

Monitorización Intraoperatoria con ecocardiografía Transesofágica en Cirugía Cardíaca

Carlos Galhardo Júnior, TSA ¹, Eduardo Souza Leal Botelho ², Luis Antonio dos Santos Diego, TSA ³

Resumen: Galhardo Jr C, Botelho ESL, Diego LAS – Monitorización Intraoperatoria con Ecocardiografía Transesofágica en Cirugía Cardíaca.

Justificativa y objetivos: Desde su introducción clínica en la década del 80, la ecocardiografía transesofágica (ETE) intraoperatoria ha venido siendo uno de los mayores avances en la anestesia cardíaca moderna. Es una técnica semiinvasiva, que permite una visualización directa y rápida de la anatomía estructural del corazón y de los grandes vasos, además de aportar a la evaluación hemodinámica y funcional del sistema cardiovascular. Así, se ha convertido en un importante monitor en el auxilio diagnóstico de patologías cardíacas e intervenciones anestésico-quirúrgicas. El objetivo del artículo, es realizar una revisión abarcadora sobre la utilización de la ETE en el intraoperatorio de cirugía cardíaca.

Contenido: El artículo aborda algunos aspectos relacionados con la física del ultrasonido, con las técnicas para la obtención de las imágenes, los cortes ecocardiográficos más utilizados en el intraoperatorio, las indicaciones y las principales aplicaciones clínicas del método, además de las contraindicaciones y complicaciones.

Conclusiones: La ETE intraoperatoria es un método de monitorización cardiovascular seguro y útil en la formulación del plan quirúrgico, en la orientación de intervenciones hemodinámicas y en la evaluación inmediata del resultado operatorio. El anestesiólogo, una vez habilitado para la utilización del método, amplía su rol en el contexto de la medicina perioperatoria, suministrando informaciones clínicas que son imprescindibles para la consecución del acto anestésico quirúrgico en cirugía cardíaca.

Descriptor: CIRUGÍA, Cardíaca, Cuidados preoperatorios; EXAMENES DIAGNÓSTICOS: Ecocardiografía transesofágica; MONITORIZACIÓN.

[Rev Bras Anesthesiol 2011;61(4): 270-279] ©Elsevier Editora Ltda.

INTRODUCCIÓN

La introducción de la ecocardiografía transesofágica (ETE), en quirófano representó un gran avance en la monitorización cardiovascular, siendo utilizada como rutina en varios centros de cirugía cardíaca. Esa técnica permite una visualización directa y rápida de la anatomía estructural del corazón y de los grandes vasos, además de aportar a la evaluación hemodinámica y funcional del sistema cardiovascular. En los últimos años, con la mejoría en la generación y resolución de las imágenes acústicas y con la portabilidad de los aparatos, la ETE se ha convertido en un importante método para el rápido diagnóstico de la isquemia miocárdica, en la adecuación de las reparaciones y de los cambios valvulares, en la determinación de los disturbios hemodinámicos agudos y en

el diagnóstico de patologías no identificadas en el preoperatorio. La obtención de las informaciones en tiempo real le posibilita al cirujano corregir las reparaciones inadecuadas y prevenir o tratar las complicaciones quirúrgicas antes de que el paciente salga del quirófano, reduciendo así la necesidad de nuevas operaciones. Debido a sus beneficios, la ETE ha ocupado un papel cada vez más importante en la anestesia cardíaca moderna.

El primer relato del uso de la ecocardiografía durante una intervención quirúrgica se hizo en 1972, a través de una sonda epicárdica utilizada para la evaluación del resultado de una comisurotomía mitral ¹. En el inicio de los años 80, con el desarrollo de la sonda transesofágica, Matsumoto y col. ² empezaron a utilizar la ecocardiografía para la evaluación continua intraoperatoria de la función ventricular izquierda. Al final de la década de 80, la ETE fue beneficiada por la incorporación de la imagen de flujo colorido asociada a transductores de alta resolución. Desde aquella época, varios avances en la tecnología del ultrasonido acaecieron como por ejemplo, el apareamiento de sondas multiplanos y multifrecuencias, el procesamiento digital de las imágenes y más recientemente, la utilización del Doppler tisular y la adquisición tridimensional (3D) de las imágenes ^{3,4}. Con esos avances, el número de aplicaciones clínicas del ETE en el intraoperatorio ha aumentado y se ha difundido ampliamente. En 1993, Seward y col. ⁵, relataron una de los primeros abordajes sistemáticos de la ecocardiografía transesofágica con una sonda multiplana.

Diversos trabajos científicos han demostrado el impacto positivo de la utilización de esa técnica en la definición de la

Recibido del Instituto Nacional de Cardiologia – INC, Brasil.

1. Coordinador del Servicio de Anestesia de Adulto del INC

2. Anestesiólogo del INC y UERJ

3. Profesor Adjunto de la Universidade Federal Fluminense; Doctor en Anestesiología UNESP, Botucatu – SP; Responsable del Núcleo de Enseñanza e Investigación de la División de Anestesia del INC

Artículo sometido el 27 de junio de 2010

Aprobado para su publicación el 13 de diciembre 2010

Dirección para correspondencia:

Dr. Carlos Galhardo Júnior

Rua John Kennedy 424 apto 101

Barra da Tijuca

22620-260 – Rio de Janeiro, RJ, Brasil

E-mail: cgalhardo@uol.com.br

estrategia quirúrgica, en la verificación del resultado operatorio y en la orientación de la conducta anestésica ⁶⁻⁹. Minhaj y col. ¹⁰, a través de una investigación clínica prospectiva que incluyó a 283 pacientes sometidos a la cirugía cardíaca, verificaron que la utilización de rutina de la ETE reveló nuevos hallazgos patológicos (previamente no identificados) en 1 de cada 3 pacientes, y en un 25% de los casos ocurrió una alteración de la conducta quirúrgica. Fanshawe y col. ¹¹ a través de datos preliminares sugieren que la utilización de rutina de la ETE en cirugía cardíaca es beneficiosa y reduce la morbilidad de los pacientes siendo también efectiva en su coste.

Con la expansión en la utilización de la ETE en quirófano, los anestesiólogos han buscado en entrenamiento y la capacitación para la realización del método de manera eficaz, ampliando así su actuación en el contexto de la medicina perioperatoria. En Brasil, la realización de la ecocardiografía transesofágica en el intraoperatorio de cirugía cardíaca todavía es incipiente, y restringida a algunos centros que tienen un expresivo número de procedimientos quirúrgicos. Los requisitos básicos para la correcta realización e interpretación de la técnica incluyen: un estudio de la anatomía y fisiología cardíaca, un entendimiento de los principios físicos del ultrasonido, la adquisición de la habilidad técnica para la obtención de las imágenes, la interpretación adecuada de esas imágenes, correlacionándolas con el estado hemodinámico del paciente, además del conocimiento apropiado de las indicaciones, contraindicaciones y limitaciones inherentes al método. Algunas directrices para el entrenamiento, certificación y mejoría de la calidad en ecocardiografía perioperatoria han venido siendo publicada por diversas sociedades de anestesiología ¹²⁻¹⁴.

PRINCÍPIOS BÁSICOS DEL ULTRASONIDO

Las ondas de ultrasonido son vibraciones inducidas mecánicamente que producen compresiones y rarefacciones de las moléculas de un determinado medio. Ellas se definen como siendo ondas acústicas por encima de la capacidad de detección del oído humano, o sea, por encima de 20 KHz. El ultrasonido utilizado en medicina emite frecuencias de 1 a 20 MHz. Las sondas de ETE disponibles presentan frecuencias de 5 a 7 MHz.

La ecocardiografía transesofágica consiste en la utilización de una sonda endoscópica (Figura 1), equipada con un transductor ultrasónico en la punta y dotada de un sistema de comandos que permiten la dirección del haz del ultrasonido hacia las estructuras cardíacas, después de su posicionamiento en el esófago o en el estómago. Las frecuencias de sonido se envían entonces hacia la cavidad torácica y sufren interacciones con los tejidos. Esas interacciones ocurren por fenómenos de reflexión, dispersión, refracción y/o atenuación de las ondas de ultrasonido. La base de la imagen ultrasonográfica está relacionada con la reflexión (eco), de las ondas transmitidas a los tejidos. La capacidad de reflexión de las ondas de ultrasonido está determinada por la diferencia de impedancia acústica entre los tejidos y por el ángulo de insonación con relación a la estructura insonada. Un excelente

retorno del ultrasonido reflejado ocurre a través de un ángulo perpendicular (90°). La impedancia acústica en el tejido es el producto de su densidad por la velocidad de propagación en aquel tejido ¹⁵. Mientras mayor es la diferencia entre la densidad de los tejidos, mayor será la reflexión de las ondas de sonido. La cantidad de sonido producida por esa reflexión se recibe por el transductor, se amplifica, se procesa y se traduce en una imagen en el monitor. Los transductores de ultrasonido utilizan cristales piezoeléctricos como transmisores y receptores de ondas sonoras de alta frecuencia. Son cristales de cuarzo que tienen la capacidad de alterar su conformación y de vibrar cuando son sometidos a una corriente eléctrica, produciendo ondas de ultrasonido ¹⁶.

El físico austriaco Johann C.A. Doppler describió en 1842 en su libro "*Über de las farbige Licht der Doppelsterne*" uno de los principios físicos más utilizados en medicina, principalmente para obtener informaciones sobre las características del flujo sanguíneo ¹⁷. Ese efecto representa la variación de la frecuencia del sonido que se refleja en una superficie móvil de modo que un observador, situado cercano al lugar de la fuente emisora notará un aumento de la frecuencia del eco en el caso de que la superficie reflectora se aproxime, o una disminución de esa frecuencia en el caso de que ella se aleje. Por tanto, el aumento o la disminución de la frecuencia indican el sentido del movimiento de la superficie reflectora. Aplicando esos conocimientos a la práctica clínica, se verifica que, después de la emisión de la energía ultrasónica, la aproximación o el alejamiento de los hematíes de la fuente de esa energía, que va a determinar una variación de la frecuencia de las ondas ecográficas. Cuantificando la variación de la frecuencia se calcula la velocidad del flujo. Para obtener las medidas más precisas con base en el efecto Doppler es necesario alinear el haz del ultrasonido de forma paralela al flujo sanguíneo.

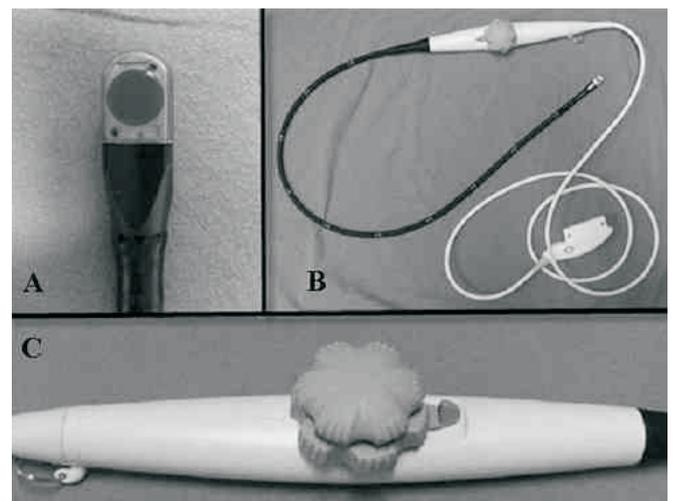


Figura 1 - Sonda de Eco Transesofágico con Transductor en la Punta (Aparato Vivid i GE Healthcare). A: transductor, B: sonda con conector, C: componente proximal.

Algunas modalidades del efecto Doppler en ecocardiografía son: Doppler pulsado, Doppler continuo, Doppler colorido y Doppler tisular. El Doppler pulsado utiliza apenas un cristal para enviar y recibir los pulsos de ultrasonido a través de una frecuencia determinada (frecuencia de repetición de pulso). La cuantificación de flujos con alta velocidad no puede ser obtenida de forma precisa por el Doppler pulsado. La velocidad máxima obtenida a través de ese modo está relacionada con la mitad de la frecuencia de repetición de pulso, también conocido como límite Nyquist. El Doppler continuo utiliza dos cristales (uno que envía y el otro que recibe), para medir la velocidad del flujo sanguíneo de manera continua, permitiendo la mensuración precisa de los flujos sanguíneos con alta velocidad. El Doppler colorido utiliza la tecnología del Doppler pulsado para la evaluación de la velocidad de flujo en múltiples locales. El movimiento del flujo sanguíneo en dirección al transductor es codificado en rojo, mientras que el flujo que se mueve en dirección opuesta al transductor es azul. Con la aceleración rápida o turbulencia en el flujo, notamos el color verde o un mosaico de colores en el monitor. Por la superposición del mapeo del flujo en colores a la imagen bidimensional del corazón, podemos visualizar la dirección y la velocidad del flujo sanguíneo. Los diferentes tipos de modalidad del Doppler auxilian en los cálculos de gradientes presóricos transvalvulares, área de orificio valvular regurgitante, estimación de presiones intracavitarias, “shunts” intracardiacos, evaluación de la función sistólica y diastólica y en el cálculo del débito cardíaco ^{18,19}.

A imagen bidimensional (2D) se genera a partir de los datos obtenidos por la “barredura” electrónica del haz de ultrasonido a través del campo ultrasonográfico. Como en la ecocardiografía transesofágica la sonda está localizada en el esófago o en el estómago, las estructuras cardíacas más próximas al transductor son las posteriores y las más distales las anteriores.

TÉCNICAS PARA LA CAPTACIÓN DE LAS IMÁGENES

De acuerdo con la imagen obtenida en la pantalla del ecógrafo, se puede inferir la posición de la sonda en el tubo digestivo alto (esófago o estómago). La extremidad distal de la

sonda es flexible y está dotada de dos mecanismos de control que permiten movimientos de anteflexión y retroflexión, y desplazamientos laterales. Otros movimientos necesarios para dirigir mejor el haz del ultrasonido hacia la estructura en que se desea demostrar, incluyen el avance o el retroceso de la sonda, y movimientos de rotación horaria o antihoraria. Actualmente, la mayoría de las sondas es multiplana, lo que permite evaluar con un mayor nivel de detalles las estructuras cardíacas, una vez que es posible con esa tecnología, la rotación axial de 0 a 180° en el plano de imagen, sin la necesidad del desplazamiento de la sonda (Figura 2).

Son cuatro los principales posicionamientos de la sonda, los cuales posibilitan la obtención de la mayoría de los cortes ecocardiográficos necesarios para la evaluación efectiva en el intraoperatorio. La posición de la extremidad del transductor es orientada considerando la distancia introducida de la sonda a partir de la dentadura superior. Los planos son: esófago superior (20-25 cm), esófago medio (30-40 cm), transgástrico (40-45 cm) y transgástrico profundo (45-50 cm). En cada uno de los planos se pueden obtener varias imágenes ecocardiográficas.

CUIDADOS EN LA INTRODUCCIÓN DE LA SONDA

Una vez tomada la decisión de la utilización del ETE en el intraoperatorio, se puede proceder a la inserción de la sonda en el tubo digestivo después de la intubación traqueal y de la correcta fijación del tubo endotraqueal. Sin embargo, para proporcionar una mejor calidad de imagen, es conveniente aspirar al contenido gástrico con una sonda gástrica usual. Es importante también que algunos otros cuidados sean observados antes de la inserción de la sonda de ETE, dándole al método un mayor nivel de seguridad; la sonda debe ser inspeccionada constatando su integridad estructural y la limpieza, los controles deben estar destrabados y la colocación del bocal (protector de mordida), no puede ser olvidada, lo que permitiría la aparición de algún daño dentario, y lesiones en la lengua o en la encía. La sonda debe ser lubricada con gel hidrosoluble antes de ser introducida.

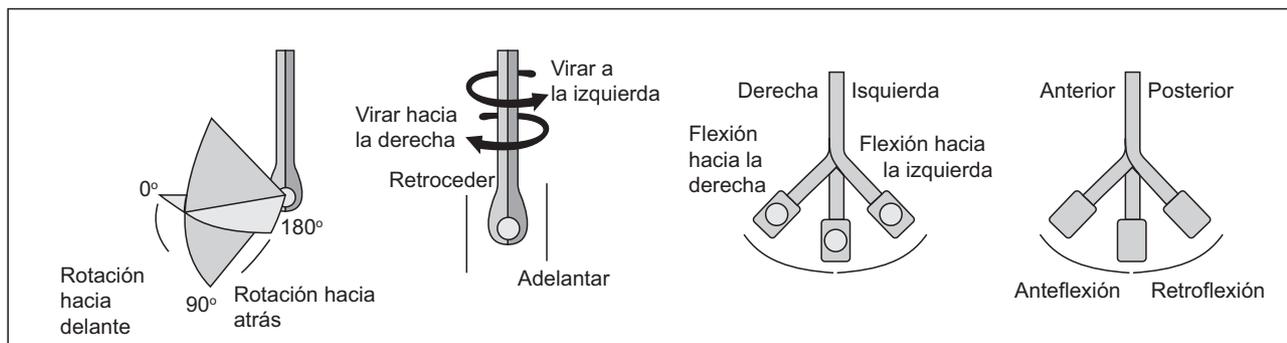


Figura 2 - Movimientos de Manipulación de la Sonda y del Transductor para la Obtención de las Imágenes Ecocardiográficas. Adaptado de Shanewise y col.²².

La introducción de la sonda a través de la orofaringe posterior debe ser delicada y sin la percepción de una mayor resistencia, teniendo el cuidado de posicionar anteriormente los elementos del transductor. Eventualmente es necesaria una maniobra de tracción anterior de la mandíbula, y en algunos casos de mayor dificultad y resistencia, la inserción puede exigir la ayuda del laringoscopio. En algunos casos el balón del tubo traqueal hiperinsuflado puede dificultar su paso.

PRINCIPALES CORTES ECOCARDIOGRÁFICOS

Los exámenes diagnósticos por imagen poseen diferenciados grados de variabilidad interobservadores, siendo que la disparidad entre las observaciones es directamente proporcional a la diferencia en la capacitación y en el entrenamiento de los operadores ²⁰. Esa constatación, aliada al aumento consistente del número de exámenes realizados en el intraoperatorio en los

Estados Unidos después del esfuerzo de capacitación de los anestesiólogos, determinaron la necesidad de una normativización de los términos descritos y de la técnica utilizada, para que las observaciones y los informes emitidos pudiesen tener parámetros de comparación, y consecuentemente, sean útiles tanto en el cotidiano asistencial como en la investigación clínica ²¹.

En 1999, la Sociedad Norteamericana de Ecocardiografía (ASE), también en conjunto con la Sociedad de Anestesiólogos Cardiovasculares (SCA), publicaron unas directrices de realización de la ETE, en donde están las recomendaciones para la realización de un examen ecocardiográfico transesofágico completo y adecuado en el intraoperatorio ²². Fue entonces que se estableció una sistematización en la realización del examen que incluye, obligatoriamente, el análisis de las cavidades cardíacas, de las válvulas y de la aorta, tanto con la ecocardiografía bi-dimensional (2D) como con el Doppler. Se establecieron veinte estándares de cortes tomográficos del corazón y de los grandes vasos (Figura 3), los cuales

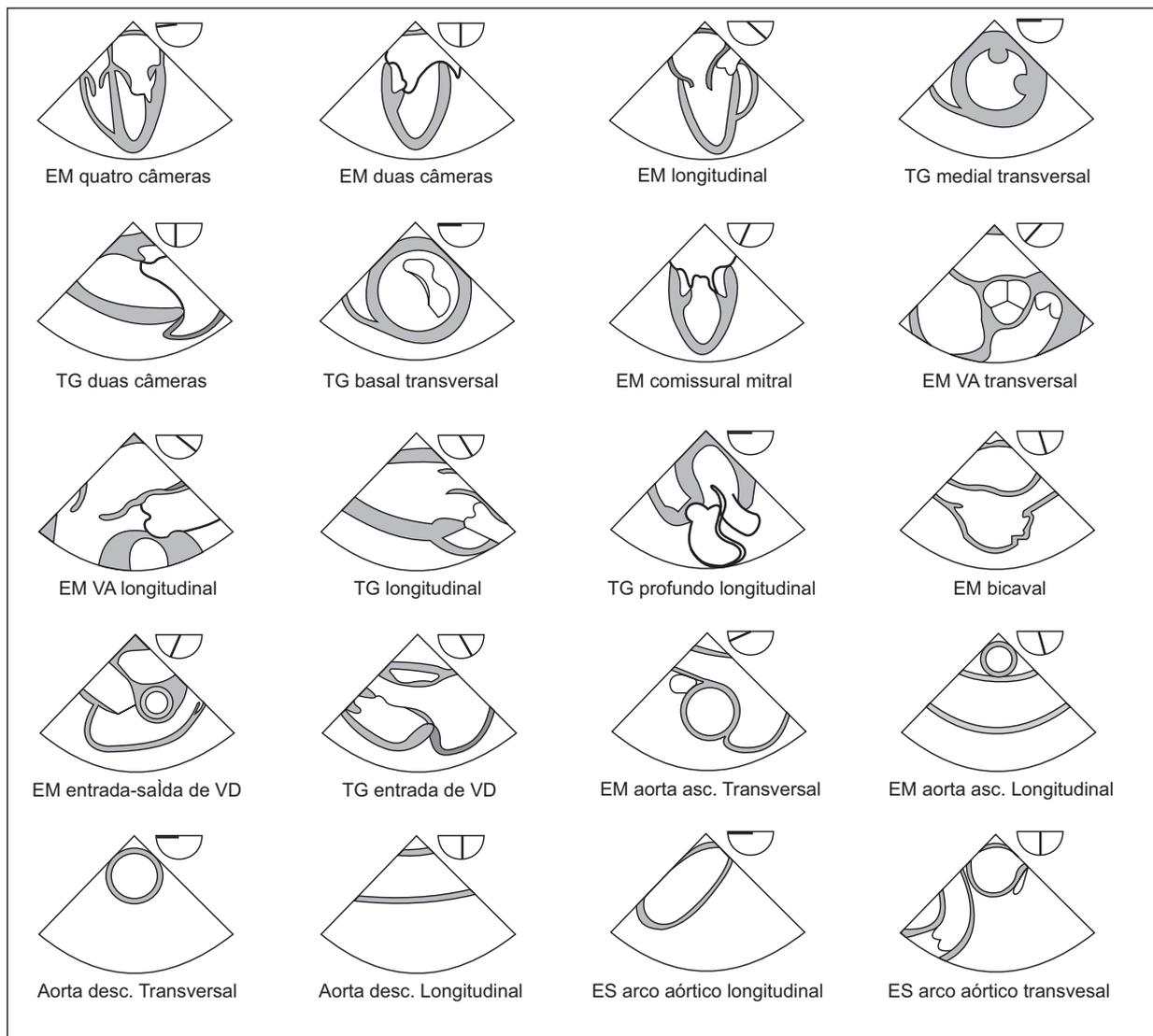


Figura 3 - Principales Cortes Recomendados para la Realización del ETE en el Intraoperatorio.
 EM: esófago medio, TG: transgástrico, VA: válvula aórtica, VD: ventrículo derecho, asc.: ascendente, desc.: descendente, ES: esófago superior.
 Adaptado de Shanewise y col.²².

tampoco pueden dejar de ser realizados, bajo pena de dejar escapar alguna alteración significativa. La nomenclatura convencional respetó la posición del transductor en el tubo digestivo (esófago superior, esófago medio, transgástrico y transgástrico profundo), la descripción del plano de imagen (eje longitudinal y eje transversal), y la estructura principal a ser evaluada.

La ordenación en la secuencia de realización de los cortes tomográficos no quedó establecida, sin embargo, la mayoría de los examinadores prefiere iniciar por los cortes que probablemente más suministrarían informaciones relevantes para el caso clínico en cuestión, y enseguida, complementar el examen con la adquisición de las otras imágenes. Los cortes estandarizados son usualmente obtenidos en la mayoría de los pacientes y determinan imágenes satisfactorias (Figuras 4, 5 y 6), sin embargo, obedeciendo a las posibles

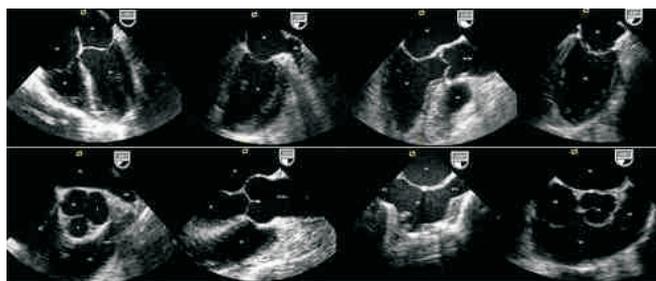


Figura 4 - Principales Cortes Obtenidos Através del Esófago Medio.

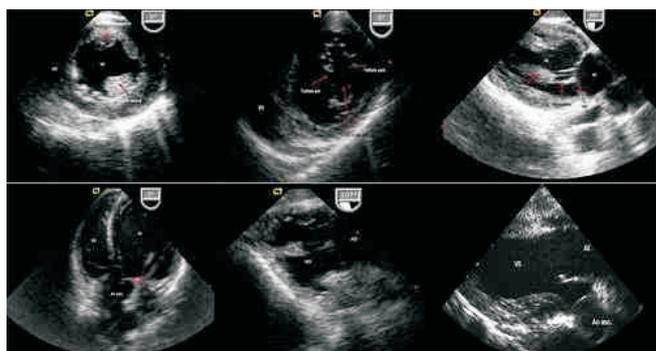


Figura 5 - Principales Cortes Transgástricos.



Figura 6 - Cortes para la Evaluación de la Aorta.

variaciones anatómicas, no siempre es viable la realización completa del examen.

La buena práctica impone que, a cada examen, se haga la grabación digital en el propio equipo de las imágenes relativas a los cortes realizados, las cuales siempre que sea que posible deben ser transferidas para una media digital. Esas imágenes recolectadas son muy útiles como fuente documental, posibilitando incluso, la comparación de estructuras y la función en diversos momentos de la propia intervención (pre-CEC, pos-CEC, postoperatorio inmediato y tardío).

INDICACIONES Y APLICACIONES CLÍNICAS

Desde antes de 1996 la ASA y la SCA ya estaban atentas a las indicaciones de uso del ETE en el intraoperatorio, pero en ese año publicaron las primeras directrices con ese fin²³. En ese momento, se evaluaron 1.884 artículos y de esos 588 fueron considerados como con alguna relevancia al ambiente perioperatorio. En 2003 otros 118 artículos fueron añadidos a la revisión²⁴.

Las principales indicaciones fueron entonces agrupadas en tres categorías distintas, considerando el grado de evidencia clínica en el efectivo beneficio del método (Tabla I). Indicaciones Clase I están amparadas por evidencias fuertes u opinión de especialistas, siendo el ETE frecuentemente útil e indicado. En las indicaciones de Clase II, su utilización presenta una menor evidencia y un consenso entre los especialistas, y puede ser útil en la mejora clínica del paciente. La Clase III presenta evidencias insuficientes, siendo poco utilizado y con una indicación no consensual.

Recientemente, a través de una nueva directriz²⁵, la utilización de la ecocardiografía transesofágica intraoperatoria debe ser utilizada en todos los pacientes adultos para la cirugía cardíaca con cavidad abierta (Ej., procedimientos valvulares) y procedimientos en la aorta torácica. Además de eso, debemos considerar su aplicación clínica en las cirugías de revascularización del miocardio, con el objetivo de confirmar y refinar el diagnóstico preoperatorio, detectar nuevas patologías, la orientación en el plano anestésico y quirúrgico, y la evaluación del resultado quirúrgico.

EVALUACIÓN DE LA INESTABILIDAD HEMODINÁMICA

La evaluación hemodinámica a través de la ecocardiografía representa uno de los principales beneficios del método, siendo útil tanto en el diagnóstico etiológico de la inestabilidad hemodinámica (hipovolemia, depresión miocárdica, embolia pulmonar y taponamiento cardíaco), como en la orientación terapéutica (expansión volémica, necesidad de inotrópico, vasodilatador, drenaje pericárdico, etc.). Al ECO podemos estimar de forma directa la contractilidad global de los ventrículos²⁶ y el volumen intracavitario^{27,28}, además de otros parámetros hemodinámicos, tales como: presión sistólica de la arteria pulmonar y del ventrículo derecho, presión del atrio izquierdo, presión diastólica final del VI, débito cardíaco

Tabla I - Principales Indicaciones para la Utilización de la ETE en el Perioperatorio ^{23,24}.

Clase I	Clases IIa y IIb	Clase III
Inestabilidad hemodinámica aguda de causa incierta	Riesgo de isquemia miocárdica/Infarto/ Alteraciones hemodinámicas	Colocación de catéteres (BIA, CAP)
Reparación valvular	Cambio valvular/Cirugía de Maze	
Cardiopatías congénitas que necesiten cirugías con CEC	Aneurismas y tumores cardíaco/Trombos/ Cuerpo extraño	Reparación de otras miocardiopatías
Reparación de miocardiopatía hipertrófica Endocarditis Cirugía de Ross	Detección de embolia aérea/ Evaluación de perfusión miocárdica Evaluación de placas ateromatosas en la aorta Evaluación de pericardiectomía/	Reparación quirúrgica de CIA ostium secundum, no complicada
Aneurismas y disección aórtica con sospecha de IAo	Embolectomía pulmonar Aneurismas y disecciones aórticas Sin sospecha de IAo	Monitorización de embolias en cirugías ortopédicas
Evaluación para procedimientos en el pericardio (ventana pericárdica)	Trauma cardíaco	
Implante de dispositivos para asistencia circulatoria	Transplante cardíaco	

CEC: circulación extracorpórea, Iao: insuficiencia aórtica, BIA: balón intra-aórtico, CAP: catéter de arteria pulmonar.

y fracción de eyección. Muchas de esas variables presentan una buena correlación cuando se les compara con métodos más invasivos.

El ETE parece tener un beneficio superior al uso del catéter de arteria pulmonar en el diagnóstico de las alteraciones hemodinámicas agudas. Reichert y col. ²⁹ estudiaron 60 pacientes en el postoperatorio de cirugía cardíaca con hipotensión persistente y significativa. En 30 pacientes la etiología de la hipotensión fue alterada por el ETE, previniendo una reoperación en un 16,6 % de ellos y siendo indicada la toracotomía exploradora de urgencia en dos pacientes. Bergquist y col. ³⁰ relataron que el ETE fue el monitor más importante en la evaluación volémica en pacientes sometidos a la revascularización del miocardio. Cuando se consideraron todos los tipos de intervención, la administración de fluidos fue la que más influencia tuvo por parte del ETE (30%), seguida del catéter de la arteria pulmonar (7%).

MONITORIZACIÓN DE LA ISQUEMIA MIOCÁRDICA

El objetivo de la ecocardiografía en la monitorización de la isquemia miocárdica se basa en la detección y en la localización de las alteraciones de contractilidad segmentaria del ventrículo izquierdo (VI). Esas alteraciones aparecen rápidamente (< 1 minuto) después del inicio de una perfusión miocárdica inadecuada ³¹. El análisis de la contractilidad del VI depende de la evaluación visual del espesamiento y del movimiento del miocardio durante la sístole. Las áreas que no se espesan durante la sístole o que no se mueven en dirección al centro de la cavidad ventricular izquierda están consideradas como que tienen alteraciones de la contractilidad segmentaria. Con el empeoramiento en la relación entre oferta

y consumo de oxígeno miocárdico, ocurren gradualmente, alteraciones segmentarias que incluyen desde la hipocinesia leve a grave, acinesia y finalmente la discinesia. La ETE ha demostrado ser el método de monitorización más sensible y rápido para el diagnóstico de la isquemia miocárdica en el intraoperatorio ³². El corte más utilizado para la monitorización de las alteraciones segmentarias del VI es el transgástrico transversal al nivel de los músculos papilares, donde podemos visualizar los territorios irrigados por las tres principales arterias coronarias (Figura 7).

Diversos estudios insisten sin embargo, en la relevancia de la ETE en detectar y modificar la conducta terapéutica, principalmente en la diferenciación entre isquemia, infarto y *stunning*. Cwajg y col. ³³ estudiaron la espesura de la pared ventricular al final de la diástole en 45 pacientes sometidos a la revascularización del miocardio y llegaron a la conclusión de que esa medida es un importante marcador que puede ser comparado con la cintigrafía con Tl-201. Verificaron que los valores iguales o por debajo de 0,6cm excluyen la posibilidad de recuperación funcional. La diferenciación entre la isquemia y el *stunning* puede ser esencial en el pronóstico, principalmente en cirugías sin circulación extracorpórea, de modo que en el postoperatorio inmediato la detección de alteraciones segmentarias de la pared ventricular es un predictor de la revascularización incompleta.

EVALUACIÓN VALVULAR

El método es muy sensible a la evaluación anatómica de las válvulas, permitiendo diagnosticar el mecanismo de la disfunción valvular y cuantificar el grado de disfunción, que son datos que influyen y mucho en la toma de decisión para el trata-

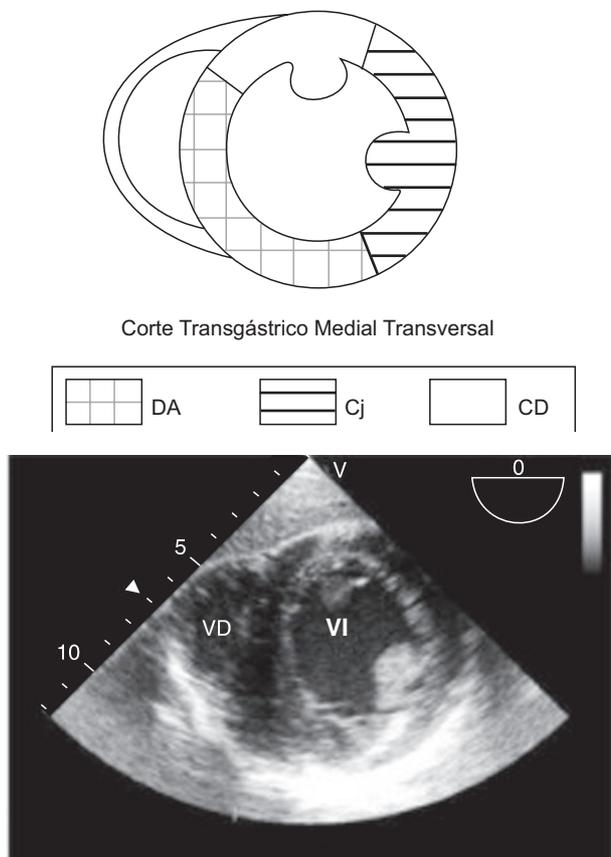


Figura 7 - Corte Transgástrico Medial Transversal del Ventrículo Izquierdo Demostrando Áreas del Miocardio Irrigadas por las Respectives Coronarias.
DA: descendente anterior; Cj: circunfleja; CD: coronaria derecha.

miento quirúrgico. Permite incluso la evaluación inmediata de la cualidad del tratamiento efectuado. Sheikh y col.³⁴ observaron 154 pacientes sometidos a cirugías valvulares y pudieron constatar el cambio de la conducta quirúrgica durante el procedimiento en un 19% de las intervenciones, siendo que en 10 pacientes (6%), el resultado quirúrgico fue inadecuado, determinando una nueva operación inmediata. Brown y col., que evaluaron a 2076 pacientes sometidos a la reparación de la válvula mitral, diagnosticó el movimiento sistólico anterior en un 8,4% de los casos³⁵, siendo el ETE fundamental no solo para la realización del diagnóstico, sino también para la orientación terapéutica (volumen, betabloqueante y vasoconstricción con fenilefrina). Cuatro de esos pacientes necesitaron una nueva operación inmediata, debido a la obstrucción importante del tracto de salida del ventrículo izquierdo. Otra aplicación de relevancia de la ETE es en el diagnóstico de las disfunciones de las prótesis cardíacas^{36,37}.

DETECCIÓN DE PLACAS ATEROMATOSAS EN LA AORTA

La lesión neurológica focal (ACV), es una de las complicaciones más temidas posteriores a la cirugía cardíaca. A pesar de que la etiología sea multifactorial, la presencia de placas

ateromatosas en la aorta tiene implicaciones importantes. En 130 pacientes con más de 65 años sometidos a la revascularización del miocardio con CEC, la presencia de placas ateromatosas con protrusión, mostró ser un predictor independiente de ACV³⁸. El ETE tiene un papel importante en la detección de esas placas, y es más sensible que la palpación de la aorta realizada por el cirujano^{39,40}. Una de las limitaciones de la ETE es la no visualización de la porción distal de la aorta ascendente y la región proximal del arco aórtico, local generalmente utilizado por el cirujano para la colocación de la cánula arterial. En esa área, ocurre el apareamiento de una sombra acústica producida por la interposición de la tráquea y el bronquio fuente izquierdo. Recientemente, la utilización de la ecocardiografía epiaórtica⁴¹ sustituyó esa deficiencia de la ETE, siendo utilizada como parte de la estrategia para la disminución de la embolia cerebral intraoperatoria. La presencia de placas con protrusión con componentes móviles puede colaborar en el cambio de la estrategia quirúrgica, como por ejemplo: alteración de la técnica de colocación de la cánula arterial, utilización de cánulas arteriales con filtro de protección, e incluso en la realización de la cirugía sin CEC, en el caso de que el procedimiento lo permita⁴².

DISECCIÓN AÓRTICA

El ETE posee un nivel de exactitud comparable con la tomografía computadorizada y con la resonancia nuclear magnética en el diagnóstico de las disecciones aórticas⁴³. Es un método importante en la identificación del *flap* intimal (Figura 8), en la determinación del sitio de entrada y re-entrada, en la diferenciación entre la luz verdadera y la falsa luz, y en la detección de trombo intramural⁴⁴. La diferenciación entre la luz verdadera y la falsa luz puede ser difícil en algunos pacientes. La luz verdadera se expande durante la sístole, y se reduce en la diástole. La falsa luz generalmente presenta

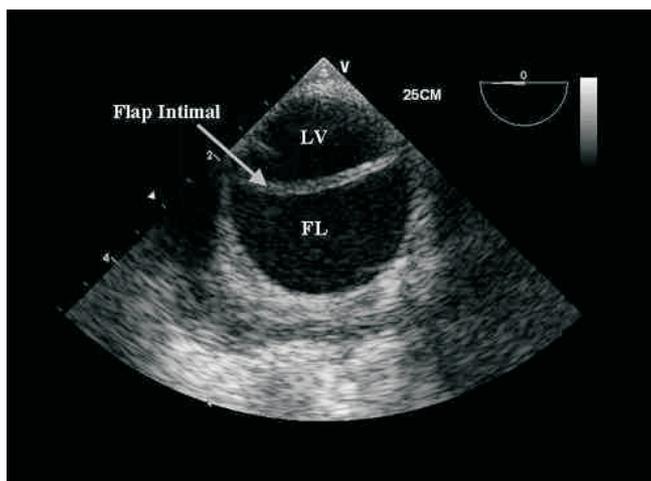


Figura 8 - Corte Transversal de la Aorta Descendente Mostrando Línea de Disección con *flap* intimal.
LV: Luz verdadera, FL: Falsa luz.

un contraste de eco espontáneo y trombo en su interior. Al Doppler colorido notamos un flujo en la luz verdadera y una lentificación o ausencia de flujo en la luz falsa. En muchos casos, la falsa luz es mayor que la verdadera. Las complicaciones de la disección también pueden ser evaluadas por el ETE e incluyen: derrame pericárdico, presencia y severidad de la insuficiencia aórtica, y alteración de la contractilidad segmentaria por envolvimiento coronario.

CARDIOPATÍA CONGÉNITA

El avance tecnológico ha venido permitiendo la disponibilidad de las sondas pediátricas, que es un hecho fundamental para el uso del método en cirugías de cardiopatía congénita en niños, principalmente por haber auxiliado en el diagnóstico de anomalías previamente no diagnosticadas al eco transtorácico, como también en la mejor especificación del tipo de lesión, en la dirección de los "shunts", en el tamaño de las cavidades, el grado de disfunción y otras anomalías asociadas ⁴⁵. Stevenson y col. ⁴⁶ estudiaron 230 pacientes sometidos a la corrección quirúrgica de cardiopatías congénitas, y pudieron observar en el ETE que un 7% de los pacientes tenían defectos cardíacos residuales al término del procedimiento, determinando así nuevas intervenciones para su corrección.

DETECCIÓN DE AIRE INTRACARDIACO

La ETE es un método sensible para detectar la presencia de aire intracardiaco y auxiliar en su retirada antes de la salida de la circulación extracorpórea. La embolia aérea en las cavidades izquierdas puede causar un daño neurológico y la disfunción ventricular transitoria con también arritmias. Un hallazgo común de embolización aérea es la aparición de la disfunción ventricular derecha transitoria a la salida de CEC, debido a la embolización de aire para la arteria coronaria derecha ⁴⁷. Los locales más frecuentes de acumulación de aire son: la punta del ventrículo izquierdo, el atrio izquierdo, el apéndice atrial izquierdo y las venas pulmonares.

OTRAS EVALUACIONES ÚTILES

Todavía forman parte del repertorio de potenciales beneficios del ETE en la cirugía cardíaca: la detección de trombos intracavitarios, el auxilio en el posicionamiento de cánulas y catéteres intravasculares (balón de contrapulsación aórtico, catéter venoso central, cánula de la vena cava inferior ⁴⁸ y de seno venoso coronario), diagnóstico de embolia pulmonar ⁴⁹, en el implante y en la evaluación de los dispositivos de asistencia circulatoria ⁵⁰ y en la verificación de las anastomosis en trasplantes cardíacos.

CONTRAINDICACIONES

Ya en la visita preanestésica, posibles contraindicaciones al examen deben ser investigadas y consideradas conjunta-

mente con la planificación de la anestesia. Las principales contraindicaciones están relacionadas con las patologías de la orofaringe, esófago o estómago. Las contraindicaciones absolutas y relativas están desglosadas en el Tabla II. A pesar de ser considerada una contraindicación relativa, los pacientes con las várices esofágicas de grado 1 o 2, sin episodios recientes de hemorragia, pueden realizar la ETE con seguridad, pero debe evitarse la realización de los cortes transgástricos ⁵¹.

Tabla II - Contraindicaciones Absolutas y Relativas para el uso de ETE

Absolutas
Estenosis del esófago
Grandes divertículos esofágicos
Tumores esofágicos
Sutura esofágica reciente
Interrupciones esofágicas conocidas
Relativas
Hernia hiatal sintomática
Esofagitis grave
Coagulopatías
Várices esofágicas
Hemorragia gastrointestinal no diagnosticada.

Tabla III - Complicaciones en el ETE

Trauma directo
Laceraciones
Quemaduras
Sangramiento esofágico
Disfagia
Parálisis de las cuerdas vocales
Efectos indirectos
Alteraciones hemodinámicas
Hipertensión
Hipotensión
Arritmias
Alteraciones pulmonares
Broncoespasmo
Error de interpretación
Falta de atención en el cuidado con el paciente

COMPLICACIONES

La ecocardiografía transeofágica está considerada como un procedimiento semi-invasivo y con bajo riesgo de complicaciones. Sin embargo, el anestesiólogo necesita conocer los tipos de complicaciones y sus factores predisponentes para prevenir su aparición ^{52,53}. En un estudio retrospectivo, Kallmeyer y col. ⁵⁴ evaluaron a 7200 pacientes sometidos a la cirugía cardíaca y observaron un 0,2% de morbilidad y ninguna muerte en el grupo estudiado. En otro estudio multicéntrico ⁵⁵, que envolvió a 10.218 pacientes sometidos a la ETE, solo ocurrió un caso fatal a causa de una perforación esofágica. Las complicaciones resultantes del ETE en el intraoperatorio están relacionadas con el trauma directo de la vía aérea y esófago, o a sus efectos indirectos (Tabla III). En niños, inclu-

so la sonda de calibre adecuado, puede ocasionalmente obstruir la vía aérea distal en el tubo endotraqueal, o comprimir la aorta descendente ⁵⁶.

CONCLUSIONES

La ecocardiografía transesofágica es un examen diagnóstico por imagen seguro y de bajo riesgo que hace algunas décadas ha venido siendo utilizado en el intra y el postoperatorio de cirugía cardíaca. La disponibilidad de informaciones anatómicas y fisiológicas con riqueza de detalles, y en tiempo real, convirtió a ese método en un método superior a los demás monitores cardiovasculares. La ETE es capaz de suministrar datos que van a dictaminar la estrategia quirúrgica y la conducta anestésica, además de la posibilidad de evaluación inmediata del resultado operatorio. Las principales limitaciones para su uso de rutina están relacionadas con el coste del equipo y con la necesidad de tener un profesional con un entrenamiento adecuado para su realización. El anestesiólogo, una vez habilitado para el método, amplía su rol en el contexto de la medicina perioperatoria, suministrando informaciones clínicas vitales para la conducción del acto anestésico-quirúrgico. Fundamentado en todos los beneficios presentados en este artículo y frente a los bajos riesgos de la técnica, los autores corroboran las actuales directrices de la utilización de la ETE intraoperatoria en pacientes sometidos a la cirugía cardíaca.

REFERENCIAS

- Johnson ML, Holmes JH, Spangler RD et al. – Usefulness of echocardiography in patients undergoing mitral valve surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 1972;64:922-934.
- Matsumoto M, Oka Y, Strom J et al. – Application of transesophageal echocardiography to continuous intraoperative monitoring of left ventricular performance. *Am J Cardiol* 1980;46:95-105.
- Vegas A, Meineri M – Three-dimensional transesophageal echocardiography is a major advance for intraoperative clinical management of patients undergoing cardiac surgery: a core review. *Anesth Analg*, 2010;110:1548-1573.
- Kwak J, Andrawes M, Garvin S et al. – 3D transesophageal echocardiography: a review of recent literature 2007-2009. *Curr Opin Anaesthesiol*, 2010;23: 80-88.
- Seward JB, Khandheria BK, Freeman WK et al. – Multiplane transesophageal echocardiography: image orientation, examination technique, anatomic correlations, and clinical applications. *Mayo Clin Proc*, 1993;68:523-551.
- Eltzschig HK, Rosenberger P, Löffler M et al. – Impact of intraoperative transesophageal echocardiography on surgical decisions in 12,566 patients undergoing cardiac surgery. *Ann Thorac Surg*, 2008;85:845-852.
- Schroder JN, Williams ML, Hata JA et al. – Impact of mitral valve regurgitation evaluated by intraoperative transesophageal echocardiography on long-term outcomes after coronary artery bypass grafting. *Circulation*, 2005;112:293-298.
- Couture P, Denault AY, McKenty S et al. – Impact of routine use of intraoperative transesophageal echocardiography during cardiac surgery. *Can J Anaesth*, 2000;47:20-26.
- Eltzschig HK, Rosenberger P, Löffler M, et al. – Impact of intraoperative transesophageal echocardiography on surgical decisions in 12,566 patients undergoing cardiac surgery. *Ann Thorac Surg*, 2008;85:845-852.
- Minhaj M, Patel K, Muzic D et al. – The effect of routine intraoperative transesophageal echocardiography on surgical management. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2007;21:800-804.
- Fanshawe M, Ellis C, Habib S et al. – A retrospective analysis of the costs and benefits related to alterations in cardiac surgery from routine intraoperative transesophageal echocardiography. *Anesth Analg*, 2002;95:824-827.
- Cahalan MK, Abel M, Goldman M et al. – American Society of Echocardiography and Society of Cardiovascular Anesthesiologists task force guidelines for training in perioperative echocardiography. *Anesth Analg*, 2002;94:1384-1388.
- Beique F, Ali M, Hynes M et al. – Canadian guidelines for training in adult perioperative transesophageal echocardiography. Recommendations of the Cardiovascular Section of the Canadian Anesthesiologists' Society and the Canadian Society of Echocardiography. *Can J Anaesth*, 2006;53:1044-1060.
- Mathew JP, Glas K, Troianos CA et al. – ASE/SCA recommendations and guidelines for continuous quality improvement in perioperative echocardiography. *Anesth Analg*, 2006;103:1416-1425.
- Kossoff G – Basic physics and imaging characteristics of ultrasound. *World J Surg*, 2000;24:134-142.
- Wells PN – Physics and engineering: milestones in medicine. *Med Eng Phys*, 2001;23:147-153.
- Lawrence JP – Physics and instrumentation of ultrasound. *Crit Care Med*, 2007; 35(8/suppl):s314-322.
- Quiñones MA, Otto CM, Stoddard M et al. – Recommendations for quantification of Doppler echocardiography: a report from the Doppler Quantification Task Force of the Nomenclature and Standards Committee of the American Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*, 2002;15:167-184.
- Poelaert JI, Shupfer G – Hemodynamic monitoring utilizing transesophageal echocardiography: the relationships among pressure, flow, and function. *Chest*, 2005;127:379-390.
- Vandenberg BF, Lindower PD, Lewis J et al. – Reproducibility of left ventricular measurements with acoustic quantification: the influence of training. *Echocardiography*, 2000;17:631-637.
- Lang RM, Bierig M, Devereux RB et al. – Recommendations for chamber quantification: a report from the American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee and the Chamber Quantification Writing Group, developed in conjunction with the European Association of Echocardiography, a branch of the European Society of Cardiology. *J Am Soc Echocardiogr*, 2005;18:1440-1463.
- Shanewise JS, Cheung AT, Aronson S et al. – ASE/SCA guideline 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;89:870-884.
- Thys D, Abel M, Bollen B 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.
- Alpert JS, Anderson JL, Faxon DP, et al. – ACC/AHA/ASE 2003 guideline update for the clinical application of echocardiography. *JACC*, 2003;42:954-970.
- Thys DM, Abel MD, Brooker FR, et al. – Practice guidelines for perioperative transesophageal echocardiography. *Anesthesiology*, 2010;112:1084-1096.
- London MJ – Assessment of left ventricular global systolic function by transesophageal echocardiography. *Ann Card Anaesth*, 2006;9:157-163.
- Hofer CK, Ganter MT, Rist A et al. – The accuracy of preload assessment by different transesophageal echocardiographic techniques in patients undergoing cardiac surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2008;22:236-242.

28. De Simone R, Wolf I, Mottl-Link S et al. – Intraoperative assessment of right ventricular volume and function. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2005;27:988-993.
29. Reichert CL, Visser CA, Koolen JJ et al. – Transesophageal echocardiography in hypotensive patients after cardiac operations. Comparison with hemodynamic parameters. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 1992;104:321-326.
30. Bergquist BD, Bellows WH, Leung JM – Transesophageal echocardiography in myocardial revascularization: II. Influence on intraoperative decision-making. *Anesth Analg*, 1996;82:1139-1145.
31. Labovitz AJ, Lewen MK, Kern M et al. – Evaluation of left ventricular systolic and diastolic dysfunction during transient myocardial ischemia produced by angioplasty. *J Am Coll Cardiol*, 1987;10:748-755.
32. Shanewise JS – How to reliably detect ischemia in the intensive care unit and operating room. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth*, 2006;10:101-109.
33. Cwajg JM, Cwajg E, Nagueh SF et al. – End-diastolic wall thickness as a predictor of recovery of function in myocardial hibernation: relation to rest-redistribution T1-201 tomography and dobutamine stress echocardiography. *J Am Coll Cardiol*, 2000;35:1152-1161.
34. Sheikh KH, de Bruijn NP, Rankin JS et al. – The utility of transesophageal echocardiography and Doppler color flow imaging in patients undergoing cardiac valve surgery. *J Am Coll Cardiol*, 1990;15:363-372.
35. Brown ML, Abel MD, Click RL et al. – Systolic anterior motion after mitral valve repair: is surgical intervention necessary? *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2007;133:136-143.
36. Ionescu A, Fraser AG, Butchart EG et al. – Prevalence and clinical significance of incidental paraprosthetic valvar regurgitation: a prospective study using transoesophageal echocardiography. *Heart*, 2003;89:1316-1321.
37. Zoghi WA, Chambers JB, Dumesnil JG et al. – Recommendations for evaluation of prosthetic valves with echocardiography and doppler ultrasound. *J Am Soc Echocardiogr*, 2009;22:975-1014.
38. Katz ES, Tunick PA, Rusinek H et al. – Protruding aortic atheromas predict stroke in elderly patients undergoing cardiopulmonary bypass: experience with intraoperative transesophageal echocardiography. *J Am Coll Cardiol*, 1992;20:70-77.
39. Suvarna S, Smith A, Stygall J et al. – An intraoperative assessment of the ascending aorta: a comparison of digital palpation, transesophageal echocardiography, and epiaortic ultrasonography. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2007;21:805-809.
40. Whitley WS, Glas KE – An argument for routine ultrasound screening of the thoracic aorta in the cardiac surgery population. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth*, 2008;12:290-297.
41. Glas KE, Swaminathan M, Reeves ST et al. – Guidelines for the performance of a comprehensive intraoperative epiaortic ultrasonographic examination: recommendations of the American Society of Echocardiography and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists; endorsed by the Society of Thoracic Surgeons. *J Am Soc Echocardiogr*, 2007;20:1227-1235.
42. Misha M, Malhotra R, Karlekar A et al. – Propensity case-matched analysis of off-pump versus on-pump coronary artery bypass grafting in patients with atheromatous aorta. *Ann Thorac Surg*, 2006;82:608-614.
43. Shiga T, Wajima Z, Apfel CC et al. – Diagnostic accuracy of transesophageal echocardiography, helical computed tomography, and magnetic resonance imaging for suspected thoracic aortic dissection: systematic review and meta-analysis. *Arch Intern Med*, 2006;166:1350-1356.
44. Eitzchig HK, Rosenberger P, Lekowski Jr RW et al. – Role of transesophageal echocardiography patients with suspected aortic dissection. *J Am Soc Echocardiogr*, 2005;18:1221.
45. Bettex DA, Schmidlin D, Bernath MA et al. – Intraoperative transesophageal echocardiography in pediatric congenital cardiac surgery: a two-center observational study. *Anesth Analg*, 2003;97:1275-82.
46. Stevenson JG, Sorensen GK, Gartman DM et al. – Transesophageal echocardiography during repair of congenital cardiac defects: identification of residual problems necessitating reoperation. *J Am Soc Echocardiogr*, 1993;6:356-365.
47. Chandraratna A, Ashmeg A, Chamsi Pasha H – Detection of intracoronary air embolism by echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*, 2002;15:1015-1017.
48. Kirkeby-Garstad I, Tromsdal A, Sellevold OFM et al. – Guiding surgical cannulation of the inferior vena cava with transesophageal echocardiography. *Anesth Analg*, 2003;96:1288-1293.
49. Rosenberger P, Sherman SK, Body SC et al. – Utility of intraoperative transesophageal echocardiography for diagnosis of pulmonary embolism. *Anesth Analg*, 2004;99:12-16.
50. Chumnanvej S, Wood MJ, MacGillivray TE et al. – Perioperative echocardiographic examination for ventricular assist device implantation. *Anesth Analg*, 2007;105:583-601.
51. Spier BJ, Larue SJ, Teelin TC et al. – Review of complications in a series of patients with known gastro-esophageal varices undergoing transesophageal echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*, 2009;22:396-400.
52. Côté G, Denault A – Transesophageal echocardiography-related complications. *Can J Anesth*, 2008;55:622-647.
53. Piercy M, McNicol L, Dinh DT et al. – Major complications related to the use of transesophageal echocardiography in cardiac surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2009;23:62-65.
54. Kallmeyer IJ, Collard CD, Fox JA et al. – The safety of intraoperative transesophageal echocardiography: a case series of 7200 cardiac surgical patients. *Anesth Analg*, 2001;92:1126-1130.
55. Daniel WG, Erber R, Kasper W et al. – Safety of transesophageal echocardiography. A multicenter survey of 10419 examinations. *Circulation*, 1991;83:817-821.
56. Lunn RJ, Oliver WC Jr, Hagler DJ et al. – Aortic compression by transesophageal echocardiographic probe in infants and children undergoing cardiac surgery. *Anesthesiology*, 1992;77:587-590.