

Eficacia de la medición del contenido de fluido torácico por bioimpedancia torácica en la optimización del volumen intravascular en pacientes con choque séptico y su impacto en la mortalidad

Mario Francisco Aguilar Arzápalo,* Víctor Gabriel López Avendaño,* Marco Antonio Cetina Cámaras,* Lorena Barradas Rodríguez†

RESUMEN

Antecedentes: La mortalidad asociada al choque séptico continúa siendo elevada; la reanimación hídrica y la optimización de volumen son la piedra angular en el tratamiento. Éste amerita monitoreo invasivo y mediciones estáticas, por lo que es necesario tener métodos de monitoreo no invasivos, rápidos y dinámicos. El contenido de fluido torácico por bioimpedancia torácica surge como un método de monitoreo que cumple con los requisitos: no invasivo, de fácil colocación y dinámico.

Métodos: Se obtuvo una muestra de 60 pacientes divididos en dos grupos de 30; ingresaron a la unidad de cuidados intensivos (UCI) con diagnóstico de choque séptico. El grupo F fue conformado por individuos en quienes se midió el contenido de fluido torácico por bioimpedancia torácica para realizar optimización del volumen intravascular; el grupo C estuvo integrado por sujetos a quienes se optimizó el volumen siguiendo las guías de EGDT (early goal-directed therapy) «Sobreviviendo a la sepsis». Se registraron la mortalidad al egreso de la UCI y a los 28 días, los días de ventilación mecánica y de estancia en la UCI.

Resultados: Con base en el contenido de fluido torácico (CFT), en el grupo F se obtuvo una normalización de la tensión arterial media (TAM) de forma más rápida a las seis, 12 y 24 horas, con un aumento neto de la misma de 42.5% a las seis horas, comparado con el grupo C, donde se encontró a las seis horas un incremento de la TAM únicamente de 19.5% ($p < 0.05$). En relación con el aclaramiento de lactato, el grupo F obtuvo un aclaramiento neto de 54.4 y 66.6% a las seis y 12 horas; mientras que el grupo C mostró un aclaramiento sólo de 25.3% y 35.8% a las seis y 12 horas ($p = 0.001$). La mortalidad fue mayor en el grupo C, con 33.4% versus 26.7% ($p = 0.001$) del grupo F; a los 28 días, la mortalidad fue de 36.5 y 27.8% ($p = 0.003$) en el grupo C y en el F, respectivamente.

Conclusión: La medición del contenido de fluido torácico por bioimpedancia torácica es eficaz en la optimización de volumen intravascular en pacientes con choque séptico.

Palabras clave: Contenido de fluido torácico, bioimpedancia torácica, optimización de volumen, choque séptico.

SUMMARY

Background: Mortality associated with septic shock is still elevated, appropriate resuscitation and intravascular volume optimization are the cornerstones in the treatment. Optimization requires invasive monitoring and static measurements; therefore, a non-invasive, fast and dynamic method to make all measures is needed. Thoracic fluid content (TFC) by thoracic bioimpedance is a monitoring system that fulfills the requirements: non-invasive, of easy placement and dynamic.

Methods: Sixty patients were enrolled in the study and divided into two groups of 30 subjects each; all of them were admitted with a septic shock diagnosis in the ICU. Group F was formed by patients in whom TFC was measured by thoracic bioimpedance in order to guide intravascular volume optimization; Group C patients were optimized following the «Surviving Sepsis Campaign Guidelines». We recorded mortality at ICU discharge and at 28 days, length of mechanical ventilation and ICU length of stay.

Results: Based on TFC, group F obtained a faster and higher mean blood pressure (MBP), increasing up to 42.5% at 6 hours, compared to Group C, where MBP rose only 19.5% at 6 hours ($p < 0.05$). Regarding lactate clearance, group F obtained a total clearance of 54.4% and 66.6% at six and 12 hours; in group C, clearance came up only to 25.3% and 35.8% at six and 12 hours ($p = 0.001$). A higher mortality at ICU discharge was observed in group C, with 33.4% versus 26.7% ($p = 0.001$) in group F, 28 day mortality was 36.5% and 27.8% ($p = 0.003$) in groups C and F, respectively.

Conclusion: Measurement of thoracic fluid content by thoracic bioimpedance is effective when optimizing intravascular volume in septic shock.

Key words: Thoracic fluid content, thoracic bioimpedance, intravascular volume optimization, septic shock.

INTRODUCCIÓN

La sepsis es una entidad clínica frecuente, caracterizada por un síndrome de respuesta inflamatoria sistémica secundaria a una endotoxemia bacteriana, viral o fúngica, en cuya presentación más grave está el choque séptico. El choque séptico continúa siendo una entidad frecuente en los departamentos de emergencias y en las unidades de cuidados intensivos.¹ La mortalidad asociada al choque séptico sigue siendo elevada, de 20% hasta 50% según algunas series reportadas.^{2,3}

La reanimación hídrica y la optimización de volumen siguen siendo la piedra angular en el manejo de los pacientes; este tratamiento habitualmente amerita monitoreo invasivo y mediciones estáticas, por lo que es necesario tener métodos de monitoreo no invasivo rápidos y dinámicos.^{4,5} El contenido de fluido torácico (CFT) por bioimpedancia torácica surge como un método de monitoreo que cumple con estos requisitos: no invasivo, de fácil colocación y dinámico.⁶ La tecnología en que se basa esta medición consiste en la resistencia al paso de una onda de corriente eléctrica, medida en ohms, que opone el fluido de la sangre del corazón, vasos pulmonares, líquido pleural y líquido intersticial pulmonar; esto convertido a una medición expresada en porcentajes cuyo rango de normalidad cursa entre 80 y 120% de CFT.⁷

Esta medición de fluido torácico es parte de la cardiotrofografía por bioimpedancia torácica que usa una tecnología no invasiva de monitoreo hemodinámico.⁸ Ya ha sido estudiada por Shoemaker y colaboradores en pacientes críticamente enfermos con sepsis, y encontraron una buena correlación entre los métodos invasivos y la tecnología por bioimpedancia.⁹ Sin embargo, para el adecuado funcionamiento de esta tecnología, se necesitaba que los individuos tuvieran limitado o nulo movimiento, ya que es sensible a los artefactos externos en la validación del gasto cardíaco; sin embargo, el contenido de fluido torácico se mantenía constante, sin cambios, si el paciente tenía o no movimientos. Esto fue demostrado por Donati y su grupo, quienes compararon el CFT con

* Hospital Agustín O'Horán.

† Hospital General de Valladolid, Yucatán.

agua pulmonar extravascular (EVLW, por sus siglas en inglés) medido por PiCCO®—un sistema invasivo más costoso— y hallaron una correlación constante con los valores del sistema de monitoreo hemodinámico y el CFT medido de forma no invasiva por bioimpedancia torácica.¹⁰ La ventaja de tener un sistema no invasivo que mida de forma dinámica y continua la cantidad de fluido torácico es que puede ser una guía de reanimación hídrica y optimización de volemia, debido a que se pueden administrar de forma más segura líquidos intravenosos, aumentando o limitando la administración de los mismos sin incrementar el fluido intersticial pulmonar, debido a lo deletéreo que sería tener balances positivos en individuos críticamente enfermos, ya que al tener un margen definido de administración, es posible administrar de forma temprana vasopresores o incluso diuréticos cuando la cantidad de fluido torácico esté muy elevada. Kang y colegas corroboraron en pacientes pediátricos sometidos a cirugía cardiaca que los cambios de peso estaban estrechamente relacionados a los aumentos en el contenido de fluido torácico, limitando así de forma más precoz la administración innecesaria de fluidos intravenosos.¹¹ A tal grado ha sido la exactitud en la predicción del CFT que Charach usó este dato como parte del monitoreo en sujetos para detectar, medir y valorar la respuesta al tratamiento de los derrames pleurales.¹² Abdelazeem y su equipo utilizaron el CFT en individuos sometidos a cirugía bariátrica para valorar los efectos del pneumoperitoneo en personas con obesidad mórbida, reportando que existían fluctuaciones del CFT ocasionadas por la presión intraabdominal que generaba éste.¹³ Con el advenimiento de la ultrasonografía aplicada al paciente crítico, recientemente Facchichi y colaboradores compararon la utilidad de combinar la medición de CFT y ultrasonografía pulmonar para la evaluación de la congestión pulmonar en enfermos con falla cardíaca aguda, concluyendo que estas dos técnicas elevaban la sensibilidad y especificidad en la detección, evaluación y tratamiento de esta patología.¹⁴

Los estudios realizados han demostrado la viabilidad, exactitud, precisión y costo, así como el hecho de que es una tecnología no invasiva y sin riesgo para el individuo en el momento de su colocación y medición. La aplicabilidad en los sujetos con choque séptico surge de la necesidad de contar con un método rápido, no invasivo y de bajo costo que se pueda aplicar de forma temprana en las personas que desarrollen instabilidad hemodinámica relacionada con la sepsis, ya que se ha comprobado que el seguir medidas estáticas de medición de volemia como la presión venosa central conlleva el riesgo de generar balances positivos y congestión pulmonar, los cuales se han relacionado con una aumento en la mortalidad.¹⁵

Por último, cabe destacar el estudio sobre costo-beneficio realizado por Ahmad y su grupo, donde con-

sideran que la bioimpedancia y los valores que de allí se pueden derivar como el CFT son opciones que ya deberían considerarse en pacientes en estado crítico debido a la sencillez de colocación, el nulo riesgo que genera al individuo su monitorización y lo económico que es comparada con otros métodos de medición riesgosos, invasivos y de alto costo.¹⁶

Planteamiento del problema

¿Cuál es la eficacia de la medición del contenido de fluido torácico por bioimpedancia torácica en la optimización del volumen intravascular en pacientes con choque séptico y su impacto en la mortalidad?

Justificación

El choque séptico continúa siendo una de las principales patologías de ingreso hospitalario, así como en la unidad de cuidados intensivos; pese al avance en el manejo en la identificación precoz y tratamiento del mismo, la mortalidad continúa siendo elevada. La resucitación hídrica sigue siendo uno de los pilares en su manejo, y esto conlleva a una monitorización hemodinámica adecuada de la misma. Se tienen sistemas de monitorización invasivos para la optimización de volumen intravascular y de respuesta a precarga; sin embargo, son de alto costo y no están siempre al alcance en nuestros sistemas de salud. El «contenido de fluido torácico» medido por bioimpedancia eléctrica surge como una alternativa viable para guiar la resuscitación hídrica y tiene la ventaja de que es un método no invasivo y de bajo costo, con lo cual podría mejorarse la atención a este grupo de pacientes. Debido a esto, se decidió realizar un ensayo clínico controlado en busca de comprobar si existe o no beneficio de este método en la atención de los individuos con este síndrome.

Objetivos

Objetivo general

- Se evaluó la eficacia de la medición del contenido de fluido torácico por bioimpedancia torácica en la optimización del volumen intravascular en pacientes con choque séptico.

Objetivos específicos

- Se comparó la mortalidad al alta de la unidad de cuidados intensivos, alta hospitalaria y a los 28 días de egreso entre los dos grupos de estudio.
- Se comparó el tiempo medido en minutos desde que inició el estado de choque hasta la estabilización de

- los parámetros macrohemodinámicos (TA, FC, TAM, PVC, FR) y microhemodinámicos (lactato, Svc%, delta de CO₂ y diferencia de iones fuertes) entre los dos grupos de estudio.
- Se comparó la cantidad de fluidos intravenosos utilizados entre los dos grupos de pacientes.
 - Se compararon los niveles de creatinina entre los dos grupos de estudio.
 - Se comparó la diuresis de los individuos entre los dos grupos de estudio.
 - Se comparó el índice de angina renal entre los dos grupos de personas.

Hipótesis

Hipótesis de investigación (Hi): «La medición del contenido de fluido torácico por bioimpedancia torácica es eficaz en la optimización del volumen intravascular en pacientes con choque séptico».

Hipótesis nula (Ho): «La medición del contenido de fluido torácico por bioimpedancia torácica no es eficaz en la optimización de volumen intravascular en pacientes con choque séptico».

MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño: Ensayo clínico controlado abierto.

Tipo de estudio: Prospectivo, longitudinal, analítico y comparativo.

Propósito: Establecer la eficacia de un método de optimización del volumen intravascular en tiempo real a la cabecera del paciente.

Universo del estudio: Individuos que ingresaron al Hospital General «Agustín O’Horán» de la Ciudad de Mérida, Yucatán, durante el periodo de estudio.

Población en estudio: Sujetos con diagnóstico de choque séptico que ingresaron a la unidad de cuidados intermedios o intensivos del Hospital General «Agustín O’Horán» durante el periodo de estudio.

Tamaño de la muestra: Se usó la fórmula para el cálculo de la muestra para estudios de contraste de hipótesis, donde se utilizan proporciones de dos muestras diferentes, mediante la fórmula:

Comparación de dos proporciones:

$$n = \frac{[Z_\alpha^* \sqrt{2p(1-p)} + Z_\beta^* \sqrt{p_1(1-p_1) + p_2(1-p_2)}]^2}{(p_1 - p_2)}$$

Donde:

- n = Sujetos necesarios en cada una de las muestras.
- Z_α = Valor Z correspondiente al riesgo deseado.
- Z_β = Valor Z correspondiente al riesgo deseado.

- p₁ = Valor de la proporción en el grupo de referencia, placebo, control o tratamiento habitual.
- p₂ = Valor de la proporción en el grupo del nuevo tratamiento, intervención o técnica.
- p = Media de las dos proporciones p₁ y p₂

$$p = \frac{p_1 + p_2}{2}$$

Donde:

- n = Sujetos necesarios en cada una de las muestras.
- Z_α = 1.645.
- Z_β = 0.842.
- p₁ = .5.
- p₂ = .8.
- p = .65.

Resultaron un total aproximado de 27 pacientes por cada grupo de estudio; ajustados a un margen de seguridad de pérdida de individuos de estudio al 10%, quedaron un total de 30 sujetos por cada grupo.

Quedaron: **60 pacientes.**

Técnica de muestreo

Sistema de aleatorización probabilístico tipo «tómbola».

Criterios de selección

Criterios de inclusión

- 1) Pacientes de uno u otro género.
- 2) Individuos entre 15 y 75 años de edad.
- 3) Sujetos que cursaron con diagnóstico de choque séptico de cualquier origen al momento del ingreso.
- 4) Personas que aceptaron y firmaron el consentimiento informado de participación en el estudio.

Criterios de exclusión

- 1) Enfermos que cursaron con derrame pleural >50%, neumotórax o hemotórax al momento del ingreso.
- 2) Quienes ya contaran con uso de vasopresores al momento del ingreso.
- 3) Pacientes a quienes se les hubieran administrado soluciones previamente al inicio del monitoreo de fluido torácico.

Criterios de eliminación

- 1) Individuos en quienes tras seis horas de resuscitación inicial no fue posible la estabilización hemodinámica.
- 2) Sujetos que desarrollaron derrame pleural > 50%, neumotórax o hemotórax durante la fase de tratamiento.

Definición de las variables

Conceptuales

Variable independiente

Fluido torácico medido por bioimpedancia torácica:

Se refiere a la resistencia a la conducción eléctrica a través del medio acuoso constituido por la sangre pulmonar, cardiaca, así como del intersticio pulmonar, medido en ohms de resistencia.

Variables dependientes

Optimización de fluido intravascular: Se refiere a las acciones terapéuticas mediante el uso de líquidos intravenosos, hemoderivados y vasopresores para mantener una euvolemia, caracterizada por adecuada perfusión tisular y de variables micro- y macrohemodinámicas.

Choque séptico: En el contexto de un paciente con sepsis, es un síndrome caracterizado por hipotensión que no responde al manejo con fluidos intravenosos.

Operaciones

Variable independiente

Fluido torácico medido por bioimpedancia torácica:

Se realiza una medición por medio de bioimpedancia torácica a través de la unidad de medida en ohms y trasportada a un valor en porcentaje que va desde 00% a 220%, considerándose un valor de normalidad entre 80 y 110%.

Variable dependiente

Optimización de fluido intravascular: Se refiere al mantenimiento de una TAM > 65 mmHg, niveles de lactato < 2 mmol/dL, delta de CO₂ < 6 mmHg y una saturación venosa central entre 70 y 80%.

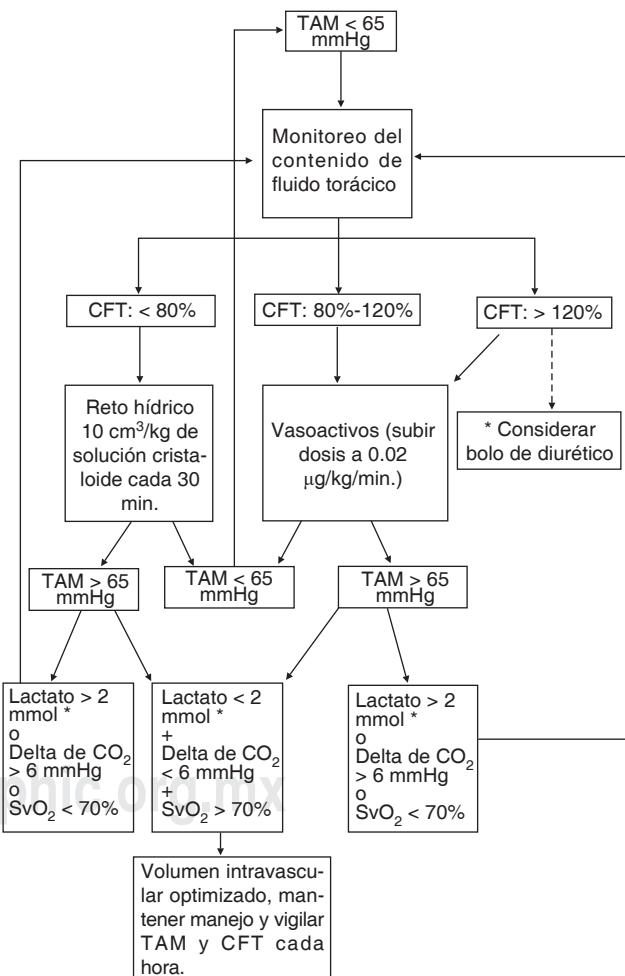
Choque séptico: Se define con una TAM < 65 mmHg que no responde a la administración de líquidos intravenosos de 30 cm³/kg.

Escalas de medición

Variable	Tipo	Escala	Unidad de medida
Fluido torácico medido por bioimpedancia	Numérica	Continua	00%-220%
Choque séptico	Nominal	Dicotómica	Sí/No
Optimización de volumen intravascular:			
a. TAM	Numérica	Continua	0-160 mmHg
b. Lactato	Numérica	Continua	0-10 mmol/dL
c. Delta de CO ₂	Numérica	Continua	0-15 mmHg
d. SvcO ₂	Numérica	Continua	0-90%

Descripción de procedimientos

Previa aprobación del Comité en Investigación y Ética del Hospital General «Agustín O'Horán», se realizó un ensayo clínico controlado abierto. Se obtuvo una muestra de 68 pacientes que ingresaron durante el periodo de estudio, de mayo a agosto de 2015, al Servicio de Urgencias del Hospital General «Agustín O'Horán» de la ciudad de Mérida con el diagnóstico de choque séptico de cualquier origen, que cumplieron con los criterios de inclusión. Se consideró choque séptico al momento en que el individuo con datos de síndrome de respuesta inflamatoria sistémica, con un foco infeccioso confirmado o sospechado, desarrolló hipotensión; en ese momento, se aleatorizó por medio del sistema «tómbola» y se determinó el grupo al que se asignó. Se calcularon las escalas de severidad APACHE IV y SAPS 3. Se dividió la muestra en dos grupos: grupo F,



* Es necesario contar con los tres parámetros de perfusión en rangos normales para considerar optimización intravascular.

Figura 1. Aguilar y cols. Medición del contenido de fluido torácico (CFT) por bioimpedancia torácica.

conformado de 34 sujetos a quienes al momento de presentar hipotensión se les inició monitoreo de fluido torácico por medio de bioimpedancia torácica con el dispositivo NICCOMO®, cuyos valores guiaron la reanimación de volumen basándose en la figura 1; y grupo C, integrado por 34 personas a quienes se les optimizó el volumen intravascular mediante las guías de la campaña «Sobreviviendo a la sepsis 2012» (*Cuadro I*); el algoritmo a seguir de las directrices de la campaña se hizo con fundamento en el protocolo de Rivers y colaboradores (*Figura 2*). Se realizaron mediciones horarias de las variables macro- y microhemodinámicas durante las primeras seis horas de detectado el choque (tiempo óptimo de reanimación para pacientes con choque séptico) y posteriormente cada seis horas, hasta juntar 72 horas de monitoreo y reanimación. En caso de que el individuo no hubiera respondido al manejo durante las 72 horas de iniciado el estudio, el sujeto se trató con base en el criterio del médico tratante y se excluyó del estudio. Se utilizó como líquido de reanimación solución Hartmann® y como vasopresor noradrenalina en ambos grupos de tratamiento. En los dos grupos se administró de forma protocolaria hidro-

cortisona 200 mg en infusión continua durante 24 horas. El tratamiento antimicrobiano y demás terapéutica se dejó a criterio del médico tratante. Se registraron, de igual forma, durante la fase de recolección los niveles de creatinina, diuresis, líquidos administrados, balances hídricos y SOFA (secuencia de fallo orgánico). Se registró la mortalidad al alta de la UCI, así como del hospital; posteriormente, con ayuda del servicio de trabajo social, se contactó por teléfono a los pacientes egresados del hospital a los 28 días de su egreso; en caso de que se encontraran ingresados, se hizo una visita personal y valoración al área asignada.

Validación de datos

Obtenida la recolección de datos, se tuvo una base de información tipo Excel y se aplicó el programa estadístico SPP versión 22.1.

Se utilizó la prueba estadística de experimento lineal para las variables de estudio y se validó la hipótesis utilizando Chi cuadrada (χ^2) para valorar la relación de las variables nominales y t de Student para las variables numéricas.

Cuadro I. Recomendaciones de la campaña «Sobreviviendo a la sepsis 2012».
Recomendaciones: asistencia hemodinámica y tratamiento auxiliar.

G. Tratamiento con fluidos para sepsis grave

1. Cristaloídes como la opción inicial de fluidos en la reanimación de sepsis severa y choque septicémico.
2. Evitar el uso de hidroxietilalmidón para la reanimación con fluidos de sepsis severa y choque septicémico.
3. Albúmina en la reanimación con fluidos de sepsis severa y choque septicémico cuando los pacientes requieren cantidades importantes de cristaloídes.
4. Sobrecarga líquida inicial en pacientes con hipoperfusión tisular inducida por sepsis con sospecha de hipovolemia para alcanzar un mínimo de 30 mL/kg de cristaloídes (una porción de esto puede ser un equivalente de albúmina). En algunos pacientes, pueden ser necesarias una administración más rápida y cantidades mayores de fluidos.
5. La técnica de sobrecarga líquida debe aplicarse donde se continúa con la administración de fluidos, siempre que exista una mejora hemodinámica basada en variables dinámicas (por ejemplo, cambio en la tensión diferencial o variación en el volumen sistólico) o estáticos (por ejemplo, presión arterial o frecuencia cardíaca) (UG).

H. Vasopresores

1. Tratamiento con vasopresores al inicio para lograr un objetivo de presión arterial media (PAM) de 65 mmHg.
2. Norepinefrina como vasopresor de primera elección.
3. Epinefrina (añadida a la norepinefrina o como posible sustituto de ésta) cuando se necesita otro agente para mantener una presión arterial adecuada.
4. Se pueden añadir 0.03 U/min de vasopresina a norepinefrina (NE) con el intento de aumentar la PAM o disminuir la dosis de NE (UG).
5. La vasopresina de baja dosis no se recomienda como vasopresor inicial único para el tratamiento de hipotensión inducida por sepsis y las dosis de vasopresina más altas que 0.03-0.04 U/min deben reservarse para tratamientos de rescate (fracaso al tratar de lograr una PAM adecuada con otros agentes vasopresores) (UG).
6. Dopamina como agente vasopresor alternativo a norepinefrina sólo en pacientes sumamente seleccionados (por ejemplo, pacientes con riesgo bajo de taquiarritmias y bradicardia absoluta o relativa).
7. No se recomienda fenilefrina en el tratamiento de choque septicémico excepto en las siguientes circunstancias: (a) norepinefrina asociada con arritmias graves, (b) gasto cardíaco alto y presión arterial continuamente baja, o (c) como tratamiento de rescate cuando la combinación de fármacos inotrópicos/vasopresores y vasopresina de baja dosis no logra el objetivo PAM.
8. No utilizar dopamina de baja dosis para protección renal.
9. Todos los pacientes que requieren vasopresores deben tener un catéter arterial colocado tan pronto como sea posible si se dispone de recursos (UG).

I. Tratamiento con inotrópicos

1. Se debe administrar o incorporar un tratamiento de prueba con perfusión de dobutamina de hasta 20 µg/kg/min al vasopresor (si se usa) en presencia de: (a) disfunción miocárdica, como lo indican las presiones cardíacas de llenado elevadas y bajo gasto cardíaco, o (b) signos continuos de hipoperfusión, a pesar de lograr un volumen intravascular adecuado y PAM adecuada.
2. Evitar el uso de una estrategia para aumentar el índice cardíaco a los niveles supernormales predeterminados.

J. Corticosteroides

1. No utilizar hidrocortisona intravenosa como tratamiento de pacientes adultos con choque septicémico si la reanimación con fluidos adecuada y el tratamiento con vasopresores son capaces de restaurar la estabilidad hemodinámica (véanse los objetivos para reanimación inicial). De no poder lograr este objetivo, sugerimos sólo hidrocortisona intravenosa en una dosis de 200 mg por día.
2. No utilizar la prueba de estimulación ACTH para identificar el subconjunto de adultos con choque septicémico que deberían recibir hidrocortisona.
3. En los pacientes tratados, se ajusta la dosis de hidrocortisona cuando ya no se necesitan los vasopresores.
4. No administrar corticosteroides para el tratamiento de sepsis en ausencia de choque.
5. Cuando se administre hidrocortisona, utilizar flujo continuo.

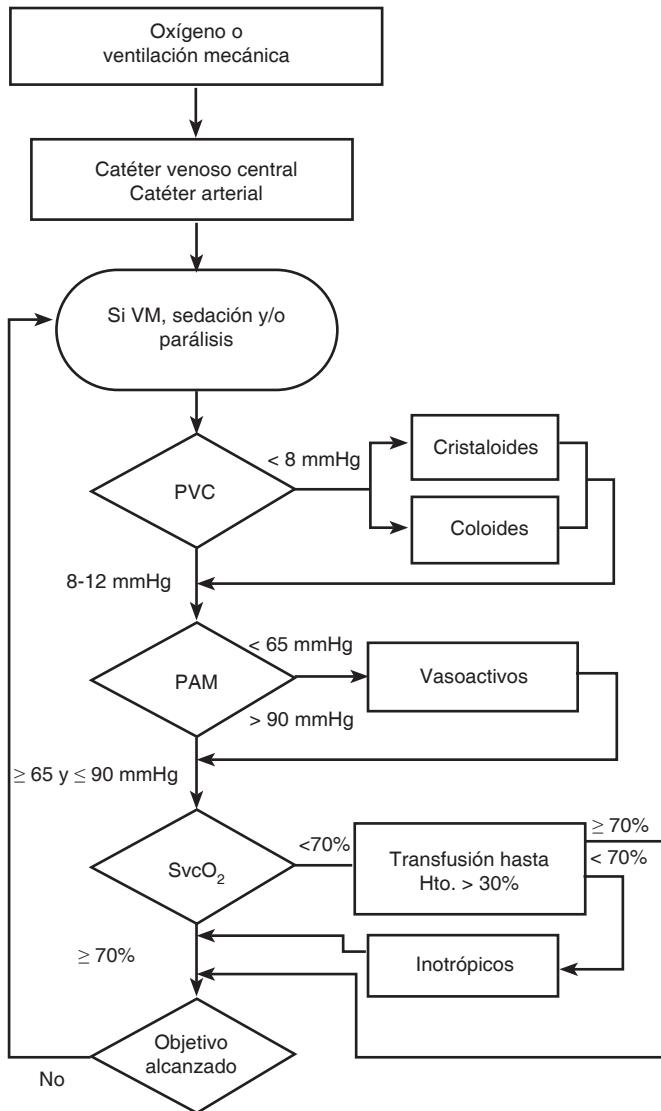


Figura 2. Rivers y cols.³ Algoritmo de la «Terapia Dirigida por Metas» en la resucitación de pacientes con choque séptico.

Presentación de resultados

Al final, los resultados se presentan en un análisis descriptivo con los *anexos 1 y 2*.

Difusión

Se pretende publicar el proyecto en revistas de medicina crítica nacional e internacional.

Recursos

Humanos

Equipo de trabajo e investigación del Hospital General «Agustín O’Horán».

Materiales

Lápices.
Borradores.
Hojas blancas.
Computadora personal.
Equipo de bioimpedancia NICOMMO® MEDIS.
Impresora.

Financieros

Propios del grupo de trabajo e investigación.

Consideraciones éticas

Este protocolo fue revisado y aprobado por el Comité de Investigación y Ética del Hospital General «Agustín O’Horán», de la ciudad de Mérida, Yucatán.

Se solicitó el permiso a la dirección de la Unidad de Medicina, Hospital General «Agustín O’Horán» para proponer a los pacientes este estudio y su participación para recabar la información.

La investigación que se presenta se basa en dos principios

El primero, el principio de beneficencia; considerando la dimensión de la garantía de no explotación, la cual menciona que el participar en un estudio de investigación no debe situar a las personas en desventaja o exponerlas a situaciones para la que no han sido preparadas explícitamente.

El segundo principio se refiere al respeto de la dignidad humana, empleando la técnica de colecta encubierta de datos u ocultamiento, ya que supone obtener información sin consentimiento del sujeto y, por lo tanto, esta técnica es aceptable, ya que los riesgos para la participación serán mínimos y no violan su derecho de intimidad.

La Ley General de Salud (1984) en su título quinto, investigación para la salud, capítulo único, artículo 100, nos dice que la investigación deberá adaptarse a los principios científicos y éticos que justifiquen la investigación médica, especialmente en lo que se refiere a su posible contribución a la solución de problemas de salud y al desarrollo de nuevos campos de la ciencia médica.

RESULTADOS

Se pudieron reunir 68 pacientes al final del estudio, distribuidos de forma aleatoria en 34 en el grupo F y 34 en el grupo C. Las principales causas de choque séptico en los individuos escogidos fueron urinaria, pulmonar y abdominal. El promedio de edad fue de 50.3 años en

la muestra obtenida; no hubo diferencias significativas en las variables demográficas de base, así como en la severidad y morbilidad de ambos grupos de personas (*Cuadro II*).

El promedio de CFT en el grupo F fue de 160%, la TAM inicial fue de 51.5, el lactato inicial de 4.2, la saturación venosa central de 63%. Aplicando el algoritmo de Aguilar y colaboradores, basado en CFT, se obtuvo una normalización de la TAM de forma más rápida a las seis, 12 y 24 horas, con un aumento neto de la misma de 42.5% a las seis horas de optimizar el volumen intravascular guiado por CFT, encontrándose diferencias significativas cuando fue comparado con el grupo C, basado en el protocolo de Rivers y su grupo, que la campaña «Sobreviviendo a la sepsis» aconseja, donde se encontró que a las seis horas había un incremento de la TAM únicamente de 19.5%, una diferencia de 23% entre ambos grupos ($p < 0.05$) (*Figura 3*). En cuanto al aclaramiento de lactato, el grupo F, donde se guió la reanimación con base en la medición del fluido torácico, el descenso del mismo fue pronunciado a partir de la cuarta hora y a las seis y 12 horas, obteniéndose un aclaramiento neto de 54.4 y 66.6%, respectivamente,

que fue mayor que en el grupo C, donde el aclaramiento fue de sólo 25.3 y 35.8% a las seis y doce horas ($p = 0.001$) (*Figura 4*).

La dosis de noradrenalina en las primeras seis horas fue significativamente mayor en el grupo F, con una media de 0.41 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ versus 0.34 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ ($p = 0.003$) del grupo C; sin embargo, al final del estudio, la media acumulada de vasopresor fue mayor en el grupo C, con 0.45 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ versus 0.23 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ del grupo F ($p = 0.002$) (*Figura 5*).

La cantidad de fluidos administrada en el grupo F fue significativamente menor, con una media final de $1,750 \pm 234 \text{ cm}^3$, a diferencia del grupo C, que recibió en promedio al final $5,678 \pm 430 \text{ cm}^3$ ($p = 0.001$). La diuresis acumulada tras 72 horas de intervención fue de $2,750 \text{ cm}^3 \pm 118$ en el grupo F y de $1970 \text{ cm}^3 \pm 91$ ($p = 0.0001$) en el grupo C. Los valores de índice de angina renal fueron mayores en el grupo C, con un promedio de 9.8 versus 5.7 ($p = 0.02$) del grupo F. El valor acumulado de SOFA fue en promedio de 3.4 en el grupo F versus 5.2 del grupo C ($p = 0.004$). La falla renal en el grupo C fue de 24.5% versus 19.3% ($p = 0.0002$) del grupo F; de igual forma, los niveles de creatinina fueron mayores en

Cuadro II. Características de base de los estudios analizados.

Medias	Grupo F (n = 30)	Grupo C (n = 30)	p*
Edad	49.2	51.5	0.53
Sexo			
Femenino	57%	56%	0.054
Masculino	43%	46%	0.057
Peso	69.5 kg	71.3 kg	0.061
Talla	1.61 m	1.65 m	0.058
Diagnóstico			
Renal	51%	54%	
Pulmonar	21%	19%	
Abdominal	13%	16%	0.57
Tejidos blandos	9%	7%	
Otros	6%	4%	
APACHE IV	51.5	52.9	0.45
SAPS III	49.6	48.5	0.23
SOFA	9.1	9.5	0.67
Sopletes orgánicos			
Vasopresor	100%	100%	N/A
Ventilación mecánica	45%	41%	0.45
Hemodiálisis	1%	2%	0.31
Diálisis peritoneal	1.9%	1.2%	0.51
Inotrópicos	0%	1.2%	0.05
Sedación	41%	39%	0.31
Balance hídrico	+250	+330	0.24
Lactato de ingreso	4.2	3.9	0.71
TAM al ingreso	51.5 mmHg	52.1 mmHg	0.37
Saturación venosa central (SvO ₂)	63%	61%	0.25
SID (diferencias de iones fuertes)	31.6	29.5	0.35
Delta de CO ₂	9.53	9.89	0.45
CFT	160%	N/A**	

*No hubo diferencias significativas. ** No se midió el CFT (contenido de fluido de torácico).

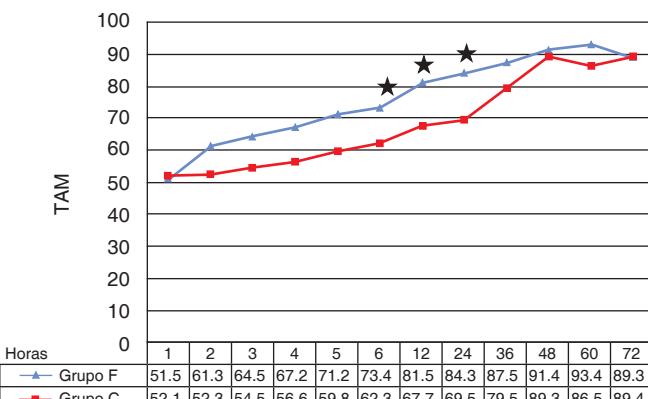


Figura 3. Progresión en horas de la optimización de la TAM en los grupos F y C.

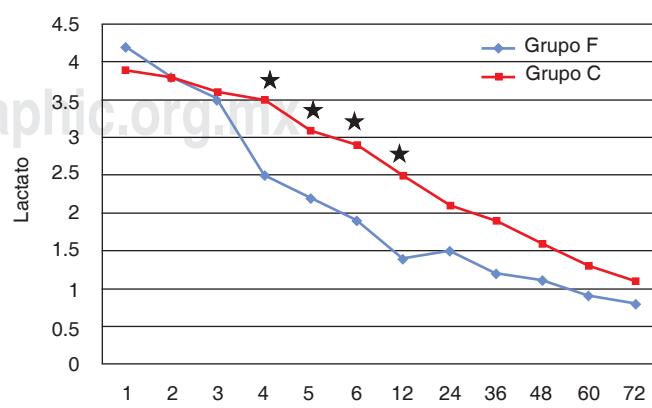


Figura 4. Aclaramiento del lactato en los dos grupos de estudio.

el grupo C: 2.79 versus 1.54 mg/dL ($p: 0.001$), y recibió más soporte renal el grupo control, con 18.5% versus 11.5% ($p: 0.0001$). En cuanto a la mortalidad, fue mayor en el grupo C, con un 33.4% versus 26.7% ($p: 0.001$) del grupo F; a los 28 días, la mortalidad fue de 36.5 y 27.8% ($p: 0.003$) en el grupo C y F, respectivamente; se mantuvo una diferencia significativa a favor del grupo que fue optimizado con la medición del contenido de fluido torácico. No hubo diferencias significativas en las demás variables evaluadas. La principal causa de muerte fue choque refractario distributivo y falla orgánica múltiple en los dos grupos de estudio (*Cuadro III*).

DISCUSIÓN

No se reportó ninguna dificultad para la interpretación de la medición del CFT ni para llevar a cabo los algoritmos establecidos de manejo. La mortalidad asociada a choque séptico hallada en este estudio fue de más de 20% en ambos grupos, valor que sigue siendo elevado y acor-

de a lo reportado en estudios previos.^{2,3} Sin embargo, en el grupo en quien se optimizó el volumen intravascular midiendo el fluido torácico se encontró una disminución significativa de 6.7% al egreso de la UCI y de 8.7% a los 28 días. El grupo que fue optimizado con CFT durante las primeras etapas de reanimación recibió una dosis mayor de vasopresor y menor cantidad de fluido administrado, existiendo una mejor corrección de las variables hemodinámicas y microdinámicas, compatible a lo que Shoemaker⁹ ya había reportado. La cantidad acumulada de fluidos, así como los balances hídricos, fueron significativamente mayores en el grupo C. Al analizar la mortalidad de los mismos, se puede apreciar una correlación entre estas dos variables, por ello, quizás una de las razones de la mejora en la mortalidad en el grupo F fue que se dio preferencia al uso de vasopresor temprano y menos «cargas» de volumen. Cabe señalar que el tipo de fluido administrado fue en su mayor parte soluciones balanceadas en ambos grupos. Estos hallazgos son compatibles con lo que Kang y colaboradores reportaron en su población pediátrica.

Uno de los hallazgos que no formaron parte de los objetivos principales fue que existió una correlación directa entre los balances positivos hídricos que los pacientes del grupo control reportaron con valores más elevados en el índice de angina renal. Se encontraron diferencias significativas en las medias de diuresis acumulada debido a que el grupo F obtuvo una media de 780 cm³, mayor que el grupo control, a pesar de que la cantidad de fluidos administrada en este último fue mayor. Cabe destacar que uno de los hallazgos que no fueron considerados como parte del estudio fue el desarrollo de lesión renal aguda y soporte renal, entidades nosológicas que se presentaron de mayor forma en el grupo control, en 24.5 y 18.5%, respectivamente. Así mismo, el valor acumulado de SOFA fue significativamente mayor en el grupo control.

No se hallaron diferencias significativas en las demás variables estudiadas, tanto en la saturación venosa central como en el delta de CO₂ o PVC (presión venosa central). La principal causa de muerte fue el estado de choque refractario y la FOM que acompañó a este estado, tanto en el grupo F como en el grupo C. Se requieren estudios con una mayor población y de preferencia multicéntricos para corroborar estos hallazgos.

CONCLUSIÓN

- La medición del contenido de fluido torácico por bioimpedancia torácica es eficaz en la optimización del volumen intravascular en pacientes con choque séptico.
- La mortalidad asociada al grupo que fue optimizado por CFT fue significativamente menor al egreso y a los 28 días.

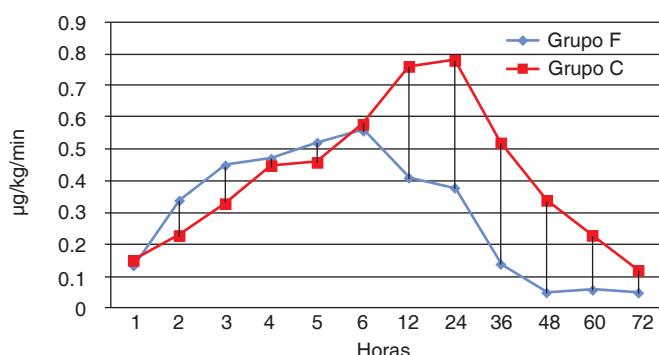


Figura 5. Consumo de vasopresor durante las primeras 72 horas en los dos grupos de estudio. A las seis horas se obtuvo una dosis mayor en el grupo F de 0.41 µg/kg/min ($p: 0.003$) y a las 72 horas una dosis mayor de 0.45 µg/kg/min ($p: 0.002$) en el grupo C.

Cuadro III. Variables después de 72 horas de la optimización del volumen intravascular entre los dos grupos y la mortalidad al egreso y a los 28 días.

Variable	Grupo F (n = 30)	Grupo C (n = 30)	p
Fluidos (mL)	1,750 ± 234	5,678 ± 430	*0.001
Diuresis (mL)	2,750 cm ³ ± 118	1,970 cm ³ ± 91	*0.0001
Índice de angina renal	5.7	9.8	*0.02
Creatinina mg/dL	1.54	2.79	*0.001
Lesión renal aguda	19.3%	24.5%	*0.0002
Soporte renal	11.5%	18.5%	*0.0001
Mortalidad al egreso	26.7%	33.4%	*0.02
Mortalidad a los 28 días	27.8%	36.5%	*0.001
FC	92.5	96.7	0.06
PVC	12.45	13.41	0.06
Delta de CO ₂	4.89	4.78	0.07
Svc%	82.3	83.4	0.059
SOFA	3.4	5.2	*0.004

*Diferencias significativas.

- El aclaramiento del lactato fue significativamente mayor en el grupo que se optimizó con CFT.
- La cantidad de fluidos administrados, balances hídricos, falla renal aguda, soporte renal y fallas orgánicas fueron significativamente mayores en el grupo que no fue optimizado con la medición del contenido de fluido torácico.
- No se encontraron diferencias significativas en el delta de CO₂, PVC, FC, FR y SVC% en ambos grupos estudiados.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a las autoridades sanitarias del Hospital General «Agustín O’Horán», Mérida, Yucatán.

BIBLIOGRAFÍA

- Dellinger RP, Levy MM, Carlet JM, et al. Surviving sepsis campaign: international guidelines for management of severe sepsis and septic shock: 2012. *Crit Care Med.* 2013;41(2):580-637.
- Daviaud F, Grimaldi D, Dechartes A, Charpentier J, Geri G, Marin N, et al. Timing and causes of death in septic shock. *Ann Intensive Care.* 2015;5(1):16.
- Rivers E, Nguyen B, Havstad S, et al; Early Goal-Directed Therapy Collaborative Group. Early goal-directed therapy in the treatment of severe sepsis and septic shock. *N Engl J Med.* 2001;345:1368-1377.
- Levy M. Early goal-directed therapy: what do we do now? *Crit Care.* 2014;18(6):705.
- Cecconi M, Arulkumaran N, Kilic J, Ebm C, Rhodes A. Update on hemodynamic monitoring and management in septic patients. *Minerva Anestesiol.* 2014;80(6):701-711.
- Georger J, Monnet X, Richard C, Teboul J. Impedance cardiography cardiac output: comparison with transpulmonary thermodilution. 20th ESICM Annual Congress; Berlin, Germany; 7-10 October, 2007.
- Heinke M, Surber R, Kühnert H, Dannberg G, Sigusch H, Figulla O. Acceleration and thoracic fluid index with transthoracic impedance cardiography in heart failure patients with biventricular pacing. *Biomed Techn.* 2005;50(Suppl. 1):291-292.
- Albert N. Bioimpedance cardiography measurement of cardiac output and other cardiovascular parameters. *Crit Care Nurs Clin N Am.* 2006;18:195-202.
- Shoemaker W, Wo C, et al. Invasive and noninvasive hemodynamic monitoring of acutely ill sepsis and septic shock patients in the emergency department. *Eur J Emerg Med.* 2000;7:169-175.
- Donati A, Botticelli L, Anastasi C, Romanelli M, Romagnoli L, Nardella R, et al. Variation of hemodynamic parameters after fluid challenge. *Crit Care.* 2008;12(Suppl. 2):P90.
- Kang W, Lee J, Shin H, Kim S, Kim T, Seo D, et al. Noninvasive cardiac output monitoring in paediatric cardiac surgery: correlation between change in thoracic fluid content and change in patient body weight. *J Int Med Res.* 2012;40(6):295-304.
- Charach G, Rubalsky O, Charach L, Rabinovich A, Argov O, Rogowski O, et al. Internal thoracic impedance —a useful method for expedient detection and convenient monitoring of pleural effusion. *PLoS One.* 2015;10(4):e0122576.
- Abdelazeem E, Emad M, Ahmad A, Abdullah A, Abdulhamid S, Amal A, et al. Impedance cardiography: noninvasive assessment of hemodynamics and thoracic fluid content during bariatric surgery. *Obes Surg.* 2005;15(5):655-658.
- Facchini C, Malfatto G, Giglio A, Facchini M, Parati G. Lung ultrasound and transthoracic impedance for noninvasive evaluation of pulmonary congestion in heart failure. *J Cardiovasc Med (Hagerstown).* 2015; [Epub ahead of print].
- Boyd J, Forbes J, Nakada T, Walley K, Russell J. Fluid resuscitation in septic shock: a positive fluid balance and elevated central venous pressure are associated with increased mortality. *Crit Care Med.* 2011;39(2):259-265.
- Ahmad F, Parvathaneni L, Silver M. Utility and economic benefit of thoracic bioimpedance in critical care patients. *Journal of Cardiac Failure.* 1999;5(3):81-81.

Correspondencia:

Mario Francisco Aguilar Arzápalo
Unidades de Cuidados Intensivos del Hospital General «Agustín O’Horan», Mérida Yucatán.
Tel. 9 (993) 39-93-04
Tel. 9 (999) 00-21-25
E-mail: uciohoran@gmail.com