



# Correlación entre la integral velocidad tiempo (IVT) del tracto de salida del ventrículo izquierdo (TSVI) y variabilidad de volumen sistólico (VVS) como predictores respondedores a volumen en pacientes con choque en la Unidad de Cuidados Intensivos

Correlation between velocity time integral (VTI) of the left ventricular outflow tract (LVOT) and systolic volume variability (SVV) as predictors of volume responders in patients with shock in the Intensive Care Unit

*Correlação entre a integral velocidade-tempo (IVT) da via de saída do ventrículo esquerdo (VSVI) e a variabilidade do volume sistólico (VVS) como preditores de volume respondedor em pacientes com choque na Unidade de Terapia Intensiva*

José Luis Serna Guerrero,\* Miguel Ángel Sosa Medellín\*

## RESUMEN

**Introducción:** actualmente la reanimación es una parte esencial en el manejo de pacientes con choque, por lo que se han descrito múltiples formas de monitorización, ya sea por mecanismos hemodinámicos mínimamente invasivos así como por evaluación ecográfica, por lo que resulta interesante conocer la relación que hay entre cada tipo de medición.

**Objetivo:** saber si existe una correlación entre delta de integral velocidad tiempo del tracto de salida del ventrículo izquierdo (DIVT) y variabilidad de volumen sistólico (VVS) como predictores respondedores a volumen.

**Material y métodos:** estudio observacional, transversal, comparativo, en la unidad de cuidados intensivos se realizó un análisis para valorar la relación entre IVT y VVS como respondedores de volumen en pacientes con choque.

**Resultados:** se realizaron dos relaciones de acuerdo con los datos de dispositivo mínimamente invasivo de tipo EV1000 y por ultrasonografía reportando la variabilidad de volumen sistólico y delta de integral velocidad tiempo correspondientemente, con una correlación de Spearman de 0.785 ( $p = 0.001$ ) así como el gasto cardíaco medido por EV1000 y ultrasonografía con una correlación de Spearman de 0.688 ( $p = 0.002$ ).

**Conclusiones:** los datos analizados con este estudio nos permitieron confirmar la correlación entre la variabilidad de volumen sistólico y el delta de integral velocidad tiempo como predictores de respuesta a volumen en pacientes con choque.

**Palabras clave:** respondedor a volumen, integral velocidad tiempo, variabilidad volumen sistólico.

## ABSTRACT

**Introduction:** currently, resuscitation is an essential part in the management of patients with shock, so multiple forms of monitoring have been described, either by minimally invasive hemodynamic mechanisms or by ultrasound evaluation, so it is interesting to know the relationship between each type of measurement.

**Objective:** to know if there is a correlation between the velocity time integral of the left ventricular outflow tract (DVIT) and systolic volume variability (SVV) as predictors of volume responders.

**Material and methods:** observational, cross-sectional comparative study in the intensive care unit, an analysis was performed to assess the relationship between VTI and SVV as volume responders in patients with shock.

**Results:** two relationships were carried out according to the data of the EV1000 type minimally invasive device and by ultrasonography, reporting the variability of systolic volume and delta of velocity time integral correspondingly, having a spearman correlation of 0.785 ( $p = 0.001$ ) as well as the cardiac output measured by EV1000 and ultrasonography having a Spearman correlation of 0.688 ( $p = 0.002$ ).

**Conclusions:** data analysed with this study allowed us to confirm the correlation between systolic volume variability and the delta velocity time integral as predictors of volume response in shock patients.

**Keywords:** volume responder, velocity time integral, stroke volume variability.

## RESUMO

**Introdução:** a ressuscitação é atualmente uma parte essencial do manejo de pacientes com choque, razão pela qual várias formas de monitoramento foram descritas, tanto por mecanismos hemodinâmicos minimamente invasivos quanto por avaliação ultrassonográfica, por isso é interessante conhecer a relação entre cada um tipo de medição.

**Objetivo:** saber se existe uma correlação entre o tempo integral da velocidade delta da via de saída do ventrículo esquerdo (VSVI) e a variabilidade do volume sistólico (VVS) como preditores de respostas ao volume.

**Material e métodos:** estudo observacional, transversal comparativo na Unidade de Terapia Intensiva, realizou-se uma análise para avaliar a relação entre IVT e VVS como respondedores de volume em pacientes com choque.

**Resultados:** duas relações foram feitas de acordo com os dados do dispositivo minimamente invasivo tipo EV1000 e por ultrassonografia, relatando a variabilidade do volume sistólico e delta da integral velocidade-tempo correspondente, tendo uma correlação de Spearman de 0.785 ( $p = 0.001$ ), bem como o débito cardíaco medido por EV1000 e ultrassonografia tendo uma correlação de Spearman de 0.688 ( $p = 0.002$ ).

**Conclusões:** os dados analisados neste estudo permitiram confirmar a correlação entre a variabilidade do volume sistólico e o tempo de velocidade integral delta como preditores da resposta ao volume em pacientes com choque.

**Palavras-chave:** resposta de volume, integral de tempo de velocidade, variabilidade de volume sistólico.

## Abreviaturas:

APACHE II = escala de clasificación de severidad de enfermedades.

DIVT = delta de integral velocidad tiempo del tracto de salida del ventrículo izquierdo.

ETT = ecocardiografía transtorácica.

GC = gasto cardíaco.

SOFA = escala de evaluación de fallo orgánico secuencial.

TSVI = tracto de salida del ventrículo izquierdo.

UCI = unidad de cuidados intensivos.

IVT= integral velocidad tiempo.

VVS = variabilidad de volumen sistólico.

## INTRODUCCIÓN

El objetivo principal de la reanimación debe ser no sólo restaurar la presión arterial, sino también proporcionar un metabolismo celular adecuado, para lo cual la corrección de la hipotensión arterial es un requisito previo.<sup>1,2</sup> Restaurar una presión arterial sistémica media de 65 a 70 mm Hg es un buen objetivo inicial, pero el nivel debe

\* Unidad Médica de Alta Especialidad No. 21, Instituto Mexicano del Seguro Social. Monterrey, Nuevo León.

Recibido: 02/09/2022. Aceptado: 07/09/2022.

**Citar como:** Serna GJL, Sosa MMÁ. Correlación entre la integral velocidad tiempo (IVT) del tracto de salida del ventrículo izquierdo (TSVI) y variabilidad de volumen sistólico (VVS) como predictores respondedores a volumen en pacientes con choque en la Unidad de Cuidados Intensivos. Med Crit. 2023;37(3):195-197. <https://dx.doi.org/10.35366/111294>

ajustarse para restaurar la perfusión tisular, evaluado sobre la base del estado mental, el aspecto de la piel y la producción de orina como se describió anteriormente.<sup>3</sup> El manejo óptimo de los líquidos es una de las piedras angulares del manejo hemodinámico en estado de choque.<sup>4</sup> Tanto la hipovolemia como la hipervolemia son estados dañinos y se debe intentar administrar los líquidos de la mejor manera posible.<sup>5</sup> Por lo tanto, las primeras preguntas que los médicos deben hacerse son: 1) si el problema clínico en cuestión puede resolverse (parcialmente) aumentando el gasto cardíaco y 2) si la reanimación con líquidos será eficaz para lograr este objetivo.<sup>6-10</sup> La variabilidad de volumen sistólico (VVS) se define como el promedio entre el máximo y el mínimo volumen sistólico registrados durante tres ciclos respiratorios. En VVS se evalúa la respuesta al volumen mediante cambios de volumen, no de presión, con parámetros de ventilación estándar para poder ser fidedigno el cambio en este caso de porcentaje evaluado con un punto de corte 13%, siendo respondedor a volumen con un valor por debajo de dicho número.<sup>11</sup> El área de la sección transversal del anillo aórtico permanece constante durante el ciclo respiratorio. El tracto de salida del ventrículo izquierdo (TSVI) es el origen del gasto cardíaco. En la ecocardiografía transtorácica (ETT) el muestreo se puede realizar a nivel de aproximadamente 2 mm por debajo del anillo aórtico desde la vista apical de cinco cámaras, y luego se puede obtener la forma de onda de la velocidad del flujo sanguíneo en cada ciclo cardíaco. Posteriormente, se determinó la integral de velocidad-tiempo (IVT) del TSVI. La DIVT se puede calcular de la siguiente manera: DIVT (%) = (IVTmax - IVTmin) / [(IVTmax + IVTmin) / 2] × 100, donde IVTmax y IVTmin representan el IVT máximo y mínimo en 10 ciclos cardíacos con un punto de corte de 15%.<sup>12,13</sup> La DIVT puede reflejar el cambio en el volumen sistólico del ventrículo izquierdo, el cual se ve menos afectado por la distensibilidad vascular periférica y la presión abdominal y por lo tanto, puede emplearse para predecir la respuesta a los líquidos.<sup>14</sup>

## MATERIAL Y MÉTODOS

El objetivo del estudio es saber si existe una correlación entre la velocidad integral tiempo (IVT) del tracto de salida del ventrículo izquierdo (TSVI) y variabilidad de volumen sistólico (VVS) como predictores para evaluar si son respondedores a volumen en pacientes con choque en la unidad de cuidados intensivos (UCI).

Se realizó un estudio observacional, transversal comparativo en una UCI durante los meses de febrero de 2022 a agosto de 2022, fue evaluado por el comité local de investigación institucional con registro R-2022-1903-016. Se incluyeron pacientes que ingresaron a la UCI, que contaran con catéter venoso central y línea

arterial, mayores de 18 años y se encontraran con ventilación mecánica.

Se midieron frecuencias absolutas, porcentajes, medias o medianas y desviaciones estándar o rangos. Para el análisis inferencial se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson o Spearman.

## RESULTADOS

Se analizó un total de 17 pacientes en la UCI que cumplieron con los criterios de inclusión, a los cuales se les realizaron todas las intervenciones anteriormente descritas reportando 64% de la población, siendo respondedores a volumen de acuerdo con las definiciones que se tomaron. La edad promedio fue de 54 ± 16 años, la cantidad del sexo masculino fue mayor con un total de 88% de la población total, siendo más prevalente el choque hipovolémico con 52% del total con múltiples diagnósticos; sin embargo, se encontró 29% de la población con sepsis y 22% de los pacientes con trauma, sólo 1% de la población fue gran quemado, con un SOFA (escala de evaluación de fallo orgánico secuencial) promedio de 10 ± 2 puntos y un APACHE II (escala de clasificación de severidad de enfermedades) promedio de 22 ± 4 puntos (*Tabla 1*).

Los pacientes que fueron incluidos mantenían tensiones arteriales medias en promedio de 76 ± 20 mmHg, se les colocó dispositivo EV1000 reportando una variabilidad de presión de pulso en promedio de 19 ± 10% así como una presión venosa central en promedio de 10 ± 4 mmHg y un gasto cardíaco con mediana de 5.6 L/min con un rango de 3.5 a 9.4 L/min (*Tabla 1*).

A cada paciente incluido en el estudio se le realizó también evaluación ecocardiográfica con un reporte promedio de gasto cardíaco por ultrasonido con mediana 4.1 L/min con un rango de 1.6 a 10 L/min y un DIVT con mediana de 26% con un rango de 10 a 88% (*Tabla 1*).

Se realizaron dos relaciones de acuerdo con los datos de dispositivo mínimamente invasivo de tipo EV1000 y por ultrasonografía reportando la variabilidad de volumen sistólico y delta de integral velocidad tiempo correspondientemente, con una correlación de Spearman de 0.785 (p = 0.001) así como el gasto cardíaco medido por EV1000 y ultrasonografía con una correlación de Spearman de 0.688 (p = 0.002).

## DISCUSIÓN

El estudio mostró una correlación entre la variabilidad de volumen sistólico y el delta de integral velocidad tiempo como predictores respondedores a volumen, siendo positiva alta por correlación de Spearman (0.785) con un resultado significativo (p = 0.001).

En el año 2020 Wang J y colaboradores realizaron un estudio que determinó el efecto del delta de integral velo-

**Tabla 1:** Características sociodemográficas de la muestra. (N = 17).

Variable	n (%)
Edad (años)*	54 ± 16
Sexo masculino	15 (88)
Respondedor a volumen	11 (64)
Diagnóstico	
Trauma de cráneo	2 (11)
Trauma de abdomen	2 (11)
Gran quemado	1 (5)
Sepsis	5 (29)
Otro	7 (41)
Tipo de choque	
Hipovolémico	9 (52)
Séptico	7 (41)
Obstructivo	1 (5)
Tensión arterial media*	76 ± 20
Variabilidad de volumen sistólico*	19 ± 10
Presión venosa central*	10 ± 4
SOFA*	10 ± 2
APACHE II*	22 ± 4
Gasto cardiaco por ultrasonido**	4.1 [1.6-10]
Gasto cardiaco por EV 1000**	5.6 [3.5-9.4]
DIVT**	26 [10-88]

SOFA = escala de evaluación de fallo orgánico secuencial. APACHE = escala de clasificación de severidad de enfermedades. DIVT = delta de integral velocidad tiempo del tracto de salida del ventrículo izquierdo.

\* Valores expresados en media ± desviación estándar. \*\* Valores expresados en mediana [rango intercuartílico].

ciudad tiempo del tracto de salida del ventrículo izquierdo en pacientes con choque séptico, el cual fue determinante en sus resultados evidenciando una adecuada significancia como predictor respondedor de volumen,<sup>14</sup> por lo que en este trabajo se incluyeron pacientes de trauma así como quemados y otros que tenían diferentes tipos de choque, lo que resultó favorable a nuestros objetivos.

La comparación que se realiza en este trabajo puede tener mayor impacto, ya que al ser contrastado con un estándar de oro como la variabilidad de volumen sistólico le da más fuerza al estudio,<sup>15</sup> dicha medida mínimamente invasiva fue ya estadísticamente relacionada con la variabilidad de presión de pulso por las observaciones y comparaciones que realizaron Soliman RA y colaboradores en su estudio con una fuerte asociación de las variables ya mencionadas.<sup>10</sup>

## CONCLUSIONES

Los datos analizados con este estudio nos permiten confirmar una fuerte correlación entre la variabilidad de volumen sistólico y el delta de integral velocidad tiempo para predecir respuesta a volumen en pacientes con estado de choque, además de una relación moderada

en cuanto a la determinación del gasto cardiaco por mínima invasión y ecocardiografía.

## REFERENCIAS

1. Benes J, Giglio M, Brienza N, Michard F. The effects of goal-directed fluid therapy based on dynamic parameters on post-surgical outcome: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Crit Care*. 2014;18(5):584.
2. Cecconi M, De Backer D, Antonelli M, Beale R, Bakker J, Hofer C, et al. Consensus on circulatory shock and hemodynamic monitoring. Task force of the European Society of Intensive Care Medicine. *Intensive Care Med*. 2014;40(12):1795-1815.
3. Rivers E, Nguyen B, Havstad S, Ressler J, Muzzin A, Knoblich B, et al. Early goal-directed therapy in the treatment of severe sepsis and septic shock. *N Engl J Med*. 2001;345(19):1368-1377.
4. Hadian M, Pinsky MR. Functional hemodynamic monitoring. *Curr Opin Crit Care*. 2007;13(3):318-323.
5. Biais M, Ehrmann S, Mari A, Conte B, Mahjoub Y, Desebbe O, et al. Clinical relevance of pulse pressure variations for predicting fluid responsiveness in mechanically ventilated intensive care unit patients: the grey zone approach. *Crit Care*. 2014;18(6):587.
6. Vincent JL, Ince C, Bakker J. Clinical review: circulatory shock—an update: a tribute to Professor Max Harry Weil. *Crit Care*. 2012;16(6):239.
7. Michard F, Teboul JL. Predicting fluid responsiveness in ICU patients: a critical analysis of the evidence. *Chest*. 2002;121(6):2000-2008.
8. De Backer D, Biston P, Devriendt J, Madl C, Chochrad D, Aldecoa C, et al. Comparison of dopamine and norepinephrine in the treatment of shock. *N Engl J Med*. 2010;362(9):779-789.
9. Mahjoub Y, Lejeune V, Muller L, Perbet S, Zieleskiewicz L, Bart F, et al. Evaluation of pulse pressure variation validity criteria in critically ill patients: a prospective observational multicentre point-prevalence study. *Br J Anaesth*. 2014;112(4):681-685.
10. Soliman RA, Samir S, el Naggar A, El Dehely K. Stroke volume variation compared with pulse pressure variation and cardiac index changes for prediction of fluid responsiveness in mechanically ventilated patients. *Egypt J Crit Care Med*. 2015;3(1):9-16.
11. de Waal EE, Rex S, Kruitwagen CL, Kalkman CJ, Buhre WF. Stroke volume variation obtained with FloTrac/Vigileo fails to predict fluid responsiveness in coronary artery bypass graft patients. *Br J Anaesth*. 2008;100(5):725-726.
12. Maguire S, Rinehart J, Vakharia S, Cannesson M. Technical communication: respiratory variation in pulse pressure and plethysmographic waveforms: intraoperative applicability in a North American academic center. *Anesth Analg*. 2011;112(1):94-96.
13. Michard F, Chemla D, Teboul JL. Applicability of pulse pressure variation: how many shades of grey? *Crit Care*. 2015;19(1):144.
14. Wang J, Zhou D, Gao Y, Wu Z, Wang X, Lv C. Effect of VTILVOT variation rate on the assessment of fluid responsiveness in septic shock patients. *Medicine (Baltimore)*. 2020;99(47):e22702.
15. Vincent JL, De Backer D. Circulatory shock. *N Engl J Med*. 2013;369(18):1726-1734.

**Patrocinios:** sin patrocinadores.

**Conflictos de intereses:** sin conflicto de intereses.

**Correspondencia:**

**José Luis Serna Guerrero**

**E-mail:** jls\_90@outlook.es