



Concordancia entre la técnica de dilución-ultrasonidos y la ecocardiografía para la medida del gasto cardíaco en pacientes en hemodiálisis

G. Barril, T. Andrino, E. Iturralde* y R. Selgas

Servicios de Nefrología y Cardiología*. Hospital Universitario de La Princesa. Madrid.

Sr. Director:

El gasto cardíaco es un parámetro para evaluar hemodinámicamente la función cardíaca. Se puede calcular usualmente por metodología no invasiva como Eco-Doppler o con técnicas invasivas que requieren catéteres intravasculares así como el método de termodilución de Fick's basado en el consumo de oxígeno. Estas últimas metodologías son aplicadas en pacientes críticos o durante cateterización cardíaca¹⁻⁴.

La medida del gasto cardíaco mediante ecocardiografía es electivamente realizada en el tracto de salida del ventrículo izquierdo por Eco-Doppler pulsado. Características del flujo a este nivel permiten calcular el volumen minuto. Este procedimiento requiere consumo de tiempo por el cardiólogo.

Elevado flujo del acceso vascular para hemodiálisis puede comprometer la adaptabilidad cardíaca a través de un estado de gran demanda con aumento del gasto cardíaco. Este fenómeno genera morbilidad⁴, especialmente en pacientes ancianos o con cardiopatías. Hasta ahora estas situaciones han sido evaluadas por métodos invasivos o por ecocardiografía⁵.

La posibilidad de medir el gasto cardíaco «on line» durante la sesión de HD por una metodología no invasiva ofrece a los pacientes de alto riesgo la posibilidad de monitorizar este parámetro esencial^{6,7}. Antes que los síntomas de hipotensión aparezcan, los nefrólogos podemos conocer la disminución del gasto cardíaco como consecuencia de la HD o peculiar respuesta del paciente a la extracción de vo-

lumen y establecer el esquema más adecuado a su estado cardíaco.

El objetivo de este estudio es evaluar la utilidad del monitor Transonic HD01 en la medida del gasto cardíaco «on line» en las sesiones de HD. Este método es comparado con los resultados obtenidos de forma simultánea con ecocardiografía.

Para ello, el gasto cardíaco fue valorado en 17 pacientes en HD estables (9 varones y 8 mujeres). La media de edad fue $63,7 \pm 15,5$ años, 14 tenían una fístula autóloga (9 radiocefálicas y 5 en el codo) y 3 una prótesis de PTFE humero axilar.

Las medidas se realizaron utilizando el monitor Transonic HD01 según la metodología inicial descrita por Krivinski. El índice de recirculación, el flujo de acceso vascular y el gasto cardíaco fueron estimados^{7,8}. El índice cardíaco fue calculado de acuerdo a la superficie corporal de los pacientes.

La técnica de dilución-ultrasonidos está basada en los efectos de dilución que provoca un bolo de salino isotónico en la composición sanguínea con cambios en la velocidad de tránsito ultrasónico determinado solamente por la concentración de proteínas plasmáticas.

Dos sensores de ultrasonidos se colocaron en el circuito alejados 5-10 cm de la aguja en las líneas arterial y venosa del circuito. El sensor venoso debe colocarse con la flecha siguiendo la dirección del flujo sanguíneo.

En este primer estudio se utilizó la metodología inicial que constaba de dos fases diferentes:

Calibración: La curva inicial de dilución es obtenida después de inyectar 10 ml de salino en 5 segundos en la línea venosa antes del sensor venoso.

Estimación del gasto cardíaco: 30 ml de salino isotónico al 0,9% a 37° C son inyectados antes del sensor en la línea venosa (Krivinski⁷). Mediante esta fórmula se calcula el gasto cardíaco:

$$GCT = (30/10) \times Q_b \text{ (Scal/S)}$$

Correspondencia: Dra. Guillermina Barril
Servicio de Nefrología
Hospital Universitario de La Princesa
C/ Diego de León, 62. 28006 Madrid
E-mail: gbarril@wanadoo.es

Donde Q_b es el flujo de sangre que indica la bomba de sangre, $Scal$ es la superficie de área de calibración y S el área de superficie del final de la curva de dilución.

Diez pacientes son simultáneamente estudiados para evaluar el gasto cardíaco mediante Transonic y Ecocardiografía. El primer estudio se realizó en la primera mitad de la sesión de HD de la mitad de la semana, estando los pacientes estables. El ecocardiograma se realizó al final de la sesión.

GASTO CARDÍACO O VOLUMEN MINUTO EN ECOCARDIOGRAFÍA

La circulación sanguínea humana es pulsada y el volumen/minuto cardíaco representa el volumen sistólico multiplicado por la frecuencia cardíaca. En ausencia de enfermedad cardíaca valvular o shunt intracardíaco el flujo sanguíneo medido a través de cualquier válvula puede ser usado para calcular el volumen sistólico y el gasto cardíaco. El área de elección para establecer la medición del gasto cardíaco por Eco-Doppler es el anillo de la válvula aórtica.

El gasto cardíaco es el «gold standard» para medir la adaptabilidad hemodinámica cardíaca. La cateterización cardíaca lleva a una definitiva decisión acerca de la evaluación hemodinámica.

Los parámetros hemodinámicos standard incluyen:

a) Medida de presión sistólica y diastólica en ambos lechos ventriculares.

b) Gasto cardíaco con gradiente transvalvular y gradientes de presión a través de los lechos valvulares.

c) Medida del flujo sanguíneo cardíaco y gasto cardíaco por el método de termodilución de Fick.

Ecocardiografía con imagen en 2D, ha aparecido como innovadora y procedimiento no invasivo para evaluar la función cardíaca. Mediante onda pulsada el flujo puede ser estimado por el producto de la media de la velocidad de flujo (cm/sec) y a través del corte transversal de área de flujo (cm²) y como flujo volumétrico (cc/sec). La agudeza viene de la calidad de las señales sónicas en ambas técnicas 2D or Doppler.

En el adulto el punto de elección para estudio es el tracto de salida del ventrículo izquierdo que es evaluado mediante un transductor en posición apical. El área en el corte transversal es valorada mediante un transductor en posición retrosternal.

Los datos fueron procesados mediante SPSS. Se utilizó la T de Student para muestras pareadas, re-

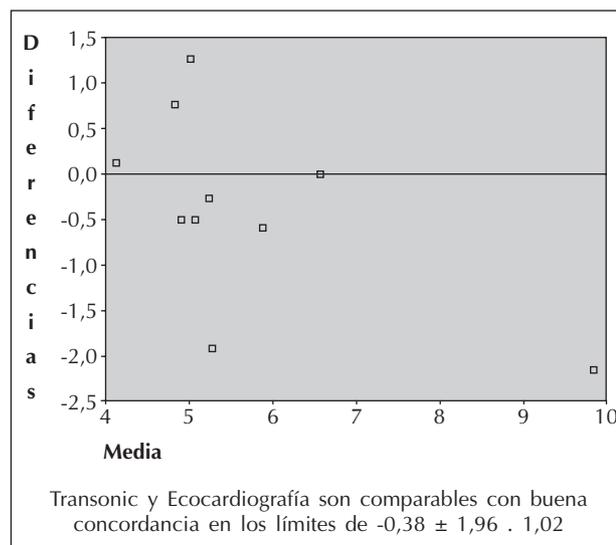


Fig. 1.—Test de Bland-Altman para GC medido por Transonic y por Ecocardiografía.

gresión lineal y tes de Bland-Altman de concordancia. Con $p < 0,05$ se consideró estadísticamente significativa la diferencia.

La media de flujo de acceso en 17 pacientes evaluados por dilución-ultrasonidos fue de $1.212,94 + 722,2$ ml/min. En este grupo, el grado de recirculación (R2) con las líneas invertidas fue de $26,64 \pm 11,68\%$.

En estos pacientes los valores de la media del gasto cardíaco (GC) e índice cardíaco (IC) (expresado según superficie corporal) medidos por Transonic (T) fueron:

GC (T) = $4,38 \pm 1,04$ l/min (IC 95% (3,84 - 4,92)
IC (T) = $2,65 \pm 0,69$ l/min/m² (IC 95% (2,32 - 3,03)

Encontramos una correlación significativa directa entre flujo de acceso vascular y gasto cardíaco ($p = 0,002$) e inversa entre R2 y gasto cardíaco ($p = 0,002$).

En el grupo de 10 pacientes en los que la determinación se realizó tanto con monitor Transonic como con Ecocardiografía los resultados fueron los siguientes:

GC (T) = $5,06 \pm 0,71$ l/min (IC 95% (4,55 - 5,56)
GC (E) = $5,26 \pm 0,84$ l/min (IC 95% (4,65 - 5,86)
IC (T) = $3,05 \pm 0,61$ l/min/m² (IC 95% (2,6 - 3,49)
IC (E) = $3,09 \pm 0,54$ l/min/m² (IC 95% (2,69 - 3,48)

(T = Transonic, E = Ecocardiograma).

No encontramos diferencias estadísticamente significativas entre las dos medidas. Aplicando el test de Bland-Altman se confirma la concordancia entre los dos métodos (fig. 1).

En el presente estudio se demuestra que el gasto cardíaco puede ser medido «on line» durante la sesión de HD con un alto grado de reproductibilidad con la técnica más habitual del ecocardiograma. Este hecho nos da la oportunidad de monitorizar con una técnica no invasiva el gasto cardíaco en pacientes antes de que lleguen a desarrollar episodios hipotensivos durante las sesiones de HD.

Estados hiperdinámicos como la enfermedad de Paget, anemia, fístulas arteriovenosas o enfermedad de Graves pueden causar directamente insuficiencia cardíaca congestiva^{5,9,10}, pero más frecuentemente son factores precipitantes si existe cardiopatía de base. En particular los pacientes en hemodiálisis son afectados por una elevada morbimortalidad cardiovascular⁵. Factores bien conocidos para la insuficiencia cardíaca crónica son: la edad, hipertensión arterial, dislipemia, diabetes, anemia, hiperparatiroidismo y la presencia de fístula arteriovenosa.

En pacientes con disfunción sistólica de ventrículo, la insuficiencia cardíaca crónica es a menudo precipitada por el elevado flujo del acceso vascular. Cuando esta circunstancia se diagnostica precozmente, un adecuado tratamiento debe ser establecido para evitar la sobrecarga.

Por otra parte, los pacientes en hemodiálisis son proclives a desarrollar de forma súbita e intensa disminuciones de la precarga como resultado de depleción de volumen durante la sesión de HD. Esto causa hipotensión arterial, especialmente cuando una marcada disfunción coexiste. *La posibilidad de influir sobre la inestabilidad hemodinámica en esta delicada situación mediante la detección precoz de la variación del gasto cardíaco resulta atractivo y de gran utilidad.*

Esta aproximación «on line» es complementaria con la medida del flujo de acceso excesivo que negativamente influiría en la función cardíaca al producir sobrecarga. Ambos parámetros representan componentes aditivos para la intolerancia a la HD y en consecuencia su inmediata y simultánea determinación puede favorecer un mejor tratamiento de los pacientes de alto riesgo.

Es necesario destacar que estas medidas deben realizarse en la primera parte de la sesión que es cuando el paciente está hemodinámicamente más estable. Debe excluirse la recirculación del ac-

ceso vascular. Finalmente, es deseable un flujo de bomba de 300 ml/min para minimizar errores⁶⁻⁹.

Nuestros resultados comparando los resultados de dilución-ultrasonidos (Transonic) con Ecocardiografía, demuestran la validez de las 2 metodologías para dicha determinación del gasto cardíaco. Debido a la muestra reducida del trabajo, se consideran necesarios más estudios con un número de casos mayor, considerando como preliminares estos datos.

No obstante, las características no invasivas del método, permiten proponer a este método como una herramienta útil para monitorizar y cuidar a los pacientes «on line» en la sesión de HD, especialmente aquellos de riesgo cardiovascular aumentado¹¹.

BIBLIOGRAFÍA

1. Espersen k, Jensen EW, Rosenborg D, Thomsen JK, Olsen NV, Kanstrup IL: Comparison of cardiac output measurement techniques: Thermodilution, Doppler, CO₂-rebreathing and the direct Fick method. *Acta Anaesthesiol Scand* Feb 39(2): 245-51, 1995.
2. Maslow A, Comunale ME, Haering JM, Watkins J: Pulsed wave Doppler measurement of cardiac output from the right ventricular outflow tract. *Anesth Analg* Sep 83(3): 466-471, 1996.
3. Dabaghi SF, Rokey R, Rivera JM, Saliba WI, Majid PA: Comparison of echocardiographic assesment of cardiac hemodynamic in the invasive care unit with right-sided cardiac catheterisation. *Am J Cardiol* Aug 15, 76(5): 392-395, 1995.
4. Loepky JA, Hoekenga DE, Greene R, Luft UC: Comparison of noninvasive pulsed Doppler and Fick measurements of stroke volume in cardiac patients. *Am Heart J* 107(2): 339-346, 1984.
5. Poelaert J, Schmidt C, Van Aken H, Hinder F, Molhoff T, Loick HM: Acomparison of transoesophageal echocardiographic Doppler across the aortic valve and the thermodilution technique for estimating cardiac output. *Anesthesia* feb 54(2): 128-136, 1999.
6. Kilouskhine VV, Dean DA: Validation of a novel ultrasound dilution method to measure cardiac output during hemodialysis. *ASAIOJ* 42(5): M906-907, 1996.
7. Krivitski NM, Depner TA: Cardiac ouput and central blood volume during hemodialysis: Methodology. *Adv Ren Replac Ther* 6:3, 225-232, 1999.
8. Barril G, Cirugeda A, Fernández Perpen A, Álvarez V, Bernis C, Sánchez. Tomero JA, Traver JA, Selgas R: Vascular Access (VA) assesment by dilutional methodology (Transonic Qc) *JASN* A1022, 1999.
9. Huu TC, Suty-Selton C, Panescu V, Achicha M, Juilliere Y, Kessler M, Brabois CHU: Detection of high access flow and cardiac output in HD patients. *J Am Soc Neprol* vol. 10, p201A, HD42V, 1999.

10. Anderson, CB, Codd JB, Fraff RA y cols.: Cardiac failure and upper extremity A-V dialysis fistula. *Arch Internal Med* 136: 292, 1976.

11. Tucker, T, Nedilski S, Smith I, Lesseter P, Hamilton T: Unrecognized deterioration of cardiac function during Hemodialysis. *JASN A* vol 13, p213A, 267A, 2002.

N E F R O L O G Í A

O T I C O S
PREMIOS CÉSAR LLAMAZARES (FRESENIUS MEDICAL CARE) Y AULA MÉDICA CORRESPONDIENTES AL AÑO 2003

Una vez efectuadas las votaciones de los miembros del Comité de Redacción de la Revista NEFROLOGÍA para determinar los ganadores de los premios CÉSAR LLAMAZARES (FRESENIUS MEDICAL CARE) al mejor original publicado en el transcurso del año 2003, y AULA MÉDICA al mejor editorial, los resultados han sido los siguientes:

- Premio CÉSAR LLAMAZARES (FRESENIUS MEDICAL CARE) al trabajo «Papel de los polimorfismos del gen del transforming growth factor beta-1 en el desarrollo de nefropatía crónica del injerto en pacientes trasplantados renales» publicado en el Vol. XXIII, n.º 4 , págs. 312-320, 2003. P. *Íñigo, S. Laro, J. M. Campistol, M. Bescós, B. Campos y F. Oppheimer.* Hospitales: «Hospital Clínico Lozano Blesa (Zaragoza)», Hospital Clínic de Barcelona, IDIBAPS y Unidad de Bioestadística del Departamento de Salud Pública de la Universidad de Barcelona.

Autor para correspondencia: Dr. D. Pablo J. Íñigo
 Servicio de Nefrología
 Hospital Clínico «Lozano Blesa»
 Avda. San Juan Bosco, 15
 50009 Zaragoza
 E-mail: pinigo@comz.org

- Premio AULA MÉDICA al mejor editorial al trabajo: Nuevas reflexiones en torno a la medicina renal vascular, publicado en el Vol. XXIII, n.º 2, págs 97-102, 2003.

Autor para correspondencia: Dr. D. Javier Díez
 División de Fisiopatología Cardiovascular
 Facultad de Medicina de la Universidad de Navarra
 Irunlarrea, 1
 31080 Pamplona (Navarra)
 E-mail: jadimar@unav.es

Como es habitual, estos premios se entregarán en el transcurso de la sesión inaugural del Congreso Nacional de Nefrología a celebrar en Tenefige, el próximo mes de octubre.

Rafael Matesanz
 Editor Nefrología