



## REVISIÓN DE TEMA

# Evaluación ecográfica de la vena cava inferior en los pacientes hemodinámicamente inestables



I. Iturbide\*, M.L. Santiago, F. Henain, K. Golab, M.E. Tentoni y S. Fuentes

Servicio de Diagnóstico por Imágenes, HIGA San Martín, La Plata, Buenos Aires, Argentina

Recibido el 7 de abril de 2014; aceptado el 20 de noviembre de 2016

Disponible en Internet el 3 de marzo de 2017

### PALABRAS CLAVE

Ecografía;  
Índice respiratorio;  
Vena cava inferior

**Resumen** Describimos la técnica ecográfica para la evaluación de la variabilidad respiratoria del diámetro de la vena cava inferior (VCI) en pacientes ventilados y hemodinámicamente inestables, además de valorar su utilidad terapéutica. En pacientes sanos, los cambios en la presión intratorácica se transmiten a la VCI, disminuyendo el diámetro del vaso en un 50%, mientras que en pacientes con ventilación mecánica la fase inspiratoria produce un aumento de la presión pleural que disminuye el retorno venoso, siendo los cambios inversos en el diámetro del vaso (aumento inspiratorio y disminución espiratoria). Una variación significativa durante la inspiración diferencia a los pacientes probablemente respondedores a la terapia de reposición de fluidos.

La ecografía, en corte sagital de la vena cava inferior a nivel subxifoideo, se realiza con el cursor en modo M a 3 cm del atrio derecho, registrándose el diámetro de la vena en función del tiempo. El paciente debe estar sedado y ventilado (volumen a 8-10 ml/kg), con una frecuencia respiratoria de 16 ciclos/segundo y a 0° de inclinación. Se toman los diámetros máximo y mínimo durante el ciclo respiratorio y se calcula el porcentaje de variación, con la fórmula: diámetro (D) máximo de VCI- D mínimo/D máximo. Se considera significativa una variación  $\geq 12\%$ .

La técnica ecográfica para medir variabilidad de la vena cava permite seleccionar a los pacientes ventilados hemodinámicamente inestables que responderán a la terapia de reposición de fluidos. Estos son los que presentan variación en el calibre de la VCI mayor del 12%.

© 2017 Sociedad Argentina de Radiología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [nachoiturbide@gmail.com](mailto:nachoiturbide@gmail.com) (I. Iturbide).

**KEYWORDS**

Ultrasound;  
Respiratory rate;  
Inferior vena cava

**Ultrasound evaluation of the inferior vena cava in haemodynamically unstable patients**

**Abstract** An ultrasound technique is presented for assessing the respiratory variation of the diameter of the inferior vena cava (IVC) in ventilated and haemodynamically unstable patients, as well as to demonstrate its usefulness as a therapeutic choice. In healthy patients, changes in intrathoracic pressure are transmitted to the IVC, reducing the vessel diameter by 50%. In mechanically ventilated patients, the inspiratory phase produces an increase in pleural pressure that decreases venous return. Therefore the changes in vessel diameter are reversed, with an inspiratory increase and an expiratory decrease. Significant variation during inspiration is useful to differentiate patients that are likely responders to fluid replacement therapy.

A sagittal ultrasound was performed on the inferior vena cava at subxiphoid level. It was performed with the cursor in M mode at 3 cm from the right atrium, generating a graphics of the vein diameter versus time. The patient must be sedated, ventilated (volume 8-10 ml/kg), with a respiratory rate of 16 cycles/minutes, and 0° inclination. The maximum and minimum diameters were recorded during the respiratory cycle and the percentage change was calculated using the following formula: diameter (D) maximum IVC-D min/D max. A variation is considered significant when  $\geq 12\%$ .

The ultrasound technique used to measure variability of the vena cava allows being able to select ventilated haemodynamically unstable patients who will respond to fluid replacement therapy, being those who exhibit a variation in the calibre of the IVC of more than 12%.

© 2017 Sociedad Argentina de Radiología. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

**Introducción**

El shock es una entidad clínica con múltiples etiologías, que se caracteriza por presentar fallo circulatorio sistémico. En los pacientes con estas condiciones es preciso estimar adecuadamente la volemia para realizar una correcta reposición del volumen y evitar la sobrecarga de fluidos, especialmente cuando existen múltiples comorbilidades, como la insuficiencia cardíaca congestiva<sup>1</sup>.

Existen diversas determinaciones clínicas que permiten estimar la volemia, como la evaluación de los signos vitales, los marcadores bioquímicos de metabolismo y la medición de la presión venosa central. Sin embargo, algunos de ellos presentan una baja sensibilidad debido a mecanismos fisiológicos de compensación.

En el último tiempo ha comenzado a utilizarse cada vez más la medición ecográfica del calibre de la vena cava inferior (VCI) durante el ciclo respiratorio y su variabilidad, como herramienta para calcular la volemia y guiar la fluidoterapia en pacientes hemodinámicamente inestables y ventilados<sup>1-3</sup>. Describimos la modalidad de realización y la importancia de esta técnica.

**Revisión del tema**

En pacientes traumatizados o en los que tienen sangrado gastrointestinal la determinación de la causa de la hipotensión arterial es sencilla, mientras que los internados en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) generalmente poseen múltiples etiologías de shock<sup>4</sup>.

La dosificación de la administración de líquidos por vía intravenosa durante la resucitación sigue siendo, en

gran medida, empírica. La escasez de líquido puede generar hipoperfusión tisular y empeorar la disfunción de órganos, aunque datos recientes sugieren que la reposición hidroelectrolítica agresiva y precoz de los pacientes críticamente enfermos también puede empeorar los resultados<sup>5</sup>.

La hipovolemia no corregida, que conduce a las infusiones inapropiadas de agentes vasopresores, puede aumentar la hipoperfusión de órganos y la isquemia. Además, la reanimación con líquidos en exceso se ha asociado con un aumento de las complicaciones y una estadía más prolongada en la UCI y la institución hospitalaria, así como con un incremento en la tasa de mortalidad<sup>5</sup>. Por ello, se requiere una cuidadosa evaluación antes de iniciar el tratamiento de reposición de líquidos.

La razón principal para la terapia de reposición de líquidos es el aumento del volumen sistólico (que indica la capacidad de respuesta). Si la administración de líquidos no aumenta el volumen de eyección, el mayor volumen de precarga no aportará beneficios al paciente, siendo por el contrario perjudicial<sup>5</sup>.

Existen diversas determinaciones clínicas que permiten estimar la volemia, como la evaluación de los signos vitales, los marcadores bioquímicos de metabolismo y la medición de la presión venosa central. Sin embargo, algunos de ellos presentan una baja sensibilidad debido a mecanismos fisiológicos de compensación.

La utilidad de medir el diámetro de la VCI para monitorizar la volemia en los pacientes que se sometían a hemodiálisis ya fue comprobada en el pasado, pero actualmente también se emplea en pacientes ventilados y hemodinámicamente inestables<sup>1,3,6</sup>.

La vena cava inferior es una vena de gran tamaño fácilmente compresible. Su diámetro tiene una alta correlación con la función de las cavidades cardíacas derechas y su calibre no es afectado por la respuesta compensatoria vasoconstrictora que se genera ante la pérdida de volumen intravascular. Por eso, refleja el estatus de la volemia con mayor precisión que otros parámetros, como los basados en el sistema arterial (presión sanguínea, diámetro de la aorta, etc.)<sup>3</sup>.

En personas sanas con respiración espontánea, las variaciones cíclicas en la presión pleural se transmiten a la aurícula derecha y producen cambios en el retorno venoso. Esta presión es negativa durante la inspiración, lo que provoca la disminución del diámetro de la VCI en aproximadamente un 50%. Se dice que esta variación está abolida cuando, durante la presión negativa inspiratoria, la VCI no muestra cambios significativos de calibre. Esto ocurre durante el taponamiento cardíaco o la insuficiencia cardíaca derecha severa<sup>7</sup>.

En pacientes ventilados mecánicamente, la fase inspiratoria produce un incremento de la presión pleural, que se transmite a la aurícula derecha, reduciendo el retorno venoso. Como resultado, las modificaciones en el diámetro de la VCI son inversas a las de la respiración espontánea, con un aumento inspiratorio y una disminución espiratoria. No obstante, estos cambios son abolidos en la dilatación de la VCI producida por un estado de sobrecarga de volumen. Los cambios respiratorios cíclicos en el calibre del vaso se observan solo en pacientes ventilados con volemia normal o disminuida, siendo este el concepto fundamental para comprender la importancia y utilidad de esta técnica. La falta de variabilidad en el calibre de la VCI ante pacientes en shock excluye al paciente de la posibilidad de responder a terapia de reposición de fluidos<sup>1</sup>.

La variabilidad respiratoria se expresa como la diferencia porcentual existente entre los diámetros máximo (inspiratorio) y mínimo (espiratorio) de la VCI, dividido por el diámetro máximo inicial inspiratorio, en pacientes ventilados hemodinámicamente inestables. Se considera significativo un cambio del 12%. Los pacientes que presenten este porcentaje o uno mayor en la variabilidad probablemente tendrán mejor respuesta a la instilación de volumen. Con este método se ha descrito una sensibilidad del 90% y una especificidad del 100%<sup>2,7</sup>.

Todavía se desconocen resultados en pacientes con aumento de la presión intraabdominal, lo cual puede ser una limitante<sup>7,8</sup>.

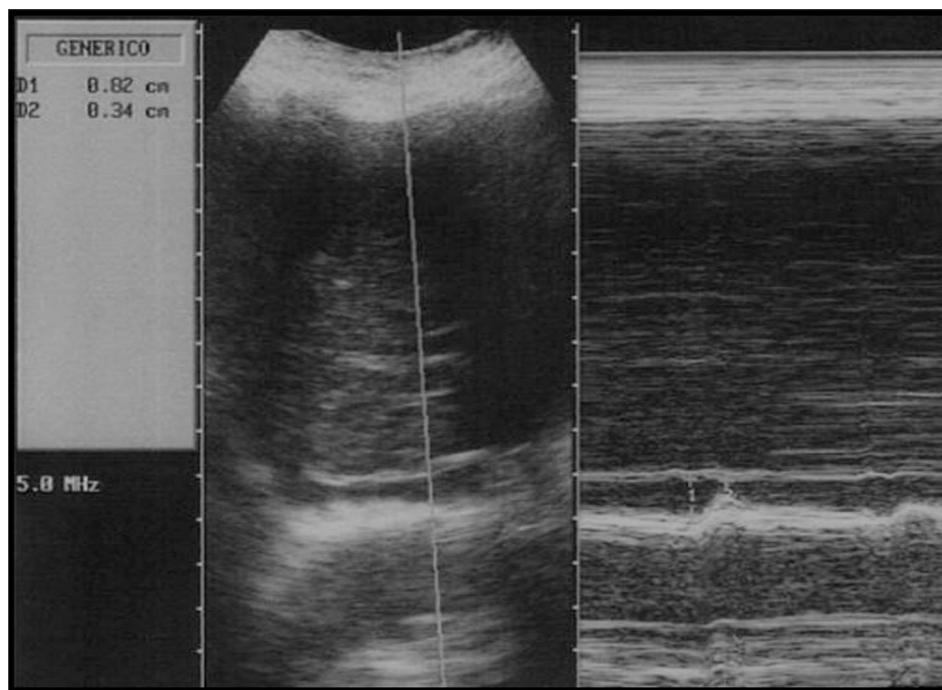
La variabilidad del diámetro de la vena cava se estima mediante ecografía en modo M, siendo una técnica con aceptable reproducibilidad intra e interobservador<sup>4</sup>.

### Descripción de la técnica

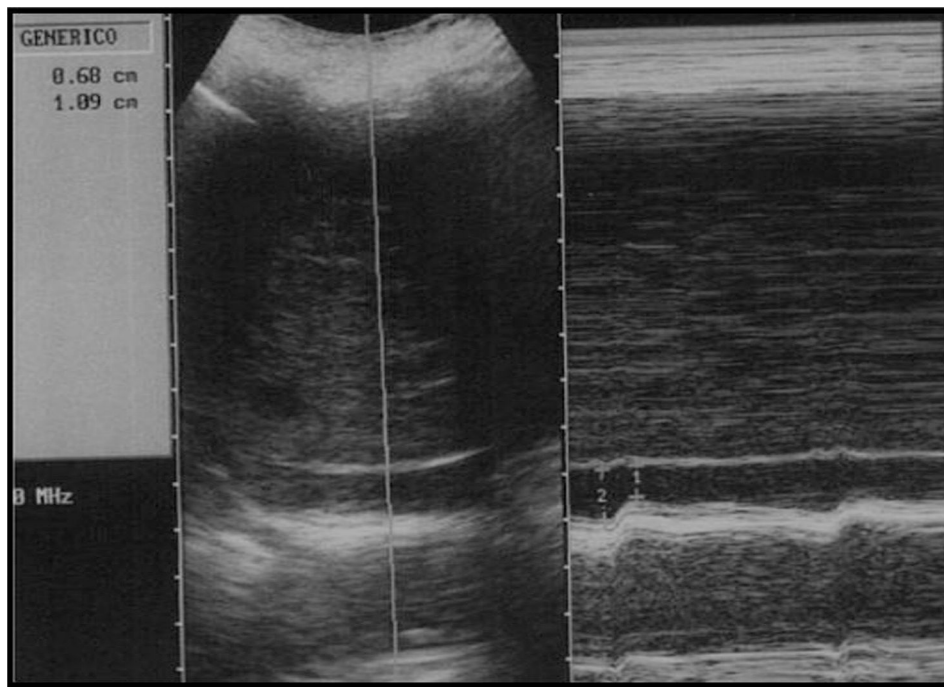
Se realiza un corte ecográfico longitudinal subxifoideo con un transductor convexo en modo B para visualizar la vena cava inferior. El cursor se coloca en modo M aproximadamente a 3 cm de la aurícula derecha, y se genera un registro en función del tiempo del diámetro de la VCI. Luego, se procede a medir el diámetro máximo y el mínimo en un solo ciclo respiratorio (en inspiración y espiración, respectivamente) y se calcula la variación, expresada en porcentaje de acuerdo con a la fórmula:  $\text{variabilidad} = \frac{\text{diámetro (D) máximo de VCI} - \text{D mínimo}}{\text{D máximo}}$ .

Los pacientes deben estar sedados y ventilados mecánicamente a un volumen controlado de 8-10 ml/kg, con una frecuencia de 16 ciclos/segundos y a 0° de inclinación.

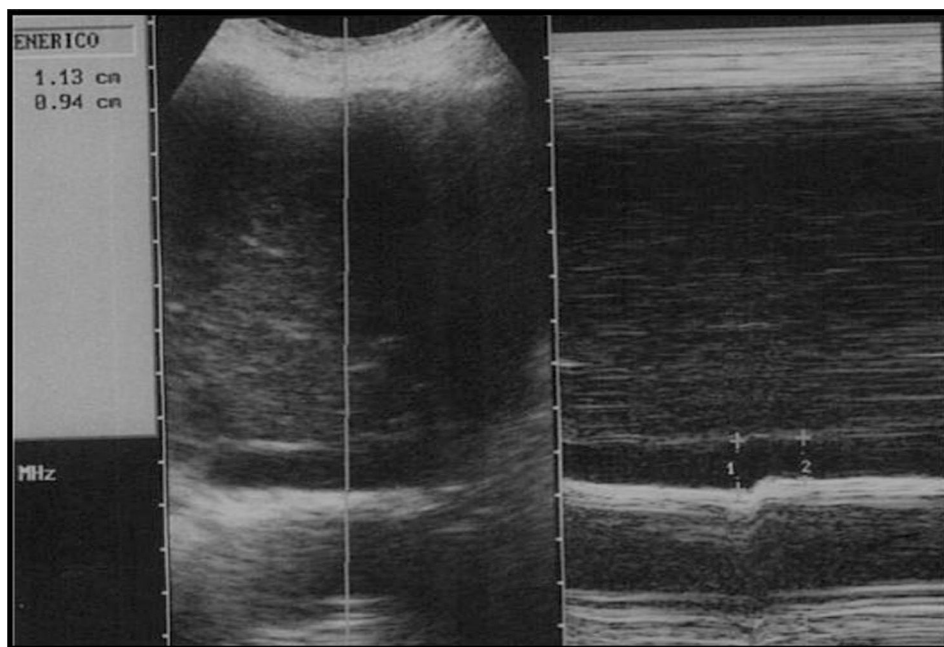
Se lleva a cabo una primera evaluación y en caso de observarse variabilidad significativa puede reevaluarse



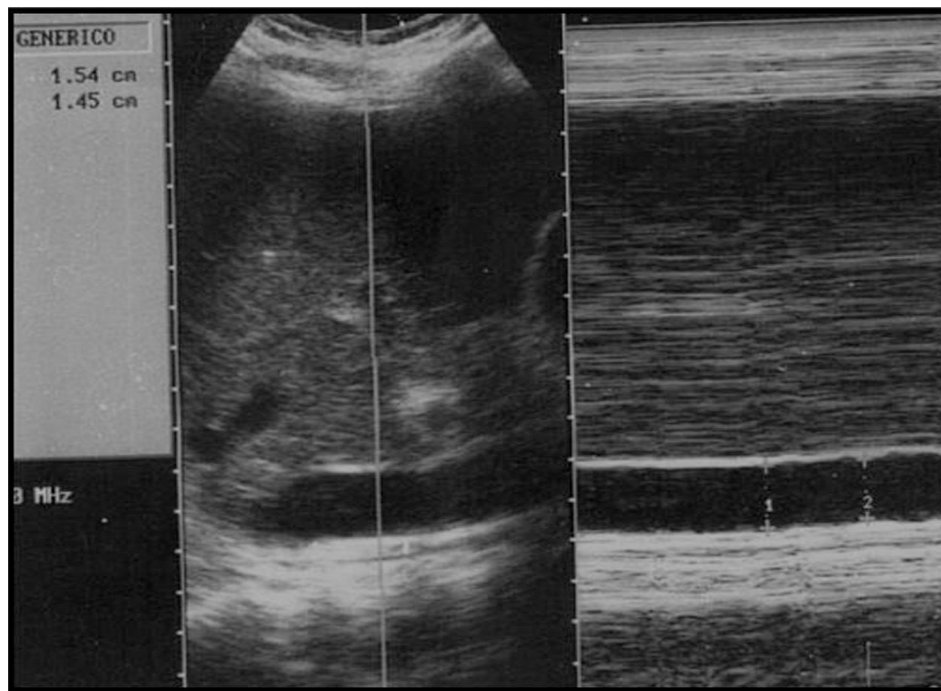
**Figura 1** Corte longitudinal de la vena cava inferior con aplicación de modo M visualiza una variabilidad de calibre de aproximadamente el 50% con el ciclo respiratorio. El paciente recibió reposición de volumen.



**Figura 2** Corte longitudinal de la vena cava inferior en modo M del mismo paciente, 15 minutos después de la reposición, muestra disminución de la variabilidad (aproximadamente 37% de cambio de calibre).



**Figura 3** Corte longitudinal de la vena cava inferior en modo M del mismo paciente, 25 minutos después de la reposición, identifica una mayor disminución de la variabilidad (aproximadamente 22%), correlacionable con la respuesta al tratamiento.



**Figura 4** Corte longitudinal de la vena cava inferior con aplicación de modo M de un paciente diferente no muestra cambios significativos en el calibre del vaso.

después de la reposición de fluidos, y así hasta alcanzar el valor deseado<sup>1,2,9,10</sup> (figs. 1–3). En caso de no observar variabilidad significativa en el calibre de la VCI, se interpreta que el paciente no se beneficiará con la reposición de fluidos (fig. 4).

## Conclusión

La técnica ecográfica para medir la variabilidad de la vena cava es un método no invasivo y de fácil realización, que permite seleccionar los pacientes hemodinámicamente inestables ventilados que responderán a terapia de reposición de fluidos y cuales requerirán de otras medidas. Aquellos que presenten variación en el calibre de la VCI mayor al 12%, serán los beneficiados con la terapia de reposición de fluidos.

## Responsabilidades éticas

**Protección de personas y animales.** Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

**Confidencialidad de los datos.** Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

**Derecho a la privacidad y consentimiento informado.** Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

## Bibliografía

1. Sefidbakht S, Assadsangabi R, Abbasi H, Nabavizadeh A. Sonographic measurement of the inferior vena cava as a predictor of shock in trauma patients. *Emerg Radiol.* 2007;14:181–5.
2. Feissel M, Michard F, Faller JP, Teboul JL. The respiratory variation in inferior vena cava diameter as a guide to fluid therapy. *Intensive Care Med.* 2004;30:1834–7.
3. Dipti A, Soucy Z, Surana A, Chandra S. Role of inferior vena cava diameter in assessment of volume status: a meta-analysis. *Am J Emerg Med.* 2012;30:1414–9.
4. Kitakule M, Mayo P. Use of ultrasound to assess fluid responsiveness in the intensive care unit. *Open Crit Care Med J.* 2010;3:33–7.
5. Marik P, Monnet X, Teboul JL. Hemodynamic parameters to guide fluid therapy. *Ann Intensive Care.* 2011;1:1.
6. Brennan JM, Ronan A, Goonewardena S, Blair JE, Hammes M, Shah D, et al. Handcarried ultrasound measurement of the inferior vena cava for assessment of intravascular volume status in the outpatient hemodialysis clinic. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2006;1:749–53.
7. Jardin F, Vieillard-Baron A. Ultrasonographic examination of the venae cavae. *Intensive Care Med.* 2006;32:203–6.
8. Wachsberg R. Narrowing of the upper abdominal inferior vena cava in patients with elevated intraabdominal pressure: sonographic observations. *J Ultrasound Med.* 2000;19:217–22.
9. Iwamoto Y, Tamai A, Kohno K, Masutani S, Okada N, Senzaki H. Usefulness of respiratory variation of inferior vena cava diameter for estimation of elevated central venous pressure in children with cardiovascular disease. *Circ J.* 2011;75:1209–14.
10. Lyon M, Verma N. Ultrasound guided volume assessment using inferior vena cava diameter. *Open Emerg Med J.* 2010;3:22–4.