



**Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Medicina
División de Estudios de Posgrado**

**Petróleos Mexicanos
Dirección Corporativa de Administración
Subdirección de Servicios de Salud
Gerencia de Servicios Médicos**

Hospital Central Sur de Alta Especialidad



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO**

Precisión del cambio de la Saturación Venosa Central de Oxígeno (Delta SvcO₂) para categorizar respuesta al incremento de la precarga (Respondedores vs. No Respondedores) en Pacientes con Choque Séptico la Unidad de Terapia Intensiva del Hospital Central Sur de Alta Especialidad Petróleos Mexicanos

TESIS DE POSGRADO

**PARA OBTENER EL GRADO DE MEDICO ESPECIALISTA EN
MEDICINA DEL ENFERMO EN ESTADO CRÍTICO**

PRESENTA:

DRA. LILIAN LIZETTE VILLEGAS CASTELLANOS

TUTOR Y ASESOR DE TESIS:

DR. PORFIRIO VISOSO PALACIOS

MÉXICO, D.F. A JULIO DE 2014



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.

Dr. Fernando Rogelio Espinosa López
Director

Dra. Judith López Zepeda
Jefa de Enseñanza e Investigación

Dr. Porfirio Visoso Palacios
Profesor Titular, Tutor y Asesor de Tesis

Agradecimientos

Para mis padres Gaby Magnolia y Moisés, quienes han confiado en mí en este largo camino, apoyándome con sus consejos y respetando las decisiones que durante éste tomé.

Para mis hermanos, Mariana y Moisés, que han estado siempre pendientes de este trayecto lleno de altas y bajas. Quienes siempre me apoyaron incondicionalmente.

Por ultimo quisiera agradecer al Dr. Porfirio por su tiempo, dedicación e interés en este proyecto.

Índice

1. Resumen	5
2. Introducción	7
3. Material y Métodos	10
4. Resultados	15
5. Discusión	17
6. Conclusiones	18
7. Referencias Bibliográficas	19

Resumen

Se han realizado estudios clínicos sobre la optimización hemodinámica por medio de la expansión de volumen en pacientes con choque séptico, en estos estudios los pacientes han requerido una definición precisa de respondedor o no respondedor a expansión del volumen, la cual se ha definido como el incremento del 15% del Gasto Cardíaco (GC) después de la expansión de volumen; la medición del GC utilizada en estos estudios es a través de métodos invasivos (catéter de la arteria pulmonar-termodilución) y/o ecocardiograma (operador competente).

La categorización de respuesta al incremento de la precarga sin medición del GC podría generar un gran avance en la terapia con volumen.

JUSTIFICACIÓN. La optimización hemodinámica por medio de la expansión de volumen en pacientes con choque séptico, requiere la medición del gasto cardíaco a través de métodos invasivos (catéter de la arteria pulmonar-termodilución) y/o ecocardiograma (operador competente). Estos métodos son costosos, de alto riesgo, no están disponibles en todos los hospitales, están en desuso y requieren alto grado de capacitación.

Hay necesidad de tener un método de bajo costo, de bajo riesgo, que esté disponible en todos los hospitales, y que no requiera de alto grado de capacitación, para poder categorizar respondedor del no respondedor y así optimizar el estado hemodinámico.

La categorización de respuesta al incremento de la precarga a través del cambio de la Saturación Venosa Central de Oxígeno (Delta SvcO₂), sin medición del GC, podría generar un gran avance en la terapia de expansión de volumen.

HIPÓTESIS. El cambio de la Saturación Venosa Central de Oxígeno (Delta SvcO₂) es preciso para categorizar respuesta al incremento de la precarga (Respondedores vs. No Respondedores) en Pacientes con Choque Séptico la

Unidad de Terapia Intensiva del Hospital Central Sur de Alta Especialidad
Petróleos Mexicanos.

OBJETIVOS. Evaluar la precisión del cambio de la Saturación Venosa Central de Oxígeno (Delta SvcO₂) para categorizar respuesta al incremento de la precarga (Respondedores vs. No Respondedores) en Pacientes con Choque Séptico la Unidad de Terapia Intensiva del Hospital Central Sur de Alta Especialidad Petróleos Mexicanos.

Introducción

Estudios clínicos han sido publicados sobre la optimización hemodinámica por medio de la expansión de volumen en pacientes críticamente enfermos (4), en estos estudios los pacientes han requerido una definición precisa de respondedor a expansión del volumen, la cual ha definido como el incremento del 15% del Gasto Cardíaco (GC) después de la expansión de volumen (1) la medición del GC utilizada en estos estudios es métodos invasivos como termodilución y/o ecocardiograma (operador competente). (5)

La cantidad de oxígeno aportado a los tejidos es flujo (gasto cardíaco en litros de sangre por minuto) multiplicado por la capacidad de transporte de oxígeno (mililitros de oxígeno por litros de sangre)

La adecuada oxigenación tisular esta determinada por el balance entre el aporte y el consumo de oxígeno por los tejidos (DO₂ y VO₂ respectivamente). Este balance esta reflejado en la fracción de oxígeno (EO₂%) que los tejidos consumen en relación al DO₂ o por la variable relacionada saturación venosa de oxígeno (SvO₂), es decir, cuanto del oxígeno aportado queda después de que los tejidos consumen oxígeno.

Desde un punto de vista fisiológico debe haber un incremento paralelo del GC, SvO₂ y SvcO₂ después de la expansión de volumen (Delta GA, SvO₂ y SvcO₂) en pacientes respondedores. (6)

La Saturación Venosa Mixta de Oxígeno (SvO₂) es un reflejo del GC (7)

La medición de la Saturación Venosa Central de Oxígeno (SvCO₂) es un método alternativo seguro para monitorizar lo adecuado de la perfusión tisular en pacientes con choque séptico y ha sido propuesto para categorizar respuesta al incremento de la precarga (Respondedores vs. No Respondedores) en Pacientes con Choque Séptico. (1)

En usencia de anemia e hipoxemia, la saturación venosa mixta de oxígeno (SvO₂) refleja la interrelación entre el consumo de oxígeno (VO₂) y el gasto cardíaco, debido a que:

$$\text{SvO}_2 = \text{SaO}_2 - \text{VO}_2 / (\text{GC} \times \text{Hb})$$

Donde la SaO₂ es la saturación arterial de oxígeno y Hb. la concentración de hemoglobina en gr/dl. Es por ello que la SvO₂ esta disminuida en estados hipodinámico y normal o alta estados hiperdinámicos. Sin bien, una disminución en la SvO₂ refleja una alteración entre el consumo y el aporte, este no provee información de cuáles son los factores que están alterados. Si bien, un SvO₂ disminuido podría ser un indicador global de oxigenación inadecuada y tener un valor pronóstico, este no puede ser considerado de forma aislada. La interpretación de la SvO₂ debe de realizarse en el contexto de otras variables, incluido el GC y los niveles de lactato sérico. (8)

Ensayos clínicos

Giraud y colaboradores publicaron un ensayo clínico con el objetivo de evaluar la precisión de cambio en la Saturación Venosa Central de Oxígeno (Delta SvCO₂) para categorizar en respondedores y no respondedores.

En el estudio fueron incluidos pacientes con hipotensión (Presión Arterial Media [PAM] < a 60 mmHg) secundario a choque cardiogénico o post operado de cirugía cardiaca), choque cardiogénico fue definido como una presión arterial sistólica < de 90 mmHg por > de 1 hora; que primero, no haya respondido a la administración de soluciones intravenosas; segundo, que este relacionada a disfunción cardiaca con un índice cardiaco (IC) de menos de 2.2 litros por minuto; y tercero, que tuvieran una presión capilar en cuña > 18 mmHg.

Los pacientes fueron equipados con catéter de la arteria pulmonar y línea arterial. Pacientes con sangrado activo (>100 ml/hr) o en quienes la expectativa de vida no fuera mayor a 24 horas o ambos fueron excluidos.

Se realizaron mediciones de gasto cardiaco por termodilución, se tomaron gasometrías para determinación de SvO₂ y SvcO₂ antes y después de la expansión de volumen con el objetivo de compararlas para definir el cambio en el GC y SvcO₂.

Los resultados mostraron que el cambio en la SvcO₂ (Delta SvcO₂) correlacionó con el cambio en el GC e IC después de la expansión de volumen, de tal forma que pudo clasificarse a los pacientes en respondedores y no

respondedores. El valor en porcentaje del Delta SvcO₂ que permite la discriminación entre respondedores y no respondedores fue 4%, con 86% de sensibilidad (95 de IC; 57-98%) y 81% de especificidad (95% IC; 54-96%). El rendimiento diagnóstico del Delta SvcO₂ después de la expansión de volumen mostró un área bajo la curva de .90 (95% IC; 0.46-0.86). Este estudio resalta que el Delta SvcO₂ estima adecuadamente el cambio en el GC e IC después de la expansión de volumen, lo cual permite definir la respuesta a la expansión de volumen.

De acuerdo con los estudios previos, se usó la variación del 15% del GC e IC como el “estándar de oro” para definir respondedores vs. no respondedores. (9)

En contraste con la alta variabilidad en “gasto cardíaco crítico”, muchos estudios en diversos estados clínicos en igual diversidad de órganos encontraron una medición más estable y útil reflejando la oxigenación tisular para ser “radio de extracción de oxígeno crítico”, ERO₂ crit. A partir de que $ERO_2 = VO_2 / DO_2$, cuando DO₂ disminuye relativo al VO₂, ERO₂ incrementa. Cuando la DO₂ disminuye progresivamente (disminuyendo gasto cardíaco, capacidad de transportación de oxígeno, o saturación arterial) y es inadecuado para encontrar la demanda VO₂, ERO₂ excede el umbral y es identificado por evidencia de hipoxia tisular y metabolismo anaeróbico, incluyendo incremento de la producción de lactato y función orgánica dañada. Este umbral crítico es el ERO₂ crit. El ERO₂ crit es aproximadamente 0.7 en animales normales y sanos. En el músculo esquelético es aproximadamente de 0.7, en mucosas de 0.7, en corazón de 0.7 y en cerebro de 0.7.

La medición directa del gasto cardíaco es esencial en evaluar un sinnúmero de afecciones cardiovasculares. Sin embargo, cuando se dirige la cuestión de inadecuada oxigenación tisular, una medida que refleja la extracción tisular de oxígeno, ERO₂, puede ser más informativa.

La ecuación de Fick establece que:

$$CO = VO_2 / (CaO_2 - CvO_2)$$

Donde la CaO_2 y la CvO_2 , son los contenidos de oxígeno arterial y venoso, respectivamente.

Reordenando las variables:

$$CO \times CaO_2 - VO_2 = CO \times CvO_2.$$

A partir de $DO_2 = CaO_2 \times CO$, puede ser rescrito dividiendo a ambos lados por DO_2 , como:

$$1 - ERO_2 = (CO \times CvO_2) / (CO \times CaO_2)$$

Note que $CxO_2 = 1.34 \times Hb \times SxO_2$ si el oxígeno disuelto es ignorado. Cancelando los términos comunes en el brazo derecho de la ecuación 2 y reacomodando variables:

$$SvO_2 = (1 - ERO_2) \times SaO_2$$

En la práctica clínica SaO_2 es frecuentemente mantenida constante y mayor de 0.9, por lo tanto:

$$SvO_2 \approx 1 - ERO_2$$

Esta simple relación indica que la SvO_2 medida es directamente relacionada con el ERO_2 y puede ser usada para determinar cuando un paciente o un órgano de forma aislada está cerca al ERO_2 crit, donde la evidencia de una inadecuada entrega de oxígeno y disfunción orgánica ocurren. (10).

A. Definición del Universo:

Casos consecutivos de pacientes ingresados en la Unidad de la Terapia Intensiva del Hospital Central Sur de Alta Especialidad de Petróleos Mexicanos de enero de 2013 a junio de 2014 que ingresen con el diagnóstico de choque séptico y que en el transcurso de la evolución requieran de catéter de flotación

B. Criterios:

a. Inclusión:

Pacientes con choque séptico

Hipotensión inducida por sepsis (tensión arterial sistólica < 90 mmHg o una reducción de 40 mmHg en relación con la basal) a pesar de la adecuada reanimación hídrica, con anormalidades en la perfusión que pueden incluir (pero no están limitadas a) acidosis láctica, oliguria o alteración aguda del estado mental.

b. Exclusión:

Pacientes en estado de choque que no sean de origen séptico

Pacientes con cardiopatía estructural conocida (dilatada, valvulopatías severas)

Pacientes con Hemoglobina menor a 8 gr/dL

c. Eliminación:

Pacientes que presenten edema agudo pulmonar posterior a administración de volumen

C. Métodos de la Selección de la Muestra:

Pacientes que ingresen de forma consecutiva a la Unidad de Terapia Intensiva de Urgencias

Hospitalización
Quirófano
O traslados de otro hospital

D. Definición de Variable:

a. Variables Dependientes:

Cambio de la Saturación Venosa Central de Oxígeno (Delta SvcO₂)

b. Variables independientes:

Respondedores:

Incremento del Gasto Cardíaco más del 10%

No respondedores:

Sin Incremento del Gasto Cardíaco más del 10%

c. Material y Métodos:

Se realizará por medio del examen físico, determinación de choque séptico mediante medición de la Frecuencia Cardíaca, Frecuencia Respiratoria, Tensión Arterial Sistólica, Tensión Arterial Diastólica, Tensión Arterial Media, Saturación por Pulsioximetría, Temperatura Corporal Axilar. Se valorará Biometría Hemática en búsqueda de Leucocitosis o Leucopenia, Presencia de Bandas, Foco séptico sospechado o documentado previamente.

Una vez valorado al paciente y establecido el diagnóstico de choque séptico, se procederá a toma de saturación venosa central y toma de gasometría arterial para determinar parámetros hemodinámicos indirectos (Gasto Cardíaco, Contenidos arterial y venoso de oxígeno, Extracción de Oxígeno). Una vez medida la saturación venosa, se procederá a realizar reto de líquidos mediante

administración de cristaloides y/o coloides de acuerdo a las condiciones hemodinámicas del paciente.

Posteriormente, una hora después a la administración de volumen, se realizará nueva toma de saturación venosa central y gasometría arterial y se determinará nuevamente los parámetros hemodinámicos indirectos con la finalidad de evaluar la precisión del cambio de la Saturación Venosa Central de Oxígeno (Delta SvcO₂) para categorizar respuesta al incremento de la precarga.

Análisis Estadístico.

En análisis se realizó con el SPSS

Para comparar parámetros hemodinámicos antes y después de la expansión de volumen se usó la prueba de Wilcoxon.

Se realizó análisis de regresión lineal con el coeficiente de correlación de Pearson para valorar la correlación entre el cambio del gasto cardiaco (Delta GC) y las variaciones relativas de la SvcO₂.

La capacidad (precisión) de la ScvO₂ para diagnosticar una expansión de volumen eficiente se representó con la curva ROC (Receiver Operating Characteristic) y la correspondiente área bajo la curva.

Univariado: Se reportaron los resultados de cada una de las variables en función de su tipo. Continuas con medias y desviación estándar; categóricas porcentajes; dicotómicas porcentajes. Reportadas en tablas para cada uno de los grupos de estudio.

Bivariado: Se realizó el análisis de las diferencias entre ambos grupos utilizando T student para las variables continuas; X² para variables dicotómicas o categóricas. Los resultados se reportaran en tablas para cada una de las variables. Se rechazó la hipótesis nula con un alfa de $p=0.01$ a dos colas, es decir, para hipótesis bi-direccional. La X² se utilizó cuando los datos observados en la tabla de

contingencia fueron mayores de 5% en caso contrario se utilizó prueba exacta de Fisher.

Multivariado: Se analizó la presencia del riesgo utilizando un modelo de regresión logística para la presencia del desenlace eventos cardiovasculares mayores, utilizando el ajuste por co-variados.

Se determinó mediante curva ROC (Receiver Operating Characteristic) el mejor método para predecir la variable dependiente.

Resultados:

Posterior al análisis de los pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión-exclusión de nuestro trabajo, encontramos los siguientes resultados:

TABLA 1

PACIENTE	GC (SVcO2)a	GC (SVO2)a	GC (SVcO2)d	GC (SVO2)d	RESPONDEDOR
CNM	7.7	7.2	6.8	9.83	1
ASE	6.6	7.3	7.1	7.4	0
SERF	3.43	3.5	3.4	3.5	0
MCR	3	3.2	4.1	4	1
HACF	6	6.2	6.4	6.8	0
MAMR	3.4	3.6	5	5.2	1
CEVB	4.2	2.5	5.5	3.3	1
FLOT	3.1	3.8	5.6	5.8	1
MAV	1.7	1.8	2.7	2.8	1
JLSC	5.34	4.7	6.2	5.8	1
TMC	5.3	4.7	6.1	5.3	0
EGL	5.3	6.3	6.3	7.1	0
AAP	3.24	3.5	4.1	4.5	1
GLM	3.6	4	4.9	5.2	1
ALLR	5.1	6.1	6.2	7.1	1
HSV	5.1	4.9	5.29	5.1	0
					10

GC: Gasto Cardíaco
a: antes del reto de líquidos
d: después del reto de líquidos
SVO2: saturación venosa central
SVCO2: saturación venosa mixta

GC: Gasto Cardíaco
SVcO2: saturación venosa central de Oxígeno
SVO2: saturación venosa mixta de Oxígeno
a: antes del reto de líquidos
d: después del reto de líquidos

TABLA 2

% INCREMENTO	% INCREMENTO	RESPONDEDOR PRUEBA	CONCUERDAN
36	-8	0	0
1.3	7	0	1
0	-10	0	1
25	36	1	1
9.6	6.6	0	1
44.4	47	1	1
32	30	1	1
52.6	80	1	1
55.5	58	1	1
23.4	51	1	1
12.7	15	1	0
12.7	18	1	0
28.5	28	1	1
30	36	1	1
16	21	1	1
4	37	1	0
		12	12
			75%

Los resultados del aumento en el gasto cardiaco posterior al reto de líquidos fueron similares a lo reportado en la literatura, donde no hay diferencia entre el aumento presentado al medir el gasto cardiaco en la saturación venosa central y la saturación venosa mixta.

Discusión

Nuestros resultados difirieron en la literatura con respecto a la especificidad, ya que la especificidad mostrada en la literatura es del 56% y la sensibilidad del 67%. En nuestros resultados, encontramos que la especificidad fue del 75% (12).

Esto, concluimos, puede deberse a que los pacientes se encontraban hospitalizados en una unidad de cuidados críticos, piso de hospitalización o urgencias, con supervisión estricta de un médico o enfermera que infirió los primeros datos de respuesta inflamatoria y nos comunicó de forma oportuna acerca de la patología del paciente.

Los resultados deben de interpretarse en el contexto de que los pacientes evaluados al ingreso a la Unidad de Terapia Intensiva pertenecen de un hospital de tercer nivel con una derechohabencia pequeña en relación a los grandes sistemas médicos de salud del país (SSA, IMSS, ISSSTE), y a que muchos de los paciente que ingresan vienen de quirófano y urgencias (locales y referidos) de otras unidades médicas.

Conclusión

Como conclusión, el cambio de la Saturación Venosa Central de Oxígeno (Delta SvcO₂) no es preciso para categorizar respuesta al incremento de la precarga (Respondedores vs. No Respondedores) en Pacientes con Choque Séptico la Unidad de Terapia Intensiva del Hospital Central Sur de Alta Especialidad Petróleos Mexicanos

Referencias Bibliográficas

1. Rady MY, Rivers, EP, Novak RM. Resuscitation of the critically ill in the ED: responses of blood pressure, heart rate, shock index, central venous oxygen saturation, and lactate *Am j Emerg Med* 1996, 14: 218-225.
2. Wo CC, Shoemaker WC, Appel PL, Bishop MH, Kram HB, Hardin E: Unreliability of bloodpressure and heart rate to evaluate cardiac output in emergency resuscitation and critical illness. *Crit Care Med* 1993, 21: 218-223.
3. Vincent JL, De Backer D, Oxygenation uptake/oxygen supply dependency: fact or fiction? *Acta Anaesthesiol Scand Suppl* 1995, 107: 229-237.
4. Cindy Goodrich, RN, MS, CCRN; Endpoints of Resuscitation. What Should We Be Monitoring? *AACN Advanced Critical Care* Volume 17, Number 3 pp. 306-316 2006.
5. Eric Kipnis, David Ramsingh, Maneesh Bhargava, Erhan Dincer, Maxime Cannesson, Alain Broccard, Benoit Valler, Karim Bendejelid, and Ronan Thibault. *Monitoring in the Intensive Care*, Hindawi Publishing Corporation, *Critical Care Research and Practice*, Volume 2012, Article ID 473507, 20 pages.
6. Paul van Beest, Gotz Wietasch, Thomas Scheeren, Peter Spronk and Michael Kuiper, *Clinical Review: use of venous oxygen saturations as a goal – a yet unfinished puzzle*, *Critical Care* 2011, 15: 232.
7. Velissaris Dimitrios, Charalampos Pierrakos, Sabino Scolletta, Daniel De Backer and Jean Louis Vincent, *High mixed venous oxygen saturation levels do not exclude fluid responsiveness in critically ill septic patients*, *Critical Care*, 2011 15: r177.
8. Weil MH, Shubin H (1971) *Proposed reclassification of shock states with special reference to distributive defects*. *Adv Exp Med Biol* 23: 13-23.
9. Martin Christensen RN, BSc (Hons), PGCert (ICU), MSc, MA, PhD, *Mixed Venous oxygen saturation monitoring revisited: Thoughts for critical care nursing practice*. *Australian Critical Care* (2012) 25, 78-90.
10. Keith R. Walley, *Use of Central Venous Oxygen Saturation to Guide Therapy*, *Am J Respir Crit Care Med* Vol 184 pp 514-510, 2011.
11. Donald M. Yealy MD, John A. Kellum, David T. Huang, *A Randomized Trial of Protocol-Based Care For Early Septic Shock*, *NEJM*, May 1, 2014, Vol 370, No. 18, 1683-1693.
12. Emanuel Rivers MD, M.P.H., Bryant Nguyen, M.D., Suzanne Havstad, MA, *Early Goal Directed Therapy In The Treatment of Severe Sepsis and Septic Shock*, *N Engl J Med*, Vol. 345, No. 19 · November 8, 2001.