluid resuscitation. *Experimental and Therapeutic Medicine*, 18(5), 3631–3635. doi: 10.3892/etm.2019.7956
19. Ospina-Tascón, G. A., Umaña, M., Bermúdez, W., Bautista-Rincón, D. F., Hernandez, G., Bruhn, A., Granados, M., Salazar, B., Arango-Dávila, C., & De Backer, D. (2015). Combination of arterial lactate levels and venous-arterial CO<sub>2</sub> to arterial-venous O<sub>2</sub> content difference ratio as markers of resuscitation in patients with septic shock. *Intensive Care Medicine*, 41(5), 796–805. doi: 10.1007/s00134-015-3720-6
20. Güven, G., Steekelenburg, A. V., & Akın, Ş. (2022). Venous-arterial CO<sub>2</sub> to arterial-venous O<sub>2</sub> content ratio in different shock types and correlation with hypoxia indicators. *Tuberk Toraks*, 70(3), 221–230. doi: 10.5578/tt.20229701
21. Ospina-Tascón, G. A., & Madriñán, H. J. (2019). Combination of O<sub>2</sub> and CO<sub>2</sub>-derived variables to detect tissue hypoxia in the critically ill patient. *Journal of Thoracic Disease*, 11(Suppl 11), S1544–S1550. doi: 10.21037/jtd.2019.03.52

22. Mesquida, J., Saludes, P., Gruartmoner, G., et al. (2015). Central venous-to-arterial carbon dioxide difference combined with arterial-to-venous oxygen content difference is associated with lactate evolution in the hemodynamic resuscitation process in early septic shock. *Critical Care*, 19, 126. doi: 10.1016/j.jcrc.2019.06.013