

# Monitorização Intraoperatória com Ecocardiografia Transesofágica em Cirurgia Cardíaca

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

**Resumo:** Galhardo Jr C, Botelho ESL, Diego LAS – Monitorização Intraoperatória com Ecocardiografia Transesofágica em Cirurgia Cardíaca.

**Justificativa e objetivos:** Desde a sua introdução clínica na década de 1980, a ecocardiografia transesofágica (ETE) intraoperatória tem representado um dos maiores avanços na anestesia cardíaca moderna. Trata-se de uma técnica semi-invasiva, que permite visualização direta e rápida da anatomia estrutural do coração e dos grandes vasos, além de contribuir para a avaliação hemodinâmica e funcional do sistema cardiovascular. Dessa maneira, tem-se tornado importante monitor para auxílio diagnóstico de patologias cardíacas e intervenções anestésico-cirúrgicas. O objetivo do artigo é realizar uma revisão abrangente sobre a utilização da ETE no intraoperatório de cirurgia cardíaca.

**Conteúdo:** O artigo revisa alguns aspectos relacionados à física do ultrassom, as técnicas para a obtenção das imagens, os cortes ecocardiográficos mais utilizados no intraoperatório, as indicações e as principais aplicações clínicas do método, além das contraindicações e complicações.

**Conclusões:** A ETE intraoperatória é um método de monitorização cardiovascular seguro e útil na formulação do plano cirúrgico, na orientação de intervenções hemodinâmicas e na avaliação imediata do resultado operatório. O anestesiológista, uma vez habilitado à utilização do método, amplia seu papel no contexto da medicina perioperatória, fornecendo informações clínicas imprescindíveis à condução do ato anestésico-cirúrgico em cirurgia cardíaca.

**Unitermos:** CIRURGIA: Cardíaca, Cuidados pré-operatórios; EXAMES DIAGNÓSTICOS: Ecocardiografia, transesofágica; MONITORIZAÇÃO.

[Rev Bras Anesthesiol 2011;61(4): 495-512] ©Elsevier Editora Ltda.

## INTRODUÇÃO

A introdução da ecocardiografia transesofágica (ETE) na sala de cirurgia representou um grande avanço na monitorização cardiovascular, sendo rotineiramente utilizada em vários centros de cirurgia cardíaca. Essa técnica permite visualizar direta e rapidamente a anatomia estrutural do coração e dos grandes vasos, além de contribuir para a avaliação hemodinâmica e funcional do sistema cardiovascular. Nos últimos anos, com a melhora na geração e resolução das imagens acústicas e portabilidade dos aparelhos, a ETE se tornou um importante método no diagnóstico precoce de isquemia miocárdica, na adequação de reparos e trocas valvares, na determinação dos distúrbios hemodinâmicos agudos e no diagnóstico de patologias não identificadas no pré-operatório. A obtenção das informações em tempo real possibilita ao cirurgião corrigir os reparos inadequados e prevenir ou tratar complicações cirúrgicas antes de o paciente deixar a sala de cirurgia, reduzindo a necessidade de reoperações. Devido a seus benefícios, a ETE tem desempenhado papel cada vez mais importante na anestesia cardíaca moderna.

O primeiro relato do uso da ecocardiografia durante uma intervenção cirúrgica foi feito em 1972, através de uma sonda epicárdica utilizada para avaliar o resultado de uma comisurotomia mitral<sup>1</sup>. No início dos anos 1980, com o desenvolvimento da sonda transesofágica, Matsumoto e col.<sup>2</sup> começaram a utilizar a ecocardiografia para a avaliação contínua intraoperatória da função ventricular esquerda. No final da década de 1980, a ETE foi beneficiada pela incorporação da imagem de fluxo colorida associada a transdutores de alta resolução. Desde aquela época, ocorreram vários avanços na tecnologia do ultrassom, como por exemplo, o aparecimento de sondas multiplanos e multifrequências, o processamento digital das imagens e, mais recentemente, a utilização do Doppler tecidual e a aquisição tridimensional (3D) das imagens<sup>3,4</sup>. Com esses avanços, o número de aplicações clínicas do ETE no intraoperatório tem crescido e se difundido amplamente. Em 1993, Seward e col.<sup>5</sup> relataram uma das primeiras abordagens sistemáticas da ecocardiografia transesofágica com uma sonda multiplana.

Diversos trabalhos científicos têm apontado o impacto positivo da utilização dessa técnica na definição da estratégia cirúrgica, na verificação do resultado operatório e na orientação da conduta anestésica<sup>6-9</sup>. Minhaj e col.<sup>10</sup>, por meio de investigação clínica prospectiva incluindo 283 pacientes submetidos a cirurgias cardíacas, verificaram que a utilização

Recebido do Instituto Nacional de Cardiologia – INC, Brasil..

1. Coordenador do Serviço de Anestesia de Adulto do INC

2. Anestesiologista do INC e da UERJ

3. Professor Adjunto da Universidade Federal Fluminense; Doutor em Anestesiologia UNESP, Botucatu – SP; Responsável pelo Núcleo de Ensino e Pesquisa da Divisão de Anestesia do INC

Submetido em 27 de junho de 2010.

Approved para publicação em 13 de dezembro 2010.

Correspondência para:

Dr. Carlos Galhardo Júnior  
Rua John Kennedy, 424, apto. 101  
Barra da Tijuca  
22620-260 – Rio de Janeiro, RJ  
E-mail: cgalhardo@uol.com.br

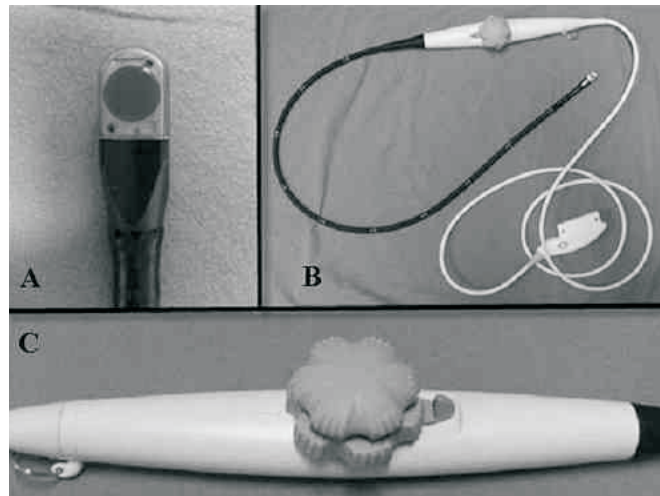
rotineira da ETE revelou novos achados patológicos (previamente não identificados) em uma a cada três pacientes e em 25% dos casos ocorreu alteração da conduta cirúrgica. Fanshawe e col.<sup>11</sup>, após dados preliminares, sugerem que a utilização rotineira da ETE em cirurgia cardíaca é benéfica, reduz a morbidade dos pacientes e é custo-efetiva.

Com a expansão da utilização da ETE na sala de cirurgia, os anestesiológicos têm buscado treinamento e capacitação para colocar em prática esse método de maneira eficaz, ampliando sua atuação no contexto da medicina perioperatória. No Brasil, a realização da ecocardiografia transesofágica no intraoperatório de cirurgia cardíaca ainda é incipiente e restrita a alguns centros que apresentam um número expressivo de procedimentos cirúrgicos. Os requisitos básicos para a correta realização e interpretação da técnica incluem: estudo da anatomia e fisiologia cardíaca, entendimento dos princípios físicos do ultrassom, aquisição de habilidade técnica para a obtenção e interpretação adequada das imagens correlacionando-as com o estado hemodinâmico do paciente, além do conhecimento apropriado das indicações, contraindicações e limitações inerentes ao método. Algumas diretrizes para o treinamento, a certificação e a melhora da qualidade em ecocardiografia perioperatória vêm sendo publicadas por diversas sociedades de anesthesiologia<sup>12-14</sup>.

## PRINCÍPIOS BÁSICOS DO ULTRASSOM

As ondas de ultrassom são vibrações induzidas mecanicamente que produzem compressões e rarefações das moléculas de determinado meio. Elas são definidas como ondas acústicas acima da capacidade de detecção pelo ouvido humano, ou seja, acima de 20 KHz. O ultrassom utilizado em medicina emite frequências de 1 a 20 MHz. As sondas de ETE disponíveis apresentam frequências de 5 a 7 MHz.

A ecocardiografia transesofágica consiste na utilização de uma sonda endoscópica (Figura 1), equipada com um transdutor ultrassônico na ponta e dotada de um sistema de comandos que permitem o direcionamento do feixe de ultrassom para as estruturas cardíacas após seu posicionamento no esôfago ou no estômago. As frequências de som são enviadas para a cavidade torácica e sofrem interações com os tecidos. Essas interações ocorrem por fenômenos de reflexão, dispersão, refração e/ou atenuação das ondas de ultrassom. A base da imagem ultrassonográfica está relacionada com a reflexão (eco) das ondas transmitidas aos tecidos. A capacidade de reflexão das ondas de ultrassom é determinada pela diferença de impedância acústica entre os tecidos e pelo ângulo de insonação em relação à estrutura insonada. Um ótimo retorno do ultrassom refletido ocorre através de um ângulo perpendicular (90°). A impedância acústica no tecido resulta de sua densidade pela velocidade de propagação naquele tecido<sup>15</sup>. Quanto maior a diferença entre a densidade dos tecidos, maior será a reflexão das ondas de som. A quantidade de som produzida por essa reflexão é recebida pelo transdutor, amplificada, processada e traduzida em imagem no monitor. Os transdutores de ultrassom utilizam cristais pie-



**Figura 1** – Sonda Ecotransesofágica com Transdutor na Ponta (Aparelho Vivid i GE Healthcare).

A: transdutor, B: sonda com conector, C: componente proximal.

zoelétricos como transmissores e receptores de ondas sonoras de alta frequência. São cristais de quartzo com a capacidade de alterar sua conformação e vibrar quando submetidos a uma corrente elétrica, produzindo ondas de ultrassom<sup>16</sup>.

O físico austríaco Johann C.A. Doppler descreveu, em 1842 em seu livro *Über das farbige Licht der Doppelsterne*, um dos princípios físicos mais utilizados em medicina, principalmente para obter informações sobre as características do fluxo sanguíneo<sup>17</sup>. Esse efeito representa a variação da frequência do som refletida por uma superfície móvel, de modo que um observador, situado próximo ao local da fonte emissora, notará aumento da frequência do eco caso a superfície refletora se aproxime, ou uma diminuição dessa frequência caso ela se afaste. Portanto, o aumento ou a diminuição da frequência indicam o sentido do movimento da superfície refletora. Aplicando-se esses conhecimentos à prática clínica, verifica-se que, após a emissão da energia ultrassônica, a aproximação ou o afastamento das hemácias da fonte dessa energia determinará a variação na frequência das ondas ecográficas. Ao se quantificar a variação da frequência, calcula-se a velocidade do fluxo. Para se obter medidas acuradas baseadas no efeito Doppler, faz-se necessário alinhar o feixe de ultrassom de forma paralela ao fluxo sanguíneo.

São modalidades do efeito Doppler em ecocardiografia: Doppler pulsado, Doppler contínuo, Doppler colorido e Doppler tecidual. O Doppler pulsado utiliza apenas um cristal para enviar e receber pulsos de ultrassom através de uma frequência predeterminada (frequência de repetição de pulso). A quantificação de fluxos com alta velocidade não pode ser obtida de forma acurada pelo Doppler pulsado. A velocidade máxima obtida desse modo está relacionada com a metade da frequência de repetição de pulso, também conhecido como limite Nyquist. O Doppler contínuo utiliza dois cristais (um envia e outro recebe) para medir a velocidade de fluxo sanguíneo de maneira contínua, permitindo a mensuração acurada de fluxos sanguíneos com alta velocidade. O Doppler colorido

utiliza a tecnologia do Doppler pulsado para a avaliação da velocidade de fluxo em múltiplos locais. A movimentação do fluxo sanguíneo em direção ao transdutor é codificada em vermelho, enquanto o fluxo que se move em direção oposta ao transdutor é azul. Com a aceleração rápida ou a turbulência no fluxo, notamos a cor verde ou um mosaico de cores no monitor. Pela superposição do mapeamento de fluxo em cores à imagem bidimensional do coração, podemos visualizar direção e velocidade do fluxo sanguíneo. Os diferentes tipos de modalidade do Doppler auxiliam nos cálculos de gradientes pressóricos transvalvares, área de orifício valvular regurgitante, estimativa de pressões intracavitárias, *shunts* intracardíacos, avaliação da função sistólica e diastólica e no cálculo do débito cardíaco<sup>18,19</sup>.

A imagem bidimensional (2D) é gerada a partir dos dados obtidos pela 'varredura' eletrônica do feixe de ultrassom através do campo ultrassonográfico. Como na ecocardiografia transesofágica a sonda está localizada no esôfago ou no estômago, as estruturas cardíacas mais próximas ao transdutor são as posteriores e as mais distais, as anteriores.

### TÉCNICAS PARA A CAPTAÇÃO DAS IMAGENS

Conforme a imagem obtida na tela do ecocardiógrafo é possível inferir o posicionamento da sonda no tubo digestivo alto (esôfago ou estômago). A extremidade distal da sonda é flexível e dotada de dois mecanismos de controle que permitem movimentos de anteflexão e retroflexão, além de deslocamentos laterais. Outros movimentos necessários para melhor direcionar o feixe de ultrassom na estrutura incluem o ato de avançar ou retroceder da sonda, além de movimentos de rotação horária ou anti-horária. Atualmente, a maioria das sondas é multiplana, o que permite a avaliação com maior nível de detalhes das estruturas cardíacas, uma vez que é possível, com essa tecnologia, a rotação axial de 0° a 180° no plano de imagem sem a necessidade de deslocamento da sonda (Figura 2).

São quatro os principais posicionamentos da sonda que possibilitam a obtenção da maioria dos cortes ecocardiográficos necessários à avaliação efetiva no intraoperatório. A posição da extremidade do transdutor é orientada levando-se em conta a distância introduzida da sonda a partir da arca-

da dentária superior. Os planos são: esôfago superior (20-25 cm), esôfago médio (30-40 cm), transgástrico (40-45 cm) e transgástrico profundo (45-50 cm). Em cada um dos planos, é possível obter várias imagens ecocardiográficas.

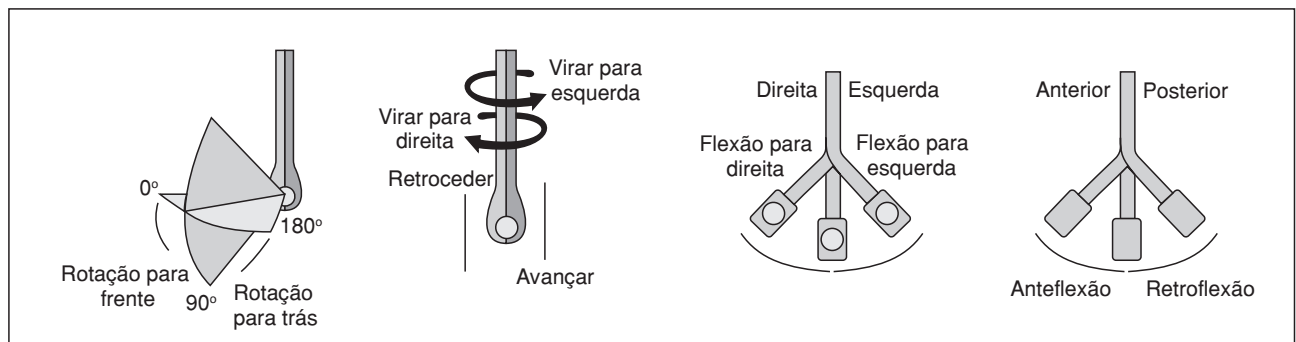
### CUIDADOS NA INTRODUÇÃO DA SONDA

Uma vez tomada a decisão da utilização do ETE no intraoperatório, é possível proceder à inserção da sonda no tubo digestivo logo após a intubação traqueal e correta fixação do tubo endotraqueal. Entretanto, a fim de proporcionar melhor qualidade de imagem, convém aspirar o conteúdo gástrico com uma sonda gástrica usual. Importante ainda que alguns outros cuidados sejam observados antes da inserção da sonda de ETE, conferindo ao método maior nível de segurança: a sonda deve ser inspecionada conferindo-se sua integridade estrutural e limpeza, os controles devem estar destravados e a colocação do bocal (protetor de mordida) não pode ser esquecida, o que permitiria a ocorrência de dano dentário, lesões na língua ou na gengiva. A sonda deve ser lubrificada com gel hidrossolúvel antes de ser introduzida.

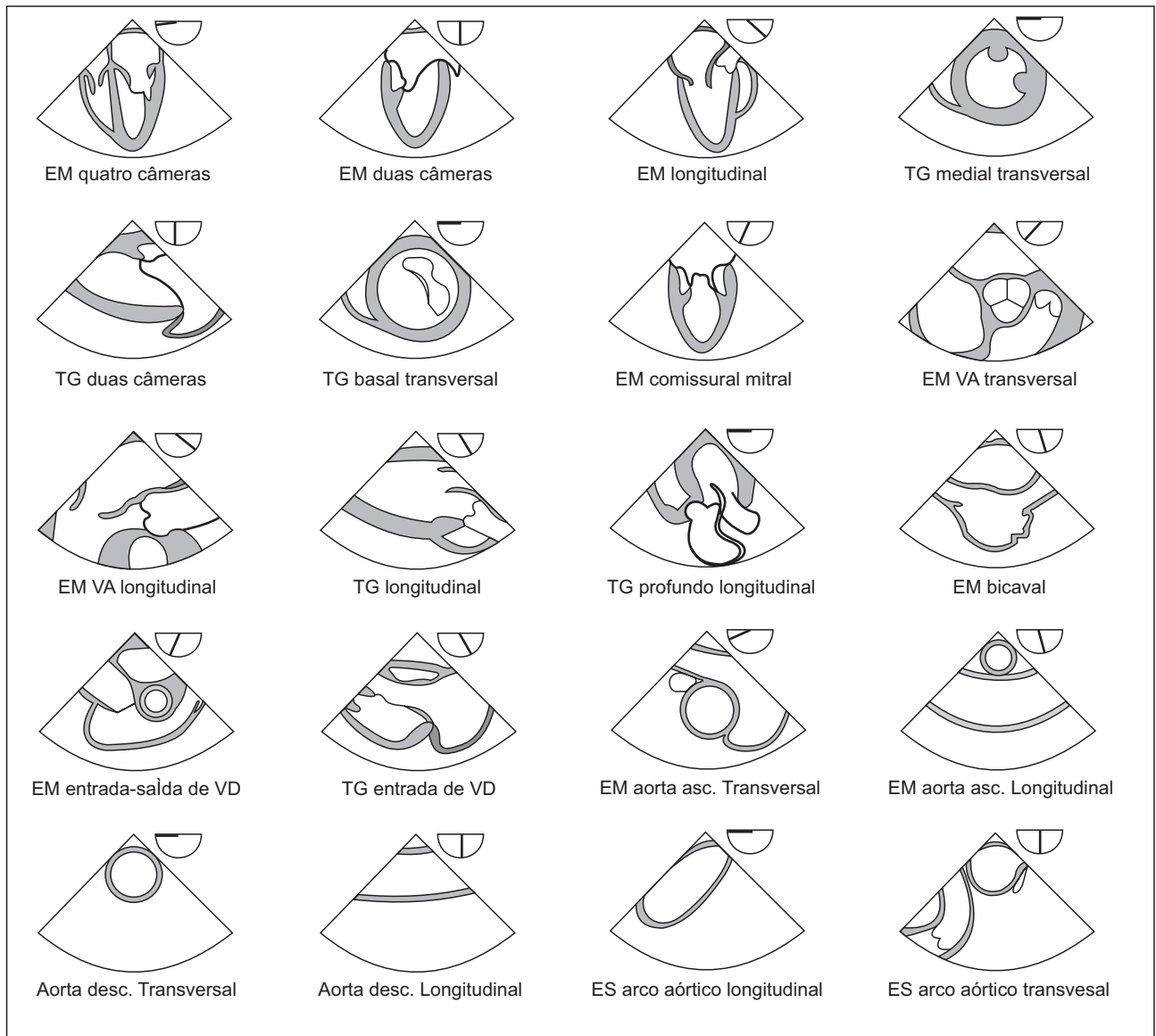
A introdução da sonda através da orofaringe posterior deve ser delicada e sem a percepção de maior resistência, tendo-se o cuidado de posicionar anteriormente os elementos do transdutor. Eventualmente, torna-se necessária uma manobra de tração anterior da mandíbula e, em casos de maior dificuldade e resistência, a inserção pode demandar o auxílio do laringoscópio. Em alguns casos, o balonete do tubo traqueal hiperinsuflado pode dificultar sua passagem.

### PRINCIPAIS CORTES ECOCARDIOGRÁFICOS

Exames diagnósticos por imagem apresentam diferenciados graus de variabilidade interobservadores e a disparidade entre as observações é diretamente proporcional à diferença na capacitação e no treinamento dos operadores<sup>20</sup>. Essa constatação, aliada ao aumento consistente do número de exames realizados no intraoperatório nos Estados Unidos após o esforço de capacitação dos anestesiológicos, determinou a necessidade de se normatizarem os termos descritos e a técnica utilizada, de modo que as observações e os laudos



**Figura 2** – Movimentos de Manipulação da Sonda e do Transdutor para Obtenção das Imagens Ecocardiográficas. Adaptado de Shanewise e col.<sup>22</sup>.



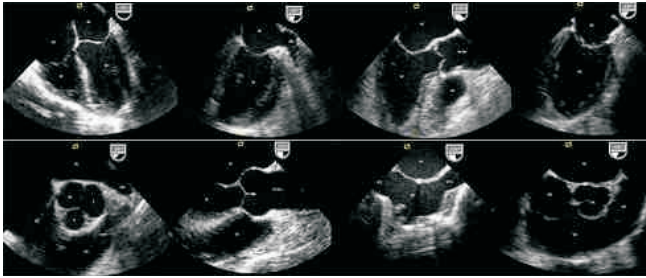
**Figura 3** – Principais Cortes Recomendados para a Realização do ETE no Intraoperatório. EM: esôfago médio, TG: transgástrico, VA: válvula aórtica, VD: ventrículo direito, asc.: ascendente, desc.: descendente, ES: esôfago superior. Adaptado de Shanewise e col.<sup>22</sup>.

emitidos pudessem vir a ter parâmetros de comparação, e consequentemente ser úteis tanto no cotidiano assistencial quanto na pesquisa clínica <sup>21</sup>.

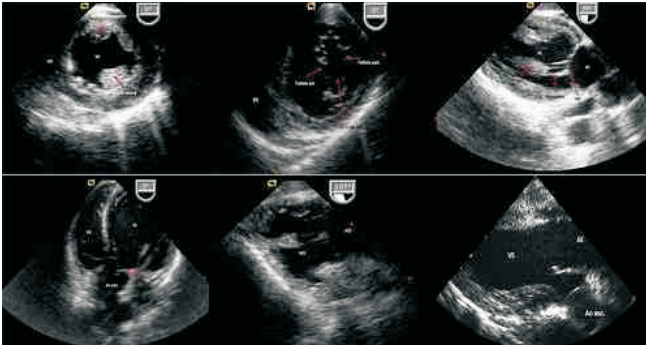
Em 1999, a Sociedade Americana de Ecocardiografia (ASE), em conjunto com a Sociedade de Anestesiologistas Cardiovasculares (SCA), publicou diretrizes para a realização da ETE em que se encontram as recomendações para se efetuar um exame ecocardiográfico transesofágico completo e adequado no intraoperatório <sup>22</sup>. Foi, então, estabelecida uma sistematização na realização do exame que inclui, obrigatoriamente, a análise das cavidades cardíacas, das válvulas e da aorta, tanto com a ecocardiografia bidimensional (2D) quanto com Doppler. Foram estabelecidos 20 padrões de cortes tomográficos do coração e dos grandes vasos (Figura 3), os quais também não podem

deixar de ser realizados sob pena de se deixar escapar alguma alteração significativa. A nomenclatura convencional respeitou o posicionamento do transdutor no tubo digestivo (esôfago superior, esôfago médio, transgástrico e transgástrico profundo), a descrição do plano de imagem (eixo longitudinal e eixo transversal) e a estrutura principal a ser avaliada.

A ordenação na sequência de realização dos cortes tomográficos não ficou estabelecida. No entanto, a maioria dos examinadores prefere iniciar pelos cortes que mais provavelmente forneceriam informações relevantes ao caso clínico em questão e, em seguida, complementar o exame com a aquisição das outras imagens. Os cortes padronizados são geralmente obtidos na maioria dos pacientes e determinam imagens satisfatórias (Figuras 4, 5 e 6). No entanto, obede-



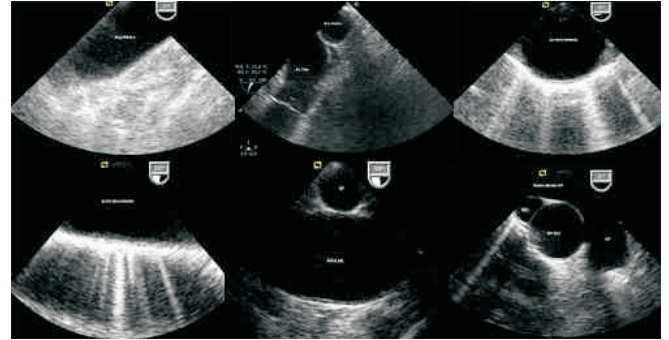
**Figura 4** – Principais Cortes Obtidos Através do Esôfago Médio.



**Figura 5** – Principais Cortes Transgástricos.

cendo às eventuais variações anatômicas, nem sempre é viável a realização completa do exame.

A boa prática impõe que, a cada exame, seja realizada a gravação digital no próprio equipamento das imagens relativas aos cortes realizados, as quais, sempre que possível, devem ser transferidas para uma mídia digital. Essas imagens coletadas são muito úteis como fonte documental possibilitando, inclusive, a comparação de estruturas e função



**Figura 6** – Cortes para Avaliação da Aorta.

em diversos momentos da própria intervenção (pré-CEC, pós-CEC, pós-operatório imediato e tardio).

### INDICAÇÕES E APLICAÇÕES CLÍNICAS

Mesmo antes de 1996, tanto a ASA como a SCA já se preocupavam com as indicações de uso do ETE no intraoperatório, mas somente nesse ano publicaram as primeiras diretrizes com essa finalidade<sup>23</sup>. Na ocasião, foram avaliados 1.884 artigos e 588 foram considerados de alguma forma relevantes ao ambiente perioperatório. Em 2003, outros 118 artigos foram acrescidos à revisão<sup>24</sup>.

As principais indicações foram então agrupadas em três categorias distintas, considerando-se o grau de evidência clínica no efetivo benefício do método (Tabela I). Indicações Classe I são amparadas por evidências fortes ou opinião de especialistas, sendo o ETE frequentemente útil e indicado. Nas indicações de Classe II, sua utilização apresenta menor evidência e consenso entre os especialistas, podendo ser útil na melhora clínica do paciente. Classe III apresenta

**Tabela I** – Principais Indicações para a Utilização da ETE no Perioperatório<sup>23,24</sup>

Classe I	Classes IIa e IIb	Classe III
Instabilidade hemodinâmica aguda de causa incerta	Risco de isquemia miocárdica/Infarto/ Alterações hemodinâmicas	Colocação de cateteres (BIA, CAP)
Reparo valvular	Troca valvular/Cirurgia de Maze	
Cardiopatas congênitas que demandem cirurgias com CEC	Aneurismas e tumores cardíaco/Trombos/ Corpo estranho	Reparo de outras miocardiopatias
Reparo de miocardiopatia hipertrófica Endocardites Cirurgia de Ross	Detecção de embolia aérea/ Avaliação de perfusão miocárdica Avaliação de placas ateromatosas na aorta Avaliação de pericardiectomia/ Embolectomia pulmonar	Reparo cirúrgico de CIA <i>ostio secundum</i> , não complicada
Aneurismas e dissecação aórtica com suspeita de IAo Avaliação para procedimentos no pericárdio (janela pericárdica)	Aneurismas e dissecações aórticas sem suspeita de IAo Trauma cardíaco	Monitorização de embolias em cirurgias ortopédicas
Implante de dispositivos para assistência circulatória	Transplante cardíaco	

CEC: circulação extracorpórea, IAo: insuficiência aórtica, BIA: balão intra-aórtico, CAP: cateter de artéria pulmonar.

evidências insuficientes, com pouca utilização e indicação não consensual.

Recentemente, pela nova diretriz <sup>25</sup>, a ecocardiografia transesofágica intraoperatória deve ser utilizada em todos os pacientes adultos para cirurgia cardíaca com cavidade aberta (por exemplo, procedimentos valvulares) e procedimentos na aorta torácica. Além disso, devemos levar em conta sua aplicação clínica nas cirurgias de revascularização do miocárdio, com o objetivo de confirmar e refinar o diagnóstico pré-operatório, detectar novas patologias, orientar no plano anestésico e cirúrgico, bem como avaliar o resultado cirúrgico.

### AVALIAÇÃO DA INSTABILIDADE HEMODINÂMICA

A avaliação hemodinâmica por meio da ecocardiografia representa um dos principais benefícios do método e é útil tanto no diagnóstico etiológico da instabilidade hemodinâmica (hipovolemia, depressão miocárdica, embolia pulmonar e tamponamento cardíaco) quanto na orientação terapêutica (expansão volêmica, necessidade de inotrópico, vasodilatador, drenagem pericárdica, etc.). Ao ECO, podemos estimar de forma direta a contratilidade global dos ventrículos <sup>26</sup> e o volume intracavitário <sup>27,28</sup>, além de outros parâmetros hemodinâmicos, tais como: pressão sistólica da artéria pulmonar e do ventrículo direito, pressão de átrio esquerdo, pressão diastólica final do ventrículo esquerdo (VE), débito cardíaco e fração de ejeção. Muitas dessas variáveis apresentam boa correlação em comparação com métodos mais invasivos.

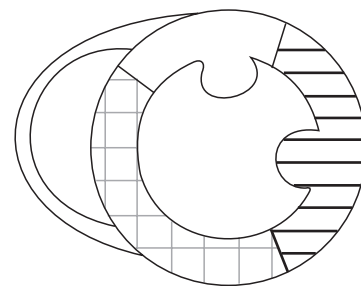
O ETE parece apresentar benefício superior ao uso do cateter de artéria pulmonar no diagnóstico das alterações hemodinâmicas agudas. Reichert e col. <sup>29</sup> estudaram 60 pacientes em pós-operatório de cirurgia cardíaca com hipotensão persistente e significativa. Em 30 pacientes, a etiologia da hipotensão foi alterada pelo ETE prevenindo a reoperação em 16,6% deles, sendo indicada toracotomia exploradora de urgência em dois pacientes. Bergquist e col. <sup>30</sup> relataram que o ETE foi o monitor mais importante na avaliação volêmica em pacientes submetidos à revascularização do miocárdio. Quando considerados todos os tipos de intervenção, a administração de fluidos foi a mais influenciada pelo ETE (30%), seguida pelo cateter de artéria pulmonar (7%).

### MONITORIZAÇÃO DA ISQUEMIA MIOCÁRDICA

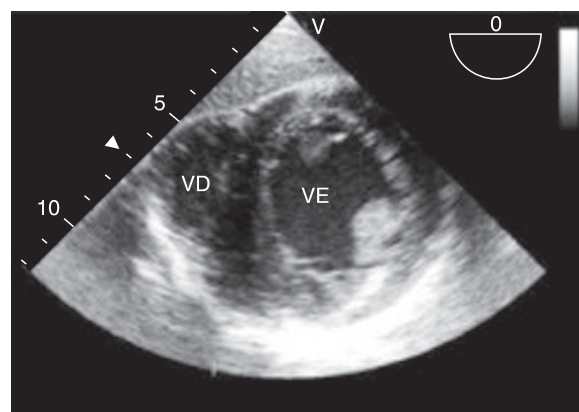
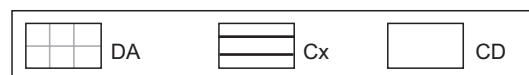
O objetivo da ecocardiografia na monitorização da isquemia miocárdica se baseia na detecção e localização das alterações de contratilidade segmentar do VE. Essas alterações aparecem precocemente (< 1 minuto) após o início de uma perfusão miocárdica inadequada <sup>31</sup>. A análise da contratilidade do VE depende da avaliação visual do espessamento e da movimentação do miocárdio durante a sístole. Áreas que não se espessam durante a sístole ou que não se movem em direção ao centro da cavidade ventricular esquerda

apresentam alterações da contratilidade segmentar. Com a piora na relação entre oferta e consumo de oxigênio miocárdico ocorrem, gradativamente, alterações segmentares que incluem desde hipocinesia leve a grave, acinesia e finalmente discinesia. A ETE tem demonstrado ser o método de monitorização mais sensível e precoce para o diagnóstico de isquemia miocárdica no intraoperatório <sup>32</sup>. O corte mais utilizado para monitorização das alterações segmentares do VE é o transgástrico transversal no nível dos músculos papilares em que podemos visualizar os territórios irrigados pelas três principais artérias coronárias (Figura 7).

Diversos estudos insistem, contudo, na relevância da ETE em detectar e modificar a conduta terapêutica, principalmente na diferenciação entre isquemia, infarto e *stunning*. Cwajg e col. <sup>33</sup> estudaram a espessura da parede ventricular ao final da diástole em 45 pacientes submetidos à revascularização do miocárdio e concluíram que essa medida é um importante marcador, comparável à cintigrafia com TI-201. Verificaram que valores iguais ou abaixo de 0,6 cm excluem a possibilidade de recuperação funcional. A diferenciação entre isquemia e



Corte transgástrico medial transversal



**Figura 7** – Corte Transgástrico Medial Transversal do Ventrículo Esquerdo Demonstrando Áreas do Miocárdio Irrigadas pelas Respectivas Coronárias. DA: descendente anterior; Cx: circunflexa; CD: coronária direita.

*stunning* pode ser essencial no prognóstico, principalmente em cirurgias sem circulação extracorpórea, de modo que, no pós-operatório imediato, a detecção de alterações segmentares da parede ventricular é preditiva de revascularização incompleta.

### AVALIAÇÃO VALVULAR

O método é muito sensível à avaliação anatômica das válvulas, permitindo diagnosticar o mecanismo da disfunção valvar e quantificar o grau de disfunção, dados que influem significativamente na tomada de decisão no tratamento cirúrgico. Permite ainda a avaliação imediata da qualidade do tratamento efetuado. Sheikh e col.<sup>34</sup> observaram 154 pacientes submetidos a cirurgias valvares e puderam constatar a mudança da conduta cirúrgica durante o procedimento em 19% das intervenções, sendo que, em 10 pacientes (6%), o resultado cirúrgico mostrou-se inadequado, determinando reoperação imediata. Brown e col., ao avaliarem 2.076 pacientes submetidos a reparo da válvula mitral, diagnosticaram movimento sistólico anterior em 8,4% dos casos<sup>35</sup>, sendo o ETE fundamental não só para se realizar o diagnóstico, como também para orientar a terapêutica (volume, betabloqueador e vasoconstricção com fenilefrina). Quatro desses pacientes necessitaram de reoperação imediata devido à obstrução importante do trato de saída do ventrículo esquerdo. Outra aplicação de relevância da ETE é no diagnóstico das disfunções das próteses cardíacas<sup>36,37</sup>.

### DETECÇÃO DE PLACAS ATEROMATOSAS NA AORTA

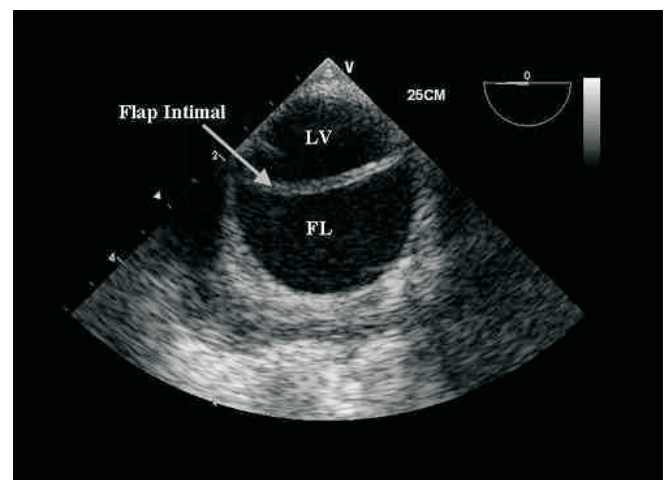
A lesão neurológica focal (AVC) é uma das complicações mais temidas em pós-cirurgia cardíaca. Embora a etiologia seja multifatorial, a presença de placas ateromatosas na aorta tem implicações importantes. Em 130 pacientes com mais de 65 anos submetidos à revascularização do miocárdio com CEC, a presença de placas ateromatosas protrusas mostrou-se como um preditor independente de AVC<sup>38</sup>. O ETE desempenha papel importante na detecção dessas placas e é mais sensível do que a palpação da aorta realizada pelo cirurgião<sup>39,40</sup>. Uma das limitações da ETE é a não visualização da porção distal da aorta ascendente e a região proximal do arco aórtico, local comumente utilizado pelo cirurgião para colocar a cânula arterial. Nessa área, ocorre o aparecimento de uma sombra acústica, produzida pela interposição da traqueia e do brônquio fonte esquerdo. Recentemente, a utilização da ecocardiografia epiaórtica<sup>41</sup> veio suprir essa deficiência da ETE, consistindo em parte da estratégia para se diminuir a embolia cerebral intraoperatória. A presença de placas protrusas com componentes móveis pode colaborar para a mudança da estratégia cirúrgica, como, por exemplo, alteração da técnica de colocação da cânula arterial, utilização de cânulas arteriais com filtro de proteção e até mesmo na realização da cirurgia sem CEC, caso o procedimento assim o permita<sup>42</sup>.

### DISSECÇÃO AÓRTICA

O ETE tem uma acurácia comparável com a tomografia computadorizada e a ressonância nuclear magnética no diagnóstico das dissecções aórticas<sup>43</sup>. Trata-se de um método importante na identificação do *flap* intimal (Figura 8), na determinação do sítio de entrada e reentrada, na diferenciação entre a luz verdadeira e a falsa luz e na detecção de trombo intramural<sup>44</sup>. A diferenciação entre luz verdadeira e falsa luz pode ser difícil em alguns pacientes. A luz verdadeira expande durante a sístole e diminui na diástole. Em geral, a falsa luz apresenta contraste de eco espontâneo e trombo em seu interior. Ao Doppler colorido, notamos fluxo na luz verdadeira e lentificação ou ausência de fluxo na luz falsa. Em muitos casos, a falsa luz é maior do que a verdadeira. As complicações da dissecção também podem ser avaliadas pelo ETE e incluem derrame pericárdico, presença e severidade da insuficiência aórtica, além de alteração da contratilidade segmentar por envolvimento coronariano.

### CARDIOPATIA CONGÊNITA

O avanço tecnológico possibilitou a disponibilidade das sondas pediátricas, fato fundamental para o emprego do método em cirurgias de cardiopatia congênita em crianças, principalmente por ter auxiliado no diagnóstico de anomalias previamente não diagnosticadas ao eco transtorácico, assim como na melhor especificação do tipo de lesão, no direcionamento de *shunts*, tamanho de cavidades, grau de disfunção e outras anomalias associadas<sup>45</sup>. Stevenson e col.<sup>46</sup> estudaram 230 pacientes submetidos à correção cirúrgica de cardiopatias congênitas e puderam observar ao ETE que 7% deles apresentavam defeitos cardíacos residuais ao término do procedimento, determinando novas intervenções para correção.



**Figura 8** – Corte Transversal da Aorta Descendente Mostrando Linha de Dissecção com *flap* intimal. LV: Luz verdadeira, FL: falsa luz.

## DETECÇÃO DE AR INTRACARDÍACO

A ETE é um método sensível para detectar a presença de ar intracardíaco e auxiliar sua remoção antes da saída de circulação extracorpórea. A embolia aérea nas cavidades esquerdas pode causar lesão neurológica, disfunção ventricular transitória e arritmias. Um achado comum de embolização aérea é a presença de disfunção ventricular direita transitória na saída de CEC, devido à embolização de ar para artéria coronária direita <sup>47</sup>. Os locais mais frequentes de acúmulo de ar são: ponta do ventrículo esquerdo, átrio esquerdo, apêndice atrial esquerdo e veias pulmonares.

## OUTRAS AVALIAÇÕES ÚTEIS

Ainda fazem parte do repertório de potenciais benefícios do ETE na cirurgia cardíaca: detecção de trombos intracavitários, auxílio no posicionamento de cânulas e cateteres intravasculares (balão de contrapulsção aórtico, cateter venoso central, cânula de veia cava inferior <sup>48</sup> e de seio venoso coronariano), diagnóstico de embolia pulmonar <sup>49</sup>, implante e avaliação dos dispositivos de assistência circulatória <sup>50</sup> e na verificação das anastomoses em transplantes cardíacos.

## CONTRAINDICAÇÕES

Já na visita pré-anestésica, eventuais contraindicações ao exame devem ser pesquisadas e consideradas em conjunto com o planejamento da anestesia. As principais contraindicações estão relacionadas às patologias de orofaringe, esôfago ou estômago. As contraindicações absolutas e relativas encontram-se discriminadas na Tabela II. Apesar de ser considerada uma contraindicação relativa, pacientes com varizes esofagianas grau 1 ou 2, sem episódios recentes de hemorragia, podem realizar a ETE com segurança, devendo ser evitada a realização dos cortes transgástricos <sup>51</sup>.

## COMPLICAÇÕES

A ecocardiografia transesofágica é considerada um procedimento semi-invasivo e com baixo risco de complicações. Porém, o anestesiológico precisa conhecer os tipos de complicações e seus fatores predisponentes, a fim de prevenir sua ocorrência <sup>52,53</sup>. Em um estudo retrospectivo, Kallmeyer e col. <sup>54</sup> avaliaram 7.200 pacientes submetidos à cirurgia cardíaca e observaram 0,2% de morbidade e nenhuma morte no grupo estudado. Em outro estudo multicêntrico <sup>55</sup> envolvendo 10.218 pacientes submetidos à ETE, ocorreu apenas um caso fatal em decorrência de perfuração esofágica. As complicações resultantes do ETE no intraoperatório estão relacionadas ao trauma direto de via aérea e esôfago ou aos seus efeitos indiretos (Tabela III). Em crianças, mesmo a sonda de calibre adequado pode, ocasionalmente, obstruir

**Tabela II** – Contraindicações Absolutas e Relativas ao uso de ETE

Absolutas
† Estenose do esôfago
† Grandes divertículos esofagianos
† Tumores esofagianos
† Sutura esofágica recente
† Interrupções esofagianas conhecidas
Relativas
† Hérnia hiatal sintomática
† Esofagite grave
† Coagulopatias
† Varizes esofagianas
† Hemorragia gastrointestinal não diagnosticada

**Tabela III** – Complicações ao ETE

Trauma direto
† Lacerações
† Queimaduras
† Sangramento esofágico
† Disfagia
† Paralisia de cordas vocais
Efeitos indiretos
† Alterações hemodinâmicas
† Hipertensão
† Hipotensão
† Arritmias
† Alterações pulmonares
† Broncoespasmo
† Erro de interpretação
† Desatenção no cuidado ao paciente

a via aérea distal ao tubo endotraqueal ou comprimir a aorta descendente <sup>56</sup>.

## CONCLUSÕES

A ecocardiografia transesofágica é um exame diagnóstico por imagem seguro e de baixo risco que há algumas décadas vem sendo utilizado no intra e pós-operatório de cirurgias cardíacas. A disponibilidade de informações anatômicas e fisiológicas com riqueza de detalhes, em tempo real, tornou o método superior aos outros monitores cardiovasculares. A ETE é capaz de fornecer dados que irão ditar a estratégia cirúrgica e a conduta anestésica, além de possibilitar a avaliação imediata do resultado operatório. As principais limitações ao seu uso rotineiro estão relacionadas ao custo do equipamento e à necessidade de um profissional com treinamento adequado para sua realização. O anestesiológico, uma vez habilitado ao método, amplia seu papel no contexto da medicina perioperatória, fornecendo informações clínicas vitais para a condução do ato anestésico-cirúrgico. Fundamentados em todos os benefícios apresentados neste artigo e diante dos baixos riscos da técnica, os autores corroboram as atuais diretrizes de utilização da ETE intraoperatória em pacientes submetidos a cirurgias cardíacas.



## REFERÊNCIAS / REFERENCES

01. 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.
02. 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.
03. 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.
04. 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.
05. 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.
06. Eltzschig HK, Rosenberger P, Loffler 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.
07. 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.
08. 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.
09. Eltzschig HK, Rosenberger P, Loffler 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.
10. 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.
11. 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.
12. 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.
13. 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.
14. 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.
15. Kossoff G – Basic physics and imaging characteristics of ultrasound. *World J Surg*, 2000;24:134-142.
16. Wells PN – Physics and engineering: milestones in medicine. *Med Eng Phys*, 2001;23:147-153.
17. Lawrence JP – Physics and instrumentation of ultrasound. *Crit Care Med*, 2007; 35(8/suppl):s314-322.
18. 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.
19. Poelaert JI, Shupfer G – Hemodynamic monitoring utilizing transesophageal echocardiography: the relationships among pressure, flow, and function. *Chest*, 2005;127:379-390.
20. 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.
21. 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.
22. 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.
23. 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.
24. 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.
25. Thys DM, Abel MD, Brooker FR, et al. – Practice guidelines for perioperative transesophageal echocardiography. *Anesthesiology*, 2010;112:1084-1096.
26. London MJ – Assessment of left ventricular global systolic function by transesophageal echocardiography. *Ann Card Anaesth*, 2006;9:157-163.
27. 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. Zoghbi 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. Eltzhig 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, Shernan SK, Body SC et al. – Utility of intraoperative transesophageal echocardiography for diagnosis of pulmonary embolism. *Anesth Analg*, 2004;99:12-16.
50. Chumanvej 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.

---

**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.