

Ecocardiografía en evaluación de función ventricular izquierda: Desde la subjetividad hacia la determinación cuantitativa de función regional y la ecocardiografía tridimensional en tiempo real

Dr. Iván Godoy

Departamento de Enfermedades Cardiovasculares, Hospital Clínico Universidad Católica de Chile

Rev Chil Cardiol 2008; 27: 191-194

La adecuada cuantificación de la función ventricular izquierda constituye una de los diagnósticos clínicos más importantes para la toma de decisiones terapéuticas correctas, siendo especialmente relevante frente a la presencia de compromiso hemodinámico. Para ello contamos con la ayuda de numerosas herramientas diagnósticas, las que van desde procedimientos no invasivos como la ecocardiografía, cintigrafía miocárdica, tomografía computada de alta resolución y resonancia nuclear magnética, hasta procedimientos invasivos como la monitorización mediante catéter de termodilución (Swan-Ganz). Dentro de estas técnicas diagnósticas destaca la ecocardiografía transtorácica y transesofágica. En efecto, ésta es una herramienta no invasiva de relativo bajo costo, fácil y de amplia implementación que nos permite realizar exámenes en la cama del paciente y en situaciones especiales como el pabellón quirúrgico, entregándonos valiosa información sobre la anatomía cardíaca y vascular, junto a datos funcionales útiles en la valoración de condiciones de precarga, postcarga ventricular y contractilidad miocárdica, así como también sobre el funcionamiento valvular. Basado en estas características, su uso se ha propagado hacia las unidades de cuidados intensivos y a la monitorización intraoperatoria, tanto de cirugía cardíaca como no cardíaca.

En este sentido es interesante la experiencia descrita por Cabrera y cols sobre monitorización ecocardiográfica intraoperatoria, en este número de la revista¹. La realización de un adecuado estudio

ecocardiográfico requiere experiencia de parte del operador tanto en la adquisición del examen como en su adecuada interpretación, la que tiene un factor subjetivo importante. Considerando lo anterior, el ecocardiograma transesofágico (ETE) intraoperatorio realizado por personas entrenadas es de gran utilidad, dándonos información no aportada por otras técnicas de monitorización y sin alterar el procedimiento quirúrgico^{2,3}.

Existen numerosos estudios sobre el aporte de la ecocardiografía en la monitorización quirúrgica. Estos trabajos se han enfocado en diferentes tópicos y en la medida que han incorporado nuevas técnicas de cuantificación de contractilidad miocárdica, estimación de las condiciones de carga ventricular y motilidad regional permiten una valoración objetiva de las condiciones de trabajo cardíaco y son un valioso aporte en el manejo de pacientes en situaciones críticas.

Valoración del llene ventricular

Desde la introducción del catéter de Swan-Ganz o catéter de arteria pulmonar, la medición de la presión de capilar pulmonar se ha empleado como un marcador indirecto, representativo de la presión de fin de diástole ventricular izquierda y el volumen de fin de diástole asociado a ella, estimándose este parámetro por lo tanto como un buen indicador de la precarga ventricular. Sin embargo, es evidente que en numerosas situaciones no está reflejando el óptimo volumen de llenado ventricular y nos da información incorrecta

Correspondencia: Iván Godoy
Departamento de Enfermedades Cardiovasculares
Hospital Clínico Universidad Católica de Chile
Marcoleta 367 - Fono: 3543430 - Santiago
Correo Electrónico: igodoy@med.puc.cl

para un adecuado manejo terapéutico (ej: obstrucción dinámica intraventricular izquierda con insuficiencia mitral secundaria). La ecocardiografía transtorácica o transesofágica, según la condición del paciente, nos permite estimar la presión auricular izquierda, medición del área ventricular izquierda, estimación del volumen ventricular y cuantificar su efecto sobre la función sistólica a través de medición de la fracción de eyección. En efecto, es posible medir la presión de aurícula izquierda aplicando la ecuación modificada de Bernoulli que nos permite estimar la gradiente ventrículo-atrial izquierda desde la medición directa de la velocidad máxima de la regurgitación mitral, valor al cual le sustraemos la presión sistólica arterial (en ausencia de estenosis aórtica) y nos da la presión auricular izquierda⁴.

Indirectamente, también es posible estimar aumentos en la presión auricular izquierda a través de disminución de la onda de llenado sistólico de las venas pulmonares⁵, y a la inversa, aumento del tiempo de desaceleración de la onda de llenado rápido ventricular transmitral, traduce disminución de la presión auricular izquierda⁶, permitiendo hacer así una extrapolación al comportamiento de la precarga ventricular.

Una interesante demostración de la utilidad de la cuantificación ecográfica del llenado ventricular fue el estudio de Cheung y cols.⁷ en que midieron áreas ventriculares izquierdas sistólica y diastólica, estrés de fin de diástole y sistole ventricular izquierdo y presión de capilar pulmonar a pacientes durante cirugía de revascularización miocárdica, mientras se realizaban disminuciones controladas del volumen sanguíneo desde 0 a 15%; demostrando así que solo los índices ecográficos mantenían linealidad en los resultados. La presencia de disfunción diastólica siguiendo revascularización miocárdica⁸ explica el frecuente inadecuado llene ventricular a pesar de presiones de llenado aparentemente adecuadas.

Esta valoración semicuantitativa de los volúmenes ventriculares durante el tiempo es el estándar actual en la valoración de precarga, si bien el desarrollo de la ecocardiografía tridimensional puede aportarnos en el futuro una cuantificación más correcta. En este sentido, también el diagnóstico ecocardiográfico permite aclarar condiciones que confunden, en las

cuales mediante interacción interventricular, la presencia de falla ventricular derecha nos altera el llenado izquierdo.

Valoración de la postcarga ventricular

Como menciona Cabrera en su artículo¹, la postcarga ventricular izquierda tiene componentes particulares de la cavidad ventricular izquierda como son la presión intracavitaria, el radio de la misma y el grosor de sus paredes, además de componentes extrínsecos como la compliance arterial y la resistencia vascular sistémica, este último, único factor posible de ser cuantificado mediante el catéter de termodilución. En este sentido, el estudio de Cabrera¹ nos entrega una experiencia local en la cuantificación ecocardiográfica transesofágica del estrés de fin de sistole como marcador de postcarga, corroborando la facilidad de su medición intraoperatoria en sujetos con fracción de eyección normal y en este grupo de pacientes, su buena correlación con el cálculo de resistencia vascular sistémica obtenido mediante cateterización.

Estudios interesantes se han realizado en la medición no invasiva de compliance arterial e impedancia arterial, mediante ecografía de aorta ascendente y evaluación simultánea de flujo arterial y presión obtenidas por Doppler vascular y tonometría arterial respectivamente, los que junto con la medición de estrés de fin de sistole permiten evaluar, por ejemplo, la respuesta cardiovascular a la administración de diferentes antihipertensivos y la importancia del acoplamiento ventrículo-vascular en la progresión de la hipertrofia ventricular y patologías tales como la pre-eclampsia⁹.

Contractilidad Ventricular Izquierda

El estándar actual para valorar contractilidad ventricular, independientemente de las condiciones de carga, es medir la relación presión-volumen y obtener la elastancia resultante¹⁰, lo que podría ser realizado intraoperatoriamente, pero no es práctico para la toma de decisiones rápidas. Con el fin de facilitar esta medición se han empleado cálculos que utilizando presión arterial femoral, área de fin de sistole y estrés de fin de sistole, como datos alternativos que varían en la misma dirección que las mediciones

tradicionales, nos entregan resultados que permiten estimar cambios en la función ventricular izquierda, independientemente de la carga durante cirugía con circulación extracorpórea^{11,12, 13}. La medición de la relación entre velocidad de acortamiento circunferencial de las fibras y el estrés de fin de sístole constituye otro marcador ecocardiográfico de contractilidad miocárdica de relativa fácil adquisición.

Sin embargo, el método ecográfico más empleado para determinar función sistólica ventricular izquierda actualmente es el cálculo mediante Doppler del gasto cardíaco, el que se puede emplear como una alternativa cuando no se dispone de catéter de termodilución, o en aquellas condiciones en que el método de termodilución no es apropiado, como por ejemplo, en insuficiencia tricuspídea severa. Adicionalmente, en la evaluación de contractilidad y función miocárdica, hemos asistido al desarrollo de una multitud de nuevas herramientas producto del avance tecnológico en ultrasonido, que parten en la determinación automática del borde endocárdico

durante el ciclo cardíaco mediante el "backscatter" integrado¹⁴, el derivado de la misma para análisis de función regional en el tiempo conocido como Color Kinesis¹⁵; la caracterización tisular y la variación cíclica del backscatter durante el ciclo cardíaco¹⁶; la medición de Doppler tisular y sus derivados "strain" y "strain rate", los que permiten cuantificar objetivamente la deformación miocárdica entre dos segmentos próximos y la velocidad de dicho cambio, entregándonos así un análisis regional cuantitativo¹⁷. Más recientemente, la medición de deformación cíclica del miocardio derivada de la cuantificación del desplazamiento cíclico intraparietal en la imagen bidimensional, conocido como "speckle tracking"¹⁸ y la incorporación de ecocardiografía tridimensional en tiempo real por vía transesofágica¹⁹, nos están entregando la gran posibilidad de transformar nuestra monitorización ecográfica en un método altamente cuantitativo y reproducible en condiciones como el intraoperatorio, en que no disponemos de técnicas alternativas de imágenes.

Referencias

1. Practice guidelines for perioperative transesophageal echocardiography. A report by the American Society of Anesthesiologists and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists Task Force on Transesophageal Echocardiography. *Anesthesiology* 1996; 84: 986-1006.
2. KOLEV N, BRASE R, SWANEVELDER J, OPPIZZI M, RIESGO MJ, VAN DER MAATEN JM, et al: The influence of transoesophageal echocardiography on intra-operative decision making: A European multicentre study. *European Perioperative TOE Research Group. Anaesthesia* 1998; 53: 767-773
3. GORCSAN JD, SNOW FR, PAULSEN W, NIXON JV: Noninvasive estimation of left atrial pressure in patients with congestive heart failure and mitral regurgitation by Doppler echocardiography. *Am Heart J* 1991; 121: 858.
4. KUECHERER HF, MUHIUDEEN IA, KUSUMOTO FM, LEE E, MOULINIER LE, CAHALAN MK, et al: Estimation of mean left atrial pressure from transesophageal pulsed Doppler echocardiography of pulmonary venous flow. *Circulation* 1990; 82: 1127.
5. NOMURA M, HILLEL Z, SHIH H, KURODA MM, THYS DM: The association between Doppler transmitral flow variables measured by transesophageal echocardiography and pulmonary capillary wedge pressure. *Anesth Analg* 1997; 84: 491.
6. CHEUNG AT, SAVINO JS, WEISS SJ, AUKBURG SJ, BERLIN JA.: Echocardiographic and hemodynamic indexes of left ventricular preload in patients with normal and abnormal ventricular function. *Anesthesiology* 1994; 81: 376-387.
7. DE HERT SG, RODRIGUS IE, HAENEN LR, DE MULDER PA, GILLEBERT TC. Recovery of systolic and diastolic left ventricular function early after cardiopulmonary bypass. *Anesthesiology* 1996; 85: 1063-75.
8. POPPAS A, SHROFF SG, KORCARZ CE, HIBBERD JU, BERGER DS, LINDHEIMER MD, et al. Serial assessment of cardiovascular system in normal pregnancy: role of arterial compliance and pulsatile arterial load. *Circulation* 1997; 95: 2407-2415.
9. SAGAWA K: The end-systolic pressure-volume relation of the ventricle: Definition, modifications and clinical use. *Circulation* 1981; 63: 1223.
10. GORCSAN J 3RD, DENAULT A, GASIOR TA, MANDARINO WA, KANCEL MJ, DENAULT LG, et al: Rapid estimation of left ventricular contractility from end-systolic relations by echocardiographic automated border detection and femoral arterial pressure. *Anesthesiology* 1994; 81: 553-62.
11. DECLERCK C, HILLEL Z, SHIH H, KURODA M, CONNERY CP, THYS DM.: A comparison of left ventricular performance indices measured by transesophageal echocardiography with automated border detection. *Anesthesiology* 1998; 89: 341-349.
12. O'KELLY BF, TUBAU JF, KNIGHT AA, LONDON MJ, VERRIER ED, MANGANO DT. Measurement of left ventricular contractility using transesophageal echocardiography in

I. Godoy

- patients undergoing coronary artery bypass grafting. The Study of Perioperative Ischemia (SPI) Research Group. *Am Heart J* 1991; 122: 1041-9.
13. GODOY IE, MOR-AVI V, SPENCER KT, LANG RM. Objective echocardiographic evaluation of the cardiovascular system: state of the art. *Curr Opin Cardiol.* 1997; 12: 553-60.
 14. LANG RM, VIGNON P, WEINERT L, BEDNARZ J, KORCARZ C, SANDELSKI J, et al. Echocardiographic quantification of regional left ventricular wall motion with color kinesis. *Circulation.* 1996; 15; 93: 1877-85.
 15. GODOY I, BERGER D, MOR-AVI V, VLASICA K, SHROFF SG. "Influence of contractile activity and passive volume changes on cyclic variations in myocardial integrated backscatter" *Circulation* 1998; 98: I-358.
 16. D PELLERIN, R SHARMA, P ELLIOTT, C VEYRAT. Tissue Doppler, strain, and strain rate echocardiography for the assessment of left and right systolic ventricular function. *Heart.*2003; 89: 9-17.
 17. NISHIKAGE T, NAKAI H, MOR-AVI V, LANG RM, SALGO IS, SETTLEMIER SH, et al. Quantitative assessment of left ventricular volume and ejection fraction using two-dimensional speckle tracking echocardiography. *Eur J Echocardiogr.* 2008; 89: 9-17
 18. MOR-AVI V, SUGENG L, LANG RM. Three-dimensional adult echocardiography: where the hidden dimension helps. *Curr Cardiol Rep.* 2008; 10: 218-25.