

## Reanimación guiada por ultrasonido

Dr. Raúl Carrillo-Esper,\* Dr. Carlos Alberto Peña-Pérez\*\*

\* Jefe de la Unidad de Terapia Intensiva.

\*\* Medicina Interna. Hospital General Naval de Alta Especialidad. Medicina del Enfermo en Estado Crítico. Unidad de Terapia Intensiva.

Fundación Clínica Médica Sur.

Claudio Galeno, médico griego del siglo II, enseñaba que existían dos tipos de sangre: la sangre «nutritiva» procedente del hígado y la sangre «vital» procedente del corazón. La circulación de la sangre a través de un mecanismo de bombeo cardíaco no era parte de su marco conceptual, y esta visión del sistema cardiovascular fue aceptada como doctrina durante milenios. Fue William Harvey quien cuestionó los conceptos de Galeno y estableció el camino hacia la comprensión moderna de la fisiología cardiovascular y hemodinámica en su tratado «*Exercitatio Anatomica Motu Cordis et Sanguinis in Animalibus*».

A fines de la década de 1700, Woolcomb, Hunter y Latta, entre otros, proveen descripciones clínicas del estado de choque y de muertes asociadas con esta entidad. La respuesta a la pregunta de por qué un soldado herido que tuvo una modesta pérdida de sangre visible sucumbía, no siempre estaba clara. La idea de que los soldados podrían morir a causa de una condición indefinible y misteriosa, más tarde dio origen al término denominado «choque», un proceso que no es sinónimo de hemorragia, emerge como un nuevo concepto. Fue George James Guthrie, en 1815, el primero en utilizar el término para denotar específicamente la inestabilidad hemodinámica<sup>(1)</sup>.

La evaluación clínica de los pacientes hemodinámicamente inestables provee información oportuna, a la cabecera del paciente, no invasiva, de bajo riesgo y capaz de establecer un diagnóstico y pronóstico de la situación que está comprometiendo al enfermo<sup>(2)</sup>. El tratamiento de estos pacientes con frecuencia requiere una evaluación complementaria y objetiva de su situación hemodinámica<sup>(3)</sup>.

Se han producido varios avances tecnológicos que han ayudado a los médicos y científicos en la comprensión y tratamiento del estado de choque. Entre ellos, dos métodos

de control se destacan: la capacidad de medir la presión arterial con el esfigmomanómetro y la capacidad de medir el gasto cardíaco y presiones de llenado usando el catéter de oclusión de la arteria pulmonar. Sin embargo, los sistemas de seguimiento y monitoreo hemodinámico basados en algoritmos complejos, invasivos y poco disponibles como es el caso del catéter de oclusión de la arteria pulmonar, limitan su implementación en un número nada despreciable de unidades hospitalarias.

La expansión de volumen constituye la terapia de primera línea en las situaciones de inestabilidad hemodinámica, aunque sólo un 50% de los pacientes responden al aporte de fluidos incrementando el volumen sistólico.

Además, la expansión de la volemia puede ocasionar efectos deletéreos pulmonares secundarios al aumento de agua extravascular, por lo que se enfatiza la importancia de la utilización de parámetros fiables que identifiquen a los pacientes respondedores al aporte de volumen. Los parámetros hemodinámicos propuestos para decidir la administración de volumen deberían identificar a los pacientes que se beneficiarán del aporte de volumen incrementando su volumen sistólico y, al mismo tiempo, deberían evitar un tratamiento inútil y potencialmente perjudicial.

En la última década se ha demostrado que las variables dinámicas tales como la variación del volumen sistólico, la variación de la presión de pulso, la variación respiratoria del flujo sanguíneo aórtico y la velocidad pico aórtica son más exactas en la predicción de la respuesta al volumen que las variables estáticas e inclusive que el catéter de oclusión de la arteria pulmonar en los pacientes con asistencia ventilatoria mecánica invasiva, sin embargo, muchas de estas variables requieren de equipo sofisticado y no siempre disponible en la gran mayoría de los centros hospitalarios<sup>(4)</sup>.

Este artículo puede ser consultado en versión completa en <http://www.medigraphic.com/rma>

Durante décadas, los intentos por responder a la pregunta ¿cuánto líquido le doy a un paciente determinado durante la reanimación?, se ha centrado principalmente a prestar mayor atención a la cantidad del líquido infundido (que en buena medida se administran de manera arbitraria en «bolos» y a «requerimiento» según la necesidad del paciente) y descuidando el «momento» en el cual y para lo cual se administran los líquidos<sup>(5)</sup>.

La interpretación de la gran cantidad de estudios disponibles que han evaluado la estrategia de reanimación hídrica liberal versus restrictiva resulta complicada por la falta de una definición formal y estandarizada de lo que es o se refiere el término «liberal» o «restrictiva» por sí misma. En la década del 2000, varios trabajos emblemáticos sugirieron que podría haber una manera más racional y objetiva de dirigir la estrategia de reanimación hídrica en los pacientes en estado de choque.

Mediante la manipulación de variables hemodinámicas a través de una compleja fórmula diseñada para alcanzar objetivos específicos de reanimación, como lo son la presión arterial media (PAM), el gasto urinario y la saturación venosa central de oxígeno (SvO<sub>2</sub>) en pacientes con sepsis grave y choque séptico, Rivers<sup>(6)</sup> demostró como la mortalidad puede reducirse optimizando objetivos hemodinámicos específicos en comparación al sólo mantener una presión arterial adecuada.

Un año más tarde, Gan<sup>(7)</sup> demostró una reducción estadísticamente significativa en el número de días de estancia intrahospitalaria y una recuperación más temprana del tránsito intestinal al dirigir la administración de líquidos por vía parenteral en base a la respuesta sobre el tiempo de flujo corregido y del volumen sistólico.

El valor clínico de la administración de líquidos dirigida por metas también se ha demostrado en otros escenarios clínicos y han constatado efectos benéficos en pacientes sometidos a procedimientos de alto riesgo a largo plazo. En el estudio realizado por Lobo<sup>(8)</sup>, en el cual evaluó el efecto de la terapia de fluidos con cristaloides de tipo liberal versus restrictiva en pacientes sometidos a cirugía mayor, demostró que el grupo de pacientes sometidos a una terapia de tipo restrictiva y dirigida por metas resultó ser más benéfica en el desenlace.

La evidencia actual disponible parece demostrar que los protocolos de manejo hemodinámicos centrados, ya sea en optimizar la precarga o el volumen sistólico, en oposición al mantenimiento de un rango arbitrario de presión arterial puede mejorar el desenlace de los pacientes. En un metaanálisis en el cual se incluyeron 32 estudios de pacientes quirúrgicos y en los cuales se aplicaron de manera aleatorizada protocolos de manejo hemodinámico basados en la perfusión tisular, demostró una reducción en la mortalidad (OR 0.67, IC 95% 0.55-0.82)<sup>(9)</sup>. En un metaanálisis realizado en pacientes críticamente enfermos y aleatorizados en recibir un manejo

hemodinámico preferente, también demostró reducción en la mortalidad (OR 0.48, IC 95% 0.33-0.78)<sup>(10)</sup>.

La ultrasonografía es actualmente el único método que puede proporcionar imágenes en tiempo real y a la cabecera del paciente de los principales componentes del sistema cardiovascular. Como tal, aparece como una modalidad alternativa que es ideal para la evaluación hemodinámica funcional de los pacientes con insuficiencia circulatoria.

Lamentablemente la ecocardiografía es una herramienta infrautilizada, y sus beneficios sólo pueden ser realmente reconocidos si se aplican de forma rutinaria como una herramienta de diagnóstico y monitoreo. De hecho, es una técnica altamente dinámica que permite la visualización directa y evaluación de todas las estructuras cardíacas, así como la arteria pulmonar y del estado hemodinámico. Más que cualquier otra herramienta diagnóstica, la ecocardiografía permite detectar alteraciones o enfermedades valvulares, evaluación de la función sistólica y diastólica, enfermedad pericárdica, demostración del cortocircuito intracardíaco, así como la cuantificación del mismo. Además, se pueden calcular flujos y presiones a diversos niveles, estudiar la sístole y diástole (izquierda y derecha), determinar si los datos obtenidos son exactos y basados en la dinámica estructural cardíaca.

La evaluación hemodinámica por ecocardiografía proporciona información en pocos minutos, por lo que es posible en primera instancia reconocer la falla, iniciar una terapéutica para corregirla, y evaluar de manera subsecuente el impacto de la intervención, ya sea a manera de reposición de volumen, contractilidad cardíaca o resistencias periféricas<sup>(11,12)</sup>.

La evaluación por ultrasonografía de la vena cava inferior (VCI) para evaluar el estado de volemia ha sido reportada previamente<sup>(13-15)</sup>. En ventilación mecánica las variaciones respiratorias del diámetro de la vena cava inferior han demostrado predecir la respuesta a fluidos en pacientes con fracaso circulatorio. La colapsabilidad de la vena cava inferior ( $\Delta D_{IVC}$ ) se calcula como la diferencia entre el valor máximo y el valor mínimo de diámetro de la VCI en un ciclo respiratorio dividido por la media de estos:  $D_{IVC} \text{ máx} - D_{IVC} \text{ mín} / (D_{IVC} \text{ máx} + D_{IVC} \text{ mín}) / 2 \times 100$ .

Feissel<sup>(16)</sup> demostró que un valor  $\geq 12\%$  de  $\Delta D_{IVC}$  permitía predecir la respuesta a la administración de volumen con un valor predictivo positivo del 93% y negativo del 92%. Barbier<sup>(17)</sup>, encontró que un valor  $\geq 18\%$  del  $\Delta D_{IVC}$  discriminaba a los pacientes respondedores al aporte de fluidos con alta sensibilidad y especificidad. Sin embargo, la técnica para adquirir la imagen de la VCI en condiciones de emergencia pueden llegar a ser difícil, principalmente debido a características inherentes al paciente, como puede ser la obesidad, estómago lleno, gas intraabdominal, lo cual resulta en una técnica limitada de difícil adquisición y consumidora de tiempo.

La vena yugular interna (VYI) es fácilmente observable en posición supina mediante ultrasonografía. La curva de aprendizaje de esta técnica de imagen es corta. Se puede evaluar en ambos lados del cuello, justo por debajo del músculo esternocleidomastoideo, observándose como una estructura anecoica ovalada en situación anterolateral a la arteria carótida común. Existen varios estudios clínicos en los cuales se ha demostrado la correlación entre el diámetro de la vena yugular y la PVC. En el estudio realizado por Donahue<sup>(18)</sup>, en el cual determinó mediante ultrasonografía el diámetro y área de la VYI en pacientes hospitalizados en la Unidad de Terapia Intensiva correlacionándola con la PVC. En este estudio demostró que en los pacientes en posición supina, con la cabecera a 35°, un diámetro de VYI obtenido al final de la espiración entre 11.2-13.8 mm correlaciona con una PVC  $\geq$  de 10 cmH<sub>2</sub>O.

## CONCLUSIONES

La evaluación hemodinámica es una de las piedras angulares de la medicina de cuidados críticos, dado que las alteraciones hemodinámicas pueden llegar a ser letales en cuestión de minutos. Por lo tanto, identificar sus alteraciones en el menor tiempo posible y de una manera objetiva resulta una prioridad. La evaluación hemodinámica funcional a través de la ultrasonografía cardiovascular ha revolucionado la manera de abordar a los pacientes hemodinámicamente inestables por su capacidad de ser una técnica no invasiva y desarrollada a la cabecera del paciente, además, permite identificar de una manera inmediata y objetiva las alteraciones que comprometen a los pacientes, y confiere la capacidad de poder evaluar de manera subsecuente y en tiempo real el impacto de las intervenciones terapéuticas implementadas.

## REFERENCIAS

1. Manji RA, Wood KE, Kumar A. The history and evolution of circulatory shock. *Crit Care Clin.* 2009;25:1-29.
2. Sevransky J. Clinical assessment of hemodynamically unstable patients. *Curr Opin Crit Care.* 2009;15:234-238.
3. Vignon P. Hemodynamic assessment of critically ill patients using echocardiography Doppler. *Curr Opin Crit Care.* 2005;11:227-234.
4. Sabatier C, Monge I, Maynar J, Ochagavia A. Valoración de la precarga y la respuesta cardiovascular al aporte de volumen. *Med Intensiva.* 2012;36:45-55.
5. Bartels K, Thiele RH, Gan TJ. Rational fluid management in today's ICU practice. *Crit Care.* 2013;17:S6.
6. 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;345:1368-1377.
7. Gan TJ, Soppitt A, Maroof M, el-Moalem H, Robertson KM, Moretti E, et al. Goal-directed intraoperative fluid administration reduces length of hospital stay after major surgery. *Anesthesiology.* 2002;97:820-826.
8. Lobo SM, Ronchi LS, Oliveira NE, Brandao PG, Froes A, Cunrath GS, et al. Restrictive strategy of intraoperative fluid maintenance during optimization of oxygen delivery decreases major complications after high-risk surgery. *Crit Care.* 2011;15:R226.
9. Gurgel ST, do Nascimento P Jr. Maintaining tissue perfusion in high-risk surgical patients: a systematic review of randomized clinical trials. *Anesth Analg.* 2011;112:1384-1391.
10. Hamilton MA, Cecconi M, Rhodes A. A systematic review and meta-analysis on the use of preemptive hemodynamic interventions to improve postoperative outcomes in moderate and high-risk surgical patients. *Anesth Analg.* 2011;112:1392-1402.
11. Hadian M, Pinsky MR. Functional hemodynamic monitoring. *Curr Opin Crit Care.* 2007;13:318-323.
12. Ribeiro J, Marcelino P, Marum S, Fernandes AP. Echocardiography working group of the Portuguese society of intensive care. Echocardiography: a fundamental part of the intensive care curriculum. *Critical Care.* 2002;6:175.
13. Marik PE. Techniques for assessment of intravascular volume in critically ill patients. *Journal of Intensive Care Medicine.* 2009;24:329-337.
14. Brennan JM, Blair JE, Goonewardena S, Ronan A, Shah D, Vasaiwala S, et al. Reappraisal of the use of inferior vena cava for estimating right atrial pressure. *Journal of the American Society of Echocardiography.* 2007;20:857-861.
15. Stawicki SP, Braslow BM, Panebianco NL, Kirkpatrick JN, Gracias VH, Hayden GE, et al. Intensivist use of hand-carried ultrasonography to measure IVC collapsibility in estimating intravascular volume status: correlations with CVP. *Journal of the American College of Surgeons.* 2009;209:55-61.
16. 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;30:1834-1837.
17. Barbier C, Loubieres Y, Schmit C, Hayon J, Ricome JL, Jardin F, et al. Respiratory changes in inferior vena cava diameter are helpful in predicting fluid responsiveness in ventilated septic patients. *Intensive Care Med.* 2004;30:1740-1746.
18. Donahue SP, Wood JP, Patel BM, Quinn JV. Correlation of sonographic measurements of the internal jugular vein with central venous pressure. *Am J Emerg Med.* 2009;27:851-855.