Evaluación de función diastólica intraoperatoria con ecocardiografía transesofágica, ¿es útil?

María Carolina Cabrera S, Silvia Schmied P, Raúl Vega S, Irini Semertzakis P, Jaime De La Maza C.

Intraoperative diastolic dysfunction as a risk factor for hemodynamic instability

Background: Diastolic function can be evaluated intraoperatively using transesophageal echocardiography. **Aim:** To study if intraoperative diastolic dysfunction is associated to a greater number of hemodynamic events during surgery and during the postoperative period. **Material and methods:** Patients with indication of intraoperative transesophageal echocardiography due to cardiovascular diseases were included in the study. Diastolic function was assessed measuring transmitral intraventricular filling delay and pulmonary vein flow. Patients were divided, according to diastolic dysfunction, in those with derangements in relaxation, pseudonormalization and restrictive patterns. Hypertension, hypotension, ST segment depression, alterations in myocardial contractility, pulmonary congestion and postoperative oliguria were recorded. **Results:** Fifty eight patients aged 68 ± 12 years (39 males), were studied. Forty four had diastolic dysfunction. Intraoperative hypotension occurred in 82% of patients with diastolic dysfunction and 16% of patients without it. Likewise, hypotension and oliguria during the postoperative period were more common in patients with diastolic dysfunction. **Conclusions:** In this group of patients with cardiovascular disease, intraoperative diastolic dysfunction is a risk factor for hemodynamic instability (Rev Méd Chile 2007; 135: -).

(Key words: Cardiac output; Echocardiography, transesophageal; Hemodynamic phenomena; Myocardial contraction)

Recibido el 17 de agosto, 2006. Aceptado el 20 de abril, 2007.

Trabajo realizado sin financiamiento externo.

Departamento de Anestesiología, Hospital Clínico Fuerza Aérea de Chile y Universidad de Valparaíso, Chile.

La evaluación de la función cardíaca es de gran importancia durante el intraoperatorio. Esta evaluación es prioritaria en pacientes con función

cardiovascular alterada por diferentes patologías. El efecto de las drogas anestésicas y sus cambios en la fisiología cardiovascular serán determinantes en la morbimortalidad perioperatoria. El uso de la ecocardiografía transesofágica (ETE) intraoperatoria, como monitor hemodinámico durante la cirugía, ha sido un avance importante para el manejo

Correspondencia a: María Carolina Cabrera S. Fernández Mira 796, Las Condes, Santiago. E mail: carol218@vtr.net

cardiovascular avanzado de pacientes complejos durante cirugía cardíaca y no cardíaca^{1,2}. Como se trata de un método dinámico, de fácil y rápida instalación, con una baja tasa de complicaciones, permite visualizar y estudiar en tiempo real las estructuras y la fisiología del corazón y sus grandes vasos y así diagnosticar, tratar y realizar el seguimiento de eventos hemodinámicos críticos del perioperatorio. La evidencia avala su eficiencia en la respuesta a preguntas concretas en pacientes inestables o con alto riesgo de eventos cardíacos adversos, entregando un amplio conjunto de datos anatómicos y hemodinámicos útiles para evaluar los mecanismos básicos de Frank y Starling sobre la fisiología cardíaca: precarga, contractilidad y postcarga^{3,4}.

El estudio de la función cardíaca intraoperatoria se ha centrado en la evaluación de la función sistólica. Parámetros como la fracción de eyección o la fracción de acortamiento se consideran fundamentales para evaluar a un paciente durante el perioperatorio. Sin embargo, se ha demostrado que en la población general, hasta 40% de los pacientes en falla cardíaca tienen una función sistólica normal y sólo tienen alteración de la función diastólica. La disfunción diastólica puede existir como una entidad clínica única, especialmente en la población de adultos mayores^{5,6}. Dado que la edad de la población ha aumentado en forma importante, enfermos portadores de patologías que causan disfunción diastólica, como hipertensión arterial y cardiopatía coronaria, serán sometidos a procedimientos quirúrgicos. Es por esto que la evaluación intraoperatoria de la función diastólica puede tener un interés mayor, que debe ser investigado. Philip y cols⁷ publicaron en 2003 una serie de 251 pacientes ancianos sometidos tanto a cirugía cardíaca como no cardíaca y demostraron una prevalencia de 60% de alteraciones en el llenado diastólico. Bernard y cols⁸ mostraron que la presencia de disfunción diastólica severa durante una cirugía de revascularización cardíaca, se correlacionaba en forma directa con dificultad para separar al paciente de circulación extracorpórea.

La hipótesis que se postula es que existiendo disfunción diastólica, ésta puede ser predictora de eventos hemodinámicos e isquémicos adversos, ya que su presencia debería resultar en inestabilidad hemodinámica intraoperatoria y postoperatoria,

dado que se trata de un ventrículo incapaz de manejar volúmenes sin alterar sus presiones.

PACIENTES Y MÉTODO

Una vez evaluado y aprobado el proyecto de ecocardiografía transesofágica intraoperatoria, por el Comité de Ética, se ingresaron al estudio pacientes con firma de consentimiento informado.

Se incluyeron adultos que requirieron de ETE durante su cirugía, de acuerdo a las guías norteamericanas de ecocardiografía intraoperatoria y la evaluación preanestésica⁹. Éstos fueron enfermos portadores de patología cardiovascular como cardiopatía coronaria (antecedente de IAM previo, angor estable, test de provocación de isquemia positivos), patología valvular aórtica o mitral moderada a severa, insuficiencia cardíaca (fracción de eyección <30%) e hipertensión pulmonar moderada a severa.

Se excluyeron pacientes con arritmia completa por fibrilación auricular, estenosis mitral severa, patología esófago-gástrica aguda, sangrado activo gastroesofágico y cirugía reciente en la zona.

La ETE fue realizada por un anestesiólogo calificado que realizó todos los procedimientos. La máquina de ETE fue un HP Sonos 2500 (Hewlett Packard, Texas 0112374) con un transductor transesofágico multiplanar de 5 Mhz. Las ecocardiografías fueron grabadas en video (VHS). A su llegada al pabellón, todos los enfermos fueron monitorizados con saturometría, electrocardiograma de tres derivaciones y presión arterial no invasiva. Una vez inducida la anestesia general, se realizó la intubación orotraqueal y luego se introdujo la sonda transesofágica. En ese momento se realizó la primera medición de la función diastólica, definida como basal. Durante toda la intervención y en forma continuada se determinaron la motilidad segmentaria, estimación de volúmenes y medición de velocidades. Para esto se movilizó el transductor cambiando a diferentes planos y ejes de observación.

Para estudiar el llenado diastólico se midieron las velocidades del flujo a nivel de la punta de los velos valvulares mitrales durante tres latidos consecutivos al final de la espiración. Las variables estudiadas fueron velocidad máxima de curva de llene temprano (E), velocidad máxima de curva de llene tardío (A), la

relación entre ambas velocidades y el tiempo de desaceleración (dt) de la curva E. A nivel de la vena pulmonar superior izquierda se evaluaron tres flujos, el sistólico (S), el diastólico (D) y el flujo reverso auricular (Ar). La disfunción diastólica se clasificó de acuerdo a estos criterios generales en tres grupos, ajustando los cambios de las velocidades de la onda E y A de acuerdo a la edad del paciente. Alteración de la relajación ($E/A < 1,0$, $dt > 240$ ms y $S > D$). Patrón de pseudonormalización ($E/A 1,0 - 1,5$, $dt 160 - 200$ ms, $S < D$ y $Ar > 35$ cm/s) y patrón restrictivo ($E/A > 1,5$, $dt < 160$ ms, $S < D$ y $Ar > 35$ cm/s).

Para evaluar la función sistólica se realizó una estimación cualitativa a nivel de eje corto transgástrico de la fracción de eyección (FE).

Las variables hemodinámicas estudiadas fueron el número de eventos de hipotensión arterial intraoperatoria y postoperatoria (presión sistólica menor a 90 mmHg). Número de eventos de hipertensión arterial (presión arterial sistólica mayor de 160 mmHg) intraoperatoria y postoperatoria. Número de eventos de alteración segmentaria de la motilidad intraoperatoria en las imágenes del ecocardiógrafo (presencia de alteraciones de movimiento en uno o más segmentos endocárdicos). Número de eventos intraoperatorios y postoperatorios de cambio del segmento ST (como supra o infradesnivel mayor a 5 mm en el electrocardiograma). En el postoperatorio se evaluó la presencia de oligoanuria (diuresis horaria menor a 0,5 ml/kg), congestión pulmonar (evaluada clínicamente y por radiografía de tórax) e íleo postoperatorio (definido por ausencia de tránsito intestinal por más de 48 h).

Cada vez que ocurrió alguno de estos eventos durante el intraoperatorio se volvieron a realizar mediciones de la función diastólica y, al finalizar la cirugía, se realizó una determinación definida como «final» del patrón de llene diastólico mitral.

Para análisis estadístico se utilizó *software* STATA 5.0. (TX, 86754). Se realizó análisis de varianza; los datos no paramétricos se analizaron usando el test de Kruskal-Wallis. La asociación entre eventos hemodinámicos y los valores de doppler diastólico se analizaron utilizando el modelo de regresión lineal de variables múltiples. Se definió un $p < 0,05$ como estadísticamente significativo.

RESULTADOS

Se estudió un total de 58 pacientes adultos, 39 hombres y 19 mujeres. La edad promedio fue de 68 ± 12 años (DE). El tipo de cirugía a la que fueron sometidos fue en 62% de abdomen, 25% ortopédica y 12% de tórax.

Sólo 14 pacientes tuvieron función diastólica con un patrón normal, los otros 44 (76%) tenían algún tipo de disfunción diastólica, pero ambos grupos fueron comparables en sus características (Tabla 1). El tipo de compromiso de la diástole fue en 26 enfermos con alteración de relajación, 16 con patrón de pseudonormalización y en 2 casos con patrón de tipo restrictivo (Tabla 2).

La indicación para realizar ETE fue en su mayoría a pacientes portadores de cardiopatía coronaria (72%), manteniéndose este alto porcentaje en el

Tabla 1. Características de la población

	Normal (n =14)	Anormal (n=44)		
		Relajación (n =26)	Pseudonormal (n =16)	Restrictivo (n =2)
Edad (años)	69±11	67±12	68±11	67±11
Peso (kilos)	65±9	65±11	66±12	65±8
Talla (cm)	166±14	167±12	165±14	167±11
Género (H/M)	10 H 4 M	18 H 8 M	10 H 6 M	1 H 1 M

Valores promedio ± DE.

Tabla 2. Variables ecocardiográficas intraoperatorias de pacientes con función diastólica normal y anormal

	Normal (n=14)	Relajación (n=26)	Anormal (n=44) Pseudonormal (n=16)	Restrictivo (n=2)	valor p
E (cm/s)	76±12	61±11*	72±13	101±11*	*<0,01
A (cm/s)	52±8	72±14*	63±10	62±8	*<0,01
E/A	1,2	0,8*	1,3	1,8*	*<0,01
Dt (ms)	198	270*	189	157*	*<0,01
FE (%)	55%	50%	55%	50%	0,81

*Valores de p al comparar con el valor normal.

grupo de pacientes con diástole normal y los con disfunción diastólica. Le siguió como indicación de ETE intraoperatoria la presencia de una valvulopatía moderada a severa, estenosis aórtica (4,6%), insuficiencia mitral (1,7%) e insuficiencia aórtica (1,4%). Hubo tres pacientes portadores de FE <30% y dos enfermos portadores de hipertensión pulmonar.

No se encontró correlación entre la función diastólica y la función sistólica intraoperatoria. La incidencia de eventos hemodinámicos intraoperatorios y postoperatorios se correlacionó en forma directa con la presencia de disfunción diastólica. Los eventos hemodinámicos intraoperatorios que ocurrieron con mayor frecuencia fueron hipertensión e hipotensión, registrándose 82% de hipotensión en los casos de disfunción diastólica versus 16% de los pacientes con función diastólica normal. En el manejo de la hipotensión se requirió sólo de aporte de cristaloides (300 ml) en 32% de los eventos que

se presentaron, con igual distribución en el grupo con diástole normal y en el grupo con disfunción diastólica. En 61% de los eventos de hipotensión se requirió de la administración de cristaloides 600 ml y además de 2 bolos de efedrina de 6 mg cada uno, presentando casi todos los pacientes algún grado de disfunción diastólica (97%). Sólo en 6% de los eventos se requirió de administración de volumen, 2 bolos de efedrina y del inicio de infusión de drogas vasoactivas (dobutamina), todos estos pacientes ubicados en el grupo con disfunción diastólica.

La hipertensión no se correlacionó con el grado de disfunción diastólica (Tabla 3).

La incidencia de eventos isquémicos intraoperatorios fue muy baja, sólo dos casos presentaron alteración segmentaria de la motilidad miocárdica compatible con isquemia miocárdica, no existiendo relación con el grado de disfunción diastólica intraoperatoria.

Tabla 3. Porcentaje de eventos hemodinámicos intraoperatorios y postoperatorios en pacientes con función diastólica normal y anormal

	Normal (n =14)	Relajación (n=26)	Anormal (n =44) Pseudonormal (n=16)	Restrictivo (n=2)	p
Hipotensión intraoperatoria (mmHg)	16%	23%	36%*	25%*	<0,05
Hipertensión intraoperatoria (mmHg)	11%	30%*	33%*	26%*	<0,05
Oligoanuria postoperatoria (ml/h)	3%	13%*	11%*	8%	<0,05

*Valores de p al comparar con el valor normal.

En la evolución postoperatoria, los pacientes con disfunción diastólica tuvieron mayor incidencia global de eventos hemodinámicos comparados con el grupo de pacientes con diástole normal. El mayor número de eventos ocurridos fueron la hipotensión y la oligoanuria, que tuvieron similar distribución entre los tres grupos de pacientes con disfunción de la diástole. No hubo eventos isquémicos postoperatorios. La presencia de congestión pulmonar se registró en 4 casos, dos de ellos con patrón de alteración de relajación y los otros dos en el grupo con patrón de pseudonormalización. Hubo dos casos de íleo postoperatorio y uno de ellos se ubicó en el grupo con alteración de la relajación y el otro en el grupo de disfunción con patrón restrictivo.

DISCUSIÓN

Nuestros resultados muestran que la presencia de disfunción diastólica se correlaciona con eventos hemodinámicos, tanto durante el intraoperatorio como en el postoperatorio. El patrón de disfunción diastólica, eso sí, no tendría relación con el número de eventos a detectar. Conocer si la diástole ventricular izquierda está normal o alterada será fundamental para el anestesiólogo al momento de indicar la reposición de los volúmenes y de los fármacos vasoactivos en pacientes complejos. La diástole no es un fenómeno pasivo entre dos sístoles sino que, por el contrario, se trata de un fenómeno activo que consume energía, y en el que están interrelacionados relajación ventricular, distensibilidad y función sistólica. Se trata de un proceso activo en el que las miofibrillas vuelven a su longitud inicial. Para entender mejor la función diastólica debe conocerse el concepto de *compliance*, que ha sido definida como el cambio de volumen en relación a los cambios de presión y que fisiológicamente corresponde al flujo de sangre desde la AI hacia el VI a través de la válvula mitral. Para que esto ocurra, existe un número importante de interacciones entre diferentes mecanismos como la relajación VI y fuerzas viscoelásticas del miocardio. La disfunción diastólica se define como la incapacidad del VI de llenarse a presiones bajas debido a alteraciones de la relajación del VI o de su *compliance*. Cuando existe disfunción diastólica, ya desde las fases iniciales se compromete el llene

rápido, que es compensado con un aumento del volumen de cada sístole auricular. Como consecuencia de la alteración de alguno de estos mecanismos es que se producen un mayor número de eventos hemodinámicos, es decir, se trata de un corazón que frente a pequeños cambios de sus volúmenes, puede generar grandes variaciones de sus presiones. Clínicamente esto se traduce en cambios bruscos del débito cardíaco, con mal manejo de la volemia que llevará a complicaciones intraoperatorias como hipertensión, hipotensión y alteraciones en la motilidad segmentaria. También en el postoperatorio existirá dificultad en el manejo de los volúmenes, lo que se evidenciará por oligoanuria, congestión pulmonar e íleo postoperatorio. Actualmente la ETE representa el único monitor disponible en el intraoperatorio con que puede estimarse la función diastólica¹⁰⁻¹³. Sin embargo, se discute la validez de las mediciones realizadas con Doppler a nivel mitral. Esto se debe a que varios factores inciden en sus valores como la volemia y la frecuencia cardíaca. En la actualidad se dispone de mejores métodos para evaluar la diástole y es utilizando Doppler tisular o Doppler color modo-M. Sus principales ventajas están en que son más independientes de la volemia. Utilizando esta tecnología, los resultados podrían ser más acuciosos y confiables¹⁴⁻¹⁶. Otro punto importante a considerar es que con la edad, el patrón diastólico va presentando cambios característicos que ya han sido bien estudiados y establecidos. En esta serie de pacientes se consideró la edad para ajustar los valores normales de la onda E y A para definir si existía o no una disfunción diastólica^{17,18}. Otra limitante de este estudio es que no se correlacionó la función diastólica preoperatoria con los hallazgos del intraoperatorio. Esto se debió a que no todos los pacientes tenían ecografía de superficie preoperatoria y en los pacientes que sí la tenían, algunos estudios eran de calidad regular. Se planea en el futuro investigar este tópico. A pesar de las limitaciones que puedan tener estos resultados su significado clínico es alto, ya que se presenta la diástole como un factor a evaluar que en la actualidad es poco considerado por los anestesiólogos. Finalmente, otro punto muy importante a tener presente es que la función sistólica no es el único parámetro a estudiar, ya que como aquí se demuestra no se correlaciona con el grado de disfunción diastólica.

En conclusión, la diástole es un fenómeno dinámico que depende en forma estrecha de la fisiopatología miocárdica. Su real importancia en el intraoperatorio está aún por definirse, dadas las implicancias clínicas, terapéuticas y pronósticas que puede tener. El estudio de la función diastólica en anestesiología puede tener especial relevancia, ya que se trata de un fenómeno que explica una

inestabilidad hemodinámica intraoperatoria. Además es de gran importancia comenzar a evaluar el tiempo diastólico como una entidad clínica particular e independiente del tiempo sistólico.

Agradecimientos

Al Dr. Jorge Urzúa, por su especial interés en el desarrollo de este tema y sus críticas constructivas.

REFERENCIAS

1. BEIQUE FA, LAVOIE J. TEE monitoring. *Can J Anaesth* 1998; 45: 919-24.
2. MISHRA M, CHAUHAN R, SHARMA KK, DHAR A, BHUE M, DHOLE S ET AL. Real-time intraoperative transesophageal echocardiography: how useful? Experience of 5,016 cases. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 1998; 12: 625-32.
3. FANSHAW M, ELLIS C, HABIB S, KONSTADT S, REICH D. A Retrospective Analysis of the Costs and Benefits Related to Alterations in Cardiac Surgery from Routine Intraoperative Transesophageal Echocardiography. *Anesth Analg* 2002; 95: 824-7.
4. KALLMEYER I, COLLARD C, FOX J, BODY S, SHERNON S. The safety of intraoperative transesophageal echocardiography: a case series of 7,200 cardiac surgical patients. *Anesth Analg* 2001; 92: 1126-30.
5. YAMADA H, GOH P, PING SUN J, ODABASHIAN J, GARCÍA M, THOMAS J, KLEIN A. Prevalence of left ventricular diastolic dysfunction by Doppler echocardiography: Clinical application of the Canadian consensus guidelines. *Am Heart J* 2003; 145: 76-8.
6. PEDERSEN F, RAYMOND I, MEHLSSEN J, ATAR D, HILDEBRANDT P. Prevalence of diastolic dysfunction as a possible cause of dyspnea in the elderly. *J Am Soc Echocardiography* 2004; 17: 87-99.
7. PHILLIP B, PASTOR D, BELLOWES M, LEUNG J. The Prevalence of Preoperative Diastolic Filling Abnormalities in Geriatric Surgical Patients. *Anesth Analg* 2003; 97: 1214-21.
8. BERNARD F, DENAULT A, BABIN D, GOYER C, COUTURE P, COUTURIER ET AL. Diastolic dysfunction is predictive of difficult weaning from cardiopulmonary bypass. *Anesth Analg* 2001; 92: 291-8.
9. THYS D, ABEL M, BOLLEN B, CAHALAN M, CURLING P, DEAN R ET AL. 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.
10. KOLEV N, BRASE R, SWANEVELDER J, OPPIZZI M, RIESGO M, VAN DER MAATEN ET AL. The influence of transoesophageal echocardiography on intraoperative decision making. A European multicentre study. European Perioperative TOE Research Group. *Anaesthesia* 1998; 53: 767-73.
11. PATERIL M. Pro: intraoperative transesophageal echocardiography is of utility in patients at high risk of adverse cardiac events undergoing noncardiac surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2004; 18: 107-9.
12. SURIANI RJ, NEUSTEIN S, SHORE-LESSERSON L, KONSTADT S. Intraoperative transesophageal echocardiography during noncardiac surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 1998; 12: 274-80.
13. COUTURE P, DENAULT AY, MCKENTY S, PLANT R, BABIN D, BUTHIEU J ET AL. Impact of routine use of intraoperative transesophageal echocardiography during cardiac surgery. *Can J Anesth* 2000; 47: 20-6.
14. AURIGEMMA G, ZILE M, GAASCH W. Lack of relationship between doppler indices of diastolic function and left ventricular pressure transients in patients with definitive diastolic heart failure. *Am Heart J* 2004; 148: E12.
15. MAURER M, SPEVACK D, BURKHOFF D, KRONZON I. Diastolic dysfunction can it be diagnosed by Doppler echocardiography? *J Am Coll Cardiol* 2004; 44: 1543-9.
16. DE BOECK B, CRAMER M, OH J, VAN DER AA, JAARSMA W. Spectral pulsed tissue Doppler imaging in diastole: a tool to increase our insight in and assessment of diastolic relaxation of the left ventricle. *Am Heart J* 2003; 146: 411-19.
17. PALMIERI V, AREZZI E, SABATELLA M, CELENTANO A. Interstudy reproducibility of parameters of left ventricular diastolic function: a Doppler echocardiography study. *J Am Soc Echocardiography* 2003; 16: 65-8.
18. KHOURI S, MALY G, SUH D, WALSH T. A practical approach to the echocardiographic evaluation of diastolic function. *Am J Cardiol* 2004; 94: 123-34.