

## Revisión de tema

# Ecocardiografía transesofágica intraoperatoria

María Carolina Cabrera Schulmeyer\*

### RESUMEN

La ecocardiografía transesofágica intraoperatoria es un monitor mínimamente invasivo. En la actualidad es la técnica de imágenes más importante disponible para el anestesiólogo para la monitorización hemodinámica intraoperatoria, tanto para pacientes sometidos a cirugía cardíaca como no cardíaca. El objetivo de la presente revisión es describir las principales visiones anatómicas y revisar las mediciones hemodinámicas que se pueden realizar con la ecocardiografía transesofágica intraoperatoria. Se discuten además sus indicaciones y utilidad clínica para así demostrar la factibilidad de la técnica durante el periodo intraoperatorio. *MÉDICAS UIS* 2006;19(2):137-42.

Palabras clave: Ecocardiografía, Ecocardiografía transesofágica intraoperatoria, Monitorización hemodinámica.

### INTRODUCCIÓN

Un avance muy significativo en monitorización hemodinámica intraoperatoria para los anestesiólogos, ha sido la introducción de la Ecocardiografía Transesofágica (ETE). Desde la utilización de la ETE hace más de 20 años durante cardiocirugías sus indicaciones y utilidades se han difundido rápidamente a cirugías no cardíacas, al cuidado intensivo y de urgencia<sup>1-6</sup>. La ETE es el sistema de imágenes más importante disponible para los anestesiólogos que permite la monitorización cuantitativa y cualitativa del corazón con una baja tasa de complicaciones que permite vigilar y guiar terapias en forma fisiológica<sup>7</sup>. Dada la cercanía del esófago con el corazón las imágenes que se obtienen son de excelente calidad.

La evidencia respalda su eficiencia en la respuesta a preguntas concretas en pacientes inestables o con alto riesgo de eventos cardíacos adversos, entregando un amplio *set* de datos anatómicos y hemodinámicos útiles para evaluar los mecanismos básicos de Frank y Starling sobre la fisiología cardíaca: precarga, contractilidad y postcarga<sup>8,9</sup>. El objetivo principal de esta revisión es sistematizar las características anatómicas de las visiones ecocardiográficas, describir las principales medi-

ciones hemodinámicas que se pueden realizar y su utilización clínica durante el intraoperatorio.

### HERRAMIENTAS DEL ECOCARDIÓGRAFO

#### TRANSDUCTOR

Tiene una longitud de 120 cm de largo y aproximadamente 2 cm de diámetro. En la actualidad el sistema que más se utiliza es el transductor multiplanar con el que se obtienen las imágenes realizando movimientos de rotación a derecha o izquierda, 0° y 180° y movimientos de ante y retroflexión.

#### MÁQUINA

La ecocardiografía se basa en el principio físico de la reflexión del sonido en los tejidos. Para lo cual cuenta con cristales piezoeléctricos que emiten y captan las señales mecánicas transformándolas en ondas eléctricas, cuando una onda sonora llega a una interfase entre dos medios con diferente impedancia acústica, la onda es reflejada y transmitida parcialmente. La parte de la onda sonora que retorna al transductor es la reflejada y corresponde a lo que se denomina eco.

Existen cuatro formas de estudio: el modo monodimensional, bidimensional, *Doppler* y *Doppler* tisular. El modo monodimensional fue la primera forma de trabajo y consiste en la visualización de un área de estudio a través de un corte transversal. El modo bidimensional permite visualizar imágenes bidimensionales en tiempo real. En el modo *Doppler*, basándose en este principio,

\* MD Anestesióloga. Profesora asociada de Anestesiología. Universidad de Valparaíso. Chile. Hospital Clínico Fuerza Aérea de Chile. Chile

Correspondencia: Dra. Cabrera, Fernandez Mira 796, Las Condes, Santiago de Chile, Chile. e-mail: carol218@vtr.net.

Artículo recibido el 22 de julio de 2005 y aceptado para publicación el 5 de Abril de 2006

es posible conocer la velocidad de los glóbulos rojos y las gradientes que se generan entre las distintas cavidades cardíacas.

Existen tres modalidades *Doppler*: color, pulsado y continuo. El primero atribuye colores a los flujos y velocidades de manera característica, los azules se alejan del transductor y los rojos se acercan a él; el *Doppler* pulsado consiste en la emisión de un pulso de ecos que van a una región específica a la que se le quiere medir su velocidad, esta respuesta es captada por el mismo cristal que los emitió, su limitante es que no puede medir altas velocidades; en el *Doppler* continuo un cristal emite y otro cristal capta las señales del sonido sin discriminar sitio de origen, pero permitiendo evaluar altas velocidades.

Con las velocidades así obtenidas es posible estimar valores de gradientes de presión entre dos cavidades, utilizando la fórmula de Bernoulli modificada:

$$P = 4 \times v^2$$

P = presión  
v = velocidad

Finalmente, el modo *Doppler* tisular realiza el estudio de los flujos intramiocárdicos y permite evaluar bien la función sistólica y diastólica, pero sólo los equipos más modernos cuentan con él.

**ANATOMÍA E IMÁGENES**

Está bien protocolizado en la literatura médica el examen ecocardiográfico normal. Schanewise y cols. publicaron un resumen de consenso con las principales recomendaciones<sup>10,11</sup>.

En esta revisión se priorizará en aquellas imágenes que son posibles de obtener con ETE intraoperatorio de mayor utilidad para la evaluación general e inicial de la función cardiovascular.

**EJE CORTO TRANSGÁSTRICO**

Es posible visualizar en un eje corto el ventrículo izquierdo a 0° al ingresar al estómago 40 cm desde la arcada dentaria (Figura 1). A nivel de los músculos papilares se monitoriza isquemia, ya que en esta zona las tres arterias coronarias mayores tienen territorios que las representan.

**CUATRO CÁMARAS**

Retirando el transductor a 34 o 37 cm, desde el esófago medio se obtienen imágenes de las cuatro cámaras que es la mejor posición para el estudio de la válvula mitral y su aparato subvalvular. A este nivel se observa bien el ventrículo derecho y la válvula tricúspide (Figura 2).

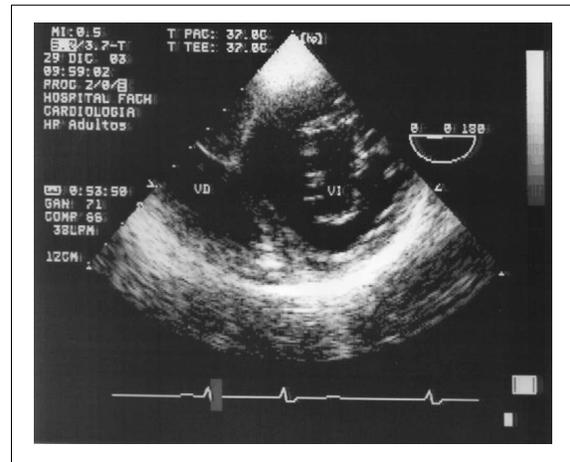


Figura 1. Imagen de eje corto transgástrico. VI : Ventrículo Izquierdo, VD: Ventrículo Derecho.

**VÁLVULA AÓRTICA**

La válvula aórtica se ubica alrededor de los 32 cm de la arcada dentaria, es semilunar y tiene tres velos; el transductor se ajusta a 30° y 60° de manera que permita observar los tres velos. En esta visión se puede evaluar el tabique interauricular, la válvula tricúspide y el ventrículo derecho (Figura 3).

**EVALUACIÓN HEMODINÁMICA**

**PRECARGA**

La precarga se define como la longitud de la fibra miocárdica al final de la diástole ventricular y corresponde entonces al volumen de fin de diástole que se mide con ETE bidimensional. El área a nivel de los músculos papilares es la región donde más frecuentemente se

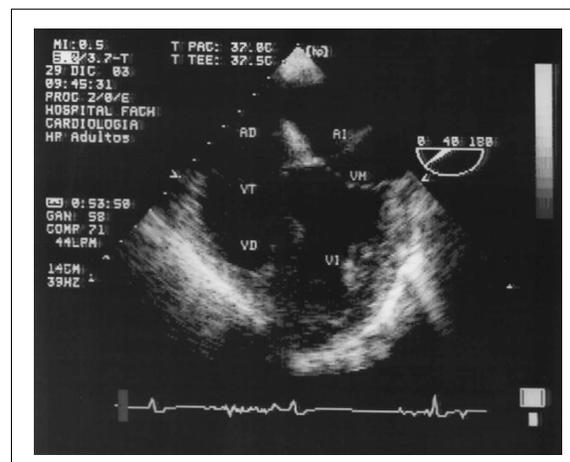
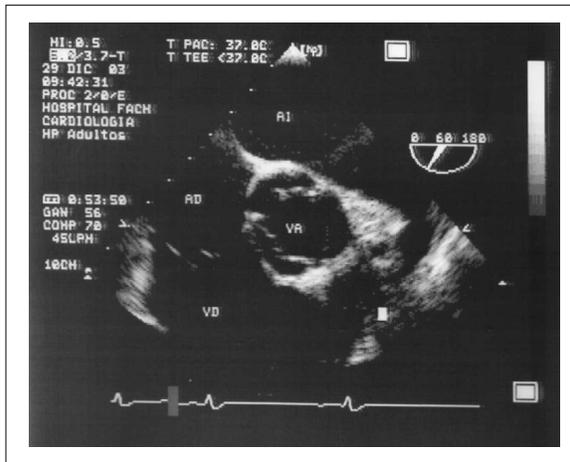


Figura 2. Imagen del esófago medio que corresponde a cuatro cámaras. AD: Aurícula Derecha, AI: Aurícula Izquierda, VD: Ventrículo Derecho, VI: Ventrículo Izquierdo, VT: Válvula Tricúspide, VM: Válvula Mitral.



**Figura 3. Imagen de válvula aórtica desde esófago medio.**  
AI: Aurícula Izquierda, AD: Aurícula Derecha, VD: Ventrículo Derecho, VA: Válvula Aórtica.

evalúa para estandarizar los valores. Además se ha demostrado que el 80% del volumen de eyección se expulsa por la contracción de estos músculos a este nivel<sup>12</sup>.

#### MEDICIÓN DE LA PRESIÓN DE LA ARTERIA PULMONAR

La forma es medir la presión de la arteria pulmonar usando *Doppler* y las mediciones se basan en el principio de Bernoulli para convertir velocidades en gradientes de presión. El lugar donde estimar las velocidades es a nivel de la válvula tricúspide ya que la mayoría de los pacientes en forma normal tienen reflujo tricúspideo. Se identifica con *Doppler* color el chorro regurgitante y se mide su velocidad pico<sup>13</sup>. En una serie de 38 casos se evaluó la correlación de ésta medición con catéter de Arteria Pulmonar (AP) y se determinó un coeficiente de correlación (r) de 0.92<sup>14</sup>.

La presión sistólica de la AP se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{Presión sistólica AP} = 4 \times \text{velocidad máxima}^2 + \text{PVC (m/seg.)}$$

$$\text{PVC} = \text{Pulso Venoso del Cuello}$$

Siendo de más de 5 mmHg cuando el pulso venoso del cuello es normal, de más de 10 mmHg cuando el pulso venoso llega a la mitad de la vena yugular y de más de 15 mmHg cuando el pulso venoso se pierde bajo el lóbulo de la oreja

#### CONTRACTILIDAD

Se define como el grado de activación de los miofilamentos dependiente del ión calcio que se expresa mecánicamente por la capacidad del miocardio de producir

fuerza y velocidad de acortamiento para una determinada precarga y postcarga.

A mayor contractilidad existirá una mayor velocidad de acortamiento de la fibra muscular. Esta apreciación puede hacerse al observar como se contrae el corazón en la visión directa con ETE, aunque es subjetivo se acerca bastante a la realidad en la mayoría de los casos<sup>15-7</sup>. La forma más objetiva de evaluación corresponde a la determinación de la Fracción de Eyección (FE) a nivel de eje corto transgástrico que se calcula con la fórmula:

$$\text{FE\%} = \frac{\text{VDF} - \text{VSF}}{\text{VDF}} \times 100$$

VDF = volumen diastólico final  
VSF = volumen sistólico final

#### POSTCARGA

Se define como la fuerza que se opone al acortamiento en cada contracción y corresponde al estrés de la pared durante la expulsión. La forma actual de evaluarla es calculando la resistencia vascular sistémica, pero éste parámetro asume al corazón como una bomba no pulsátil. La mejor estimación de la postcarga se obtiene entonces midiendo estrés meridional de pared que incorpora dimensiones ventriculares, presión y grosor de la pared. Lo fundamental de la evaluación de este parámetro es que se relaciona en forma directa con el consumo de oxígeno miocárdico. La fórmula para calcularlo es:

$$\text{Estrés de pared} = 0,33 \times 0,33 \times \{ (\text{PSVI} \times d / 3T (1+T/D)) \}$$

PSVI: Presión Sistólica final del Ventrículo Izquierdo  
(se reemplaza por presión sistólica sistémica)  
D: Diámetro  
T=engrosamiento de pared posterior al final de sístole

#### FUNCIÓN DIASTÓLICA

Mención especial merece la evaluación de la diástole, ya que la ETE es el único monitor en uso clínico que permite su estudio<sup>18</sup>. Para conocer la función diastólica del Ventrículo Izquierdo (VI) se usa *Doppler* pulsado a través de la válvula mitral donde se obtienen dos ondas (Figura 4). La primera onda 'E' corresponde al llenado pasivo del VI y su valor normal es de 0,8 m/s, la onda siguiente es la onda 'A' que corresponde al llenado activo producido por la contracción auricular y su valor normal es de 0,4 m/s.

#### GASTO CARDIACO

El Gasto Cardíaco (GC) es igual al producto de la frecuencia cardiaca por el volumen expulsivo. El volumen expulsivo a su vez está determinado por la interacción de los tres factores antes revisados; precarga, postcarga y contractilidad.

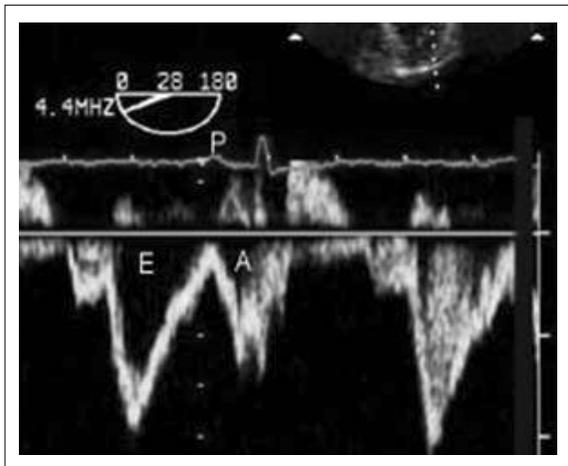


Figura 4. Doppler pulsado transmitral normal. La onda E representa el llenado diastólico temprano del ventrículo izquierdo y la onda A representa la contracción auricular. La relación E/A es mayor que 1, lo que es normal.

Con ETE se puede realizar medición de GC con métodos basados en mediciones con Doppler. El GC se mide a nivel del tracto de salida del VI, a nivel de eje transgástrico profundo. En esta posición se mide la velocidad del tracto de salida y se calcula su integral Integral Tiempo/Velocidad (ITV). La medición del diámetro del tracto de salida para calcular su área se realiza a nivel del esófago medio en imagen de cuatro cámaras. Al multiplicar el área por ITV se obtiene el volumen expulsivo del VI y por la frecuencia cardíaca se obtiene el GC. Perrino y cols. validaron sus mediciones obteniendo una buena correlación de GC medido a nivel del tracto de salida del VI con técnica de termodilución<sup>19,20</sup>.

Cuando no es posible calcular el GC en el tracto de salida se puede medir a nivel de la válvula mitral que es una visión fácil de obtener. Primero se mide la ITV mitral realizando un trazado de la onda E. Luego se mide el área mitral a nivel de eje transgástrico realizando una planimetría de su área. El producto de estos dos valores es el volumen expulsivo mitral que multiplicándolo por la frecuencia cardíaca se obtiene el GC. En una serie de 34 casos se demostró una buena correlación con termodilución<sup>21</sup>.

### INDICACIONES Y USO CLÍNICO DIARIO

Lo importante de esta técnica es adecuarla a la práctica diaria del servicio de anestesia para que sea realmente útil. Las indicaciones de ETE fueron divididas en tres categorías según las guías prácticas del consenso realizado por las sociedades de Anestesiología y Anestesia Cardiovascular Norteamericanas del año 1996 (Tabla 1). La formulación de guías clínicas permite actualizarlas en la medida que aumente la investigación y la experiencia<sup>22-4</sup>.

Ha sido bastante difícil objetivar la utilidad de éste sistema de monitorización, ya que se trata de pacientes críticos donde el manejo y terapias son diferentes en cada uno de ellos. Se ha protocolizado la experiencia clínica y evaluado la utilidad de ETE en cada caso de estos. Dos estudios con 264 pacientes adultos (edad promedio 65 años) fueron monitorizados entre marzo de 1999 y octubre de 2003, 58% se monitorizó durante cirugía no cardíaca, 42% durante cardiocirugía. La duración de la monitorización fue en promedio  $46 \pm 12$  min en el caso de cirugía no cardíaca y de  $65 \pm 16$  min en el caso de cardiocirugía<sup>25,26</sup>.

En todos los casos se logró insertar el transductor y obtener visiones satisfactorias que permitieron manejar al paciente. En 11% de los casos no fue posible obtener una visión transgástrica adecuada.

### MONITORIZACIÓN DURANTE CARDIOCIRUGÍAS

Se evaluó enfermos con diferentes diagnósticos. La revascularización miocárdica fue lo más frecuente. Los pacientes monitorizados fueron aquellos con una FE menor del 30%, con infarto agudo de miocardio en evolución, isquémicos severos o revascularización miocárdica sin circulación extracorpórea.

En el caso de plastías mitrales y recambios valvulares, todos se evaluaron con ETE durante su intraoperatorio. A las disecciones de aorta se les realizó la primera ETE en el preoperatorio y todas se monitorizaron en el intraoperatorio<sup>25</sup>.

### MONITORIZACIÓN DURANTE CIRUGÍA NO CARDIACA

Los 153 pacientes sometidos a cirugías no cardíacas y que se monitorizaron con ETE durante su intraoperatorio fueron pacientes sometidos a diferentes tipos de cirugías, como colectomías, prostatectomías, aneurisma de aorta abdominal y toracotomías.

Las causas para monitorizar con ETE correspondieron en la gran mayoría (41%) a pacientes para la detección de isquemia intraoperatoria, le siguieron como causa las alteraciones hemodinámicas severas (12%) y cirugías con grandes cambios de volumen (11%). Otros motivos para monitorizar fueron para la detección de embolias durante cirugías traumatológicas, abdominales o neurocirugías en posición sentada<sup>26</sup>.

### DESARROLLO, ORGANIZACIÓN E IMPLEMENTACIÓN

En la organización y desarrollo de este sistema se debe considerar que es una tecnología de imágenes, por lo tanto dependiente del operador y es importante tener

**Tabla 1. Recomendaciones de ecocardiografía transesofágica perioperatoria de las Sociedades Americanas de Anestesiología y Cardiología (Adaptado de Anesthesiology 1996, (84):984-1006)**

**Categoría I: (Fuerte evidencia científica y en opinión de expertos su uso permite mejorar el pronóstico de estos pacientes)**

Alteraciones hemodinámicas severas y refractarias  
 Reparación de válvulas  
 Cirugía cardíaca para reparaciones congénitas  
 Endocarditis  
 Disección aórtica torácica  
 Aneurisma de aorta torácica  
 Ventanas pericárdicas  
 Cardiomiopatía hipertrófica

**Categoría II: (Evidencia más débil respecto a sus beneficios y sin consenso entre los expertos, pero su indicación y beneficios dependerán de cada caso).**

Paciente con riesgo de isquemia o infarto miocárdico  
 Paciente con riesgo de grandes cambios hemodinámicos perioperatorios  
 Reemplazo valvular  
 Detección de embolia aérea durante cardiomiomías y neurocirugía en posición sentada  
 Sospecha de trauma cardíaco  
 Sospecha de disección traumática de la aorta  
 Trombectomía intracardíaca  
 Embolectomía pulmonar  
 Detección de cuerpos extraños intracardíacos  
 Evaluación de cirugía pericárdica  
 Detección de ateromas aórticos  
 Evaluación de anastomosis en trasplante cardíaco o pulmonar

**Categoría III: (Poca evidencia científica que avale su uso, poco frecuente que mejore el pronóstico en estos pacientes)**

Evaluación de perfusión miocárdica  
 Monitorización de la administración de fármacos cardiopléjicos  
 Evaluación de la anatomía coronaria  
 Evaluación del funcionamiento de puentes coronarios  
 Monitorización de embolia durante cirugías ortopédicas  
 Evaluación de patología pleuropulmonar  
 Monitorización de la instalación de un balón de contrapulsación

uno o dos anestesiólogos con una buena formación en cada grupo de trabajo. Además el grupo debe conocer a fondo las indicaciones y contraindicaciones, de manera que se pueda realizar ETE en forma programada. En las guías norteamericanas y europeas se propone un nivel básico y avanzado de conocimiento, con un número mínimo de exámenes realizados en cada nivel<sup>27-9</sup>. En el nivel básico el anestesiólogo debe ser capaz de reconocer todas las estructuras cardíacas, diagnosticar isquemia miocárdica, evaluar la hemodinamia y función ventricular. Se recomienda para esto un mínimo de 150

exámenes. Es muy importante que sepa reconocer sus limitaciones, no aventurar diagnósticos y solicitar ayuda precozmente. En la etapa más avanzada debe además, manejar *Doppler* para mediciones de gradientes y áreas, diagnosticar disección de aorta, endocarditis y trombos y para esto se requiere de al menos 300 exámenes.

Los nuevos desafíos de la ETE incluyen una gran cantidad de áreas, en cardiocirugía durante la instalación de endoprótesis, ya la ETE en experiencias iniciales ha demostrado su utilidad<sup>1,30</sup>, durante cirugías mínimamente invasivas de revascularización y valvulares puede mostrar precozmente los resultados de ésta y con manipulación farmacológica<sup>32-4</sup>, evaluar diferentes estados hemodinámicos. Otra estructura a evaluar y a conocer es el ventrículo derecho, que probablemente explique y participe en la función cardiovascular en forma más activa a lo considerado actualmente<sup>35</sup>.

En la cirugía no cardíaca es donde probablemente va a existir mayor desarrollo y consolidación de la técnica a futuro<sup>36</sup>. En el trauma agudo y monitorización de maniobras de resucitación cardiopulmonar ha demostrado ser una herramienta efectiva<sup>37</sup>. En el manejo perioperatorio de cirugía ortopédica compleja<sup>38</sup>, es un monitor que precozmente diagnostica embolizaciones, también en cirugías de alto riesgo, como se ha evidenciado en nuestra experiencia<sup>39,40</sup>.

Pero también es importante considerar sus desventajas, como el alto costo de equipamiento e imposibilidad para monitorizar los periodos de intubación y extubación. Otra restricción de tipo técnico se plantea en cuanto a la imposibilidad de mantenerlo en forma continuada durante el postoperatorio, por ser muy mal tolerado por el paciente. En el futuro éste problema debe solucionarse con transductores transnasales.

## CONCLUSIONES

La ETE es una herramienta de monitorización moderna que justifica ampliamente el costo económico de su implementación, ya que permite enfrentar con seguridad y certeza al paciente complejo.

## SUMMARY

### **Intraoperative transesophageal echocardiography.**

Transesophageal echocardiography is a minimally invasive cardiovascular monitor and is currently the most important imaging tool available for anesthesiologists for intraoperative hemodynamic assessment in patients undergoing cardiac and noncardiac surgery. The objective of the present revision is to describe the anatomical views and the most important hemodynamics measures that can be done.

The indications and clinical utility were also discussed in order to demonstrate the feasibility of the technique during the intraoperative period.

MÉDICAS UIS 2006;19(2):137-42.

**KEY WORDS:** Echocardiography. Intraoperative transesophageal echocardiography. Hemodynamic monitoring .

## BIBLIOGRAFÍA

1. Couture P, Denault AY, McKenty S, Carignan S, Ruel M. Impact of routine use of intraoperative transesophageal echocardiography during cardiac surgery. *Can J Anesth* 2000;47:20-6.
2. Fenshawe M, Ellis C, Habib S, Konstadt S, Reid 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.
3. Suriani RJ, Neustein S, Shore-Lesserson L, Konstadt S. Intraoperative transesophageal echocardiography during noncardiac surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 1998;12:274-80.
4. McLean AS. Transesophageal echocardiography in the intensive care unit. *Anaesth Intensive Care* 1998;26:22-5.
5. The Task Force on Echocardiography in Emergency Medicine of the American Society of Echocardiography and the Echocardiography and Technology and Practice Executive Committees of the American College of Cardiology. Echocardiography in emergency medicine: a policy statement by the American Society of Echocardiography and the American College of Cardiology. *J Am Coll Cardiol* 1999;33:586-8.
6. Kolev N, Brase R, Swanevelde J, Opizzi M, Riesgo M, Abiaid M, et al. The influence of transesophageal echocardiography on intra-operative decision making. A European multicentre study. *European Perioperative TOE Research Group. Anesthesia* 1998;53:767-73.
7. Kallmeyer I. The safety of intraoperative transesophageal echocardiography: a case series of 7200 cardiac surgical patients. *Anesth Analg* 2001;92:1126-30.
8. Mishra M, Chauhan R, Sharma KK, Dhar A, Bhise 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.
9. Tousignant C, Walsh F, Mazer D. The Use of Transesophageal echocardiography for preload assessment in critically ill patients. *Anesth Analg* 2000;90:351-6.
10. Shanewise JS, Cheung AT, Aronson S, Stewart W, Weiss R, Mark J, et al. ASE/SCA guidelines for performing a comprehensive intraoperative multiplane transesophageal echocardiography examination: Recommendations of the American Society of Echocardiography Council for Intraoperative Echocardiography and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists Task Force for Certification in Perioperative Transesophageal Echocardiography. *Anesth Analg* 1999;89:884-900.
11. Martin R. New. Upgraded echocardiography guidelines. *J Am Soc Echocardiogr* 2003;16:A19.
12. Beique FA, Lavoie J. TEE monitoring. *Can J Anaesth* 1998;45:919-24.
13. Shinji K, Hiroshi K, Katsuya T, Junpei N, Shuzo O. Pulmonary arterial pressure can be estimated by transesophageal pulsed doppler echocardiography. *Anesth Analg* 2001;92:1364-9.
14. Cabrera MC, Santelices E, Vega R. Medición de PsAP: ETE versus Swan Ganz. *Rev Chilena Anest* 2004;33:295-8.
15. Sutton DC, Cahalan MK. Intraoperative assessment of left ventricular function with transesophageal echocardiography. *Cardiol Clin* 1993;11:389-98.
16. Thys DM, Hillel Z, Goldman ME, Hill M. A comparison of hemodynamic indices derived by invasive monitoring and two-dimensional echocardiography. *Anesthesiology* 1987;67:630-4.
17. Benjamin E, Griffin K, Leibowitz AB, Manasia A, Oropello J, Geoffroy V, et al. Real-directed transesophageal echocardiography performed by intensivists to assess left ventricular function: comparison with pulmonary artery catheterization. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 1998;12:10-5.
18. Phillip B, Pastor D, Bellows M, Leung J. The Prevalence of Preoperative Diastolic Filling Abnormalities in Geriatric Surgical Patients. *Anesth Analg* 2003;97:1214-21.
19. Perrino AC Jr, Harris SN, Luther MA. Intraoperative determination of cardiac output using multiplane transesophageal echocardiography: A comparison to thermolulution. *Anesthesiology* 1998;89:350-7.
20. Jaeggi P. Measurement of cardiac output after cardiac surgery by a new transesophageal Doppler device. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2003;17:217-20.
21. Cabrera MC, Vega R, Santelices E. Medición de GC a nivel de válvula mitral. *Rev Esp Anestesiología* 2004;51:250-4.
22. American Society of Anesthesiologists and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists Task Force on Transesophageal Echocardiography: 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.
23. Miller JP, Lambert AS, Shapiro WA, Russel I, Schiller N, Cahalan M. The adequacy of basic intraoperative transesophageal echocardiography performed by experienced anesthesiologists. *Anesth Analg* 2001;92:1103-10.
24. Morewood GH, Gallagher ME, Gaughan JP, Feder M. Current practice patterns for perioperative transesophageal echocardiography in the United States. *Anesthesiology* 2001;95:1507-12.
25. Cabrera MC, Santelices E, Hernández R. Monitorización hemodinámica intraoperatoria con ETE. *Rev Médica Chile* 2004;132:321-6.
26. Cabrera MC, Santelices E, Vega R. Monitorización con ETE durante cirugía no cardíaca. *Rev Colombiana Anest* 2004;32:121-6.
27. Cahalan MK, Abel M, Goldman M, Pearlman A, Sears P, Russel I. American Society of Echocardiography and Society of Cardiovascular Anesthesiologists task force guidelines for training in perioperative echocardiography. *Anesth Analg* 2002;94:1384-8.
28. Swanevelde J, Kneeshaw J, Chambers J, Nihoyanopolus P. Accreditation in transesophageal echocardiography: statement from the Association of Cardiothoracic Anesthetists and the British Society of Echocardiography Joint TOE Accreditation Committee. *Br J Anaesth* 2003;91:469-71.
29. Aronson S, Thys DM. Training and certification in perioperative transesophageal echocardiography: a historical perspective. *Anesth Analg* 2001;93:1422-7.
30. Brandt RR, Oh JK, Abel MD, Click RL, Orszulak TA, Seward JB. Role of emergency intraoperative transesophageal echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 1998;11:972-7.
31. Thys DM. Echocardiography and anesthesiology successes and challenges. *Anesthesiology* 2001;95:1313-4.
32. Swaminathan M, Lineberger C, McCann R, Mathew P. The importance of intraoperative transesophageal echocardiography in endovascular repair of thoracic aortic aneurysms. *Anesth Analg* 2003;97:1566-72.
33. Secknus M, Asher C, GMS, et al. Intraoperative transesophageal echocardiography in minimally invasive cardiac valve surgery. *J Am Soc Echocardiogr* 1999;12:231-6.
34. Koch CG. What does transesophageal echocardiography add to valvular heart surgery?. *Anesthesiol Clin North America* 2003;21:587-611.
35. Maslow AD. Inotropes improve right heart function in patients undergoing aortic valve replacement for aortic stenosis. *Anesth Analg* 2004;98:891-902.
36. Patteril 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.
37. Brandt RR, Oh JK, Abel MD, Click RL, Orszulak TA, Seward JB. Role of emergency intraoperative transesophageal echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 1998;11:972-7.
38. Nazon D. Critical care in orthopedic and spine surgery. *Crit Care Clin* 2003;19:33-5.
39. Cabrera MC, Santelices E, Vega R y Lehedú M. Embolización masiva en cirugía de cadera diagnosticada por ETE, caso clínico. *Rev. Chil. Anestesia*, 2003;32:142-54.
40. Cabrera MC, Mertz V, Schmied S. Embolia aérea durante hepatectomía diagnosticada por ETE. *Rev Chil Anestesia* 2003;32:231-4.