

## Artigo de Revisão

# Estado Atual da Ecocardiografia Transesofágica nos Pacientes com Cardiopatia Congênita

Andressa Mussi Soares, Samira Morhy Borges Leal, José L. Andrade

**Instituições:**

Seção de Ecocardiografia Pediátrica da Divisão de Imagem do Instituto do Coração (InCor) HC – FMUSP

**Correspondência:**

José Lázaro de Andrade  
Av. Dr. Eneas de Carvalho Aguiar, 44  
São Paulo - SP - CEP 05403-000

**Descritores:**

Ecocardiografia transesofágica, Cardiopatia congênita, Métodos diagnósticos

## INTRODUÇÃO

A utilização da ecocardiografia transesofágica vem se ampliando no campo da cardiologia pediátrica em virtude dos avanços tecnológicos alcançados com o desenvolvimento de transdutores menores e de alta qualidade. Este método seguro pode oferecer muitas informações no diagnóstico da cardiopatia, na avaliação intra-operatória, na unidade de terapia intensiva e no laboratório de hemodinâmica, auxiliando a realização de procedimentos intervencionistas.

Assim como a cardiologia pediátrica vem evoluindo, métodos diagnósticos aprimoram-se e devem ser acoplados na prática clínica, na tentativa de complementar ainda mais a avaliação destas cardiopatias, por vezes tão complexas.

## HISTÓRICO

A ecocardiografia transesofágica (ETE) foi introduzida inicialmente por Frozin *et al.*<sup>1</sup> em 1976.

Em 1989 ocorreu sua primeira utilização em pacientes pediátricos<sup>2,3,4</sup>.

Desde a introdução da técnica transesofágica há mais de 20 anos, uma variedade de modificações nos transdutores vem sendo desenvolvida para proporcionar um diagnóstico mais preciso e um melhor acompanhamento das cardiopatias. A introdução do transdutor biplanar ofereceu informações adicionais ao monoplanar. O transdutor monoplanar possibilitava apenas a visualização do plano transversal do coração em relação ao esôfago, limitando a análise adequada das estruturas mais distais tanto anteriores como posteriores<sup>3</sup>.

A utilização do transdutor biplanar em crianças foi inicialmente realizada por Ritter *et al.*<sup>5</sup> em 1991, com os planos transversal e longitudinal acoplados em dois transdutores diferentes. Em uma série de exames pediátricos realizados por aqueles autores e posteriormente por Lam *et al.*<sup>6</sup>, observou-se que o plano longitudinal adicionava informações importantes ao estudo ecocardiográfico.

Desde 1994, transdutores pediátricos biplanares montados em um único endoscópio de 7 mm a 10 mm de diâmetro têm sido utilizados de maneira segura em crianças com peso maior ou igual a 3 Kg<sup>7</sup>. Devido à complexidade da cardiologia pediátrica, às vezes é necessário a utilização da ETE em pacientes com peso inferior a 3 Kg, principalmente em avaliações intraoperatórias. Para tanto se tem tentado desenvolver transdutores em endoscópios com diâmetros menores. Lam *et al.*<sup>8</sup> em 1997, demonstraram a utilização de um transdutor de

4 mm de diâmetro em 136 pacientes, sendo 10 neonatos com peso menor ou igual a 3Kg. A limitação deste pequeno transdutor era a possibilidade de obtenção apenas do plano transversal<sup>8</sup>.

Os transdutores multiplanares estão comercialmente disponíveis desde 1992<sup>9</sup> e são superiores tecnicamente aos biplanares<sup>10</sup> pois se constituem de um grupo de elementos piezo-elétricos que giram até 180°, produzindo imagens contínuas entre os planos transversal e longitudinal. Devido ao grande diâmetro destes transdutores (cerca de 12mm x 18mm ou 11mm x 15mm), seu uso fica restrito aos pacientes com peso superior a 15Kg. Sloth *et al.*<sup>11</sup> demonstraram a utilização de um protótipo de transdutor multiplanar miniaturizado em 15 crianças com peso variando de 4,9Kg a 63Kg e idade de 96 dias a 11 anos, obtendo excelentes imagens.

Em 1999, Shiota *et al.*<sup>12</sup> estudaram 25 pacientes durante o intra-operatório utilizando também um protótipo de transdutor transesofágico micro-multiplanar, em pacientes com idade variando de 1 dia a 36 anos e peso de 2,8 Kg a 80,4 Kg, concluindo que o transdutor é seguro e de alta aplicabilidade em crianças e adultos.

Desta forma, é grande o empenho tecnológico para o aprimoramento destes pequenos transdutores biplanares e multiplanares para que possibilitem uma maior abrangência da ecocardiografia transesofágica na população pediátrica.

## TÉCNICA DO EXAME

### Operador

A ETE é um procedimento semi-invasivo devendo ser realizado por médico com conhecimento na técnica transesofágica, em cardiologia pediátrica e em cuidados intensivos<sup>13</sup>.

A Sociedade de Ecocardiografia Pediátrica e a Sociedade Americana de Ecocardiografia publicaram normas necessárias para treinamento e realização do estudo transesofágico pediátrico<sup>14,15</sup>.

Alguns aspectos podem ser sumarizados:

1. A ETE é complementar a ecocardiografia transtorácica (ETT), portanto o operador deve dominar a técnica transtorácica e os diagnósticos em cardiopatias congênitas.

2. Por ser um exame semi-intensivo é necessário habilidade em intubações endoscópicas, sedação do paciente e reanimação cardio-vascular. São recomendadas aproximadamente 30 intubações supervisionadas pelo ecocardiografista experiente.
3. Realização de 30 a 50 exames transesofágicos supervisionados, incluindo o uso de transdutor biplanar e multiplanar.

Todas essas recomendações são baseadas na experiência de diversos grupos<sup>16</sup>. Stevenson *et al.*<sup>17</sup> examinaram a qualidade dos estudos transesofágicos intra-operatórios, observando o número de defeitos residuais e o número de retorno à circulação extra-corpórea (CEC), entre os exames realizados por médicos considerados habilitados e por não habilitados segundo as normas da Sociedade Americana de Ecocardiografia. O número de defeitos residuais detectados foi muito maior nos exames realizados por operadores considerados habilitados.

Muitas são as controvérsias em torno da aptidão para a realização do ecocardiograma transesofágico pediátrico, mas existe um consenso na literatura em relação à necessidade do treinamento apropriado para realizá-lo, independente da formação básica do médico<sup>18</sup>.

### Preparo do Paciente:

Deve-se avaliar os antecedentes pessoais quanto a:

- dificuldade de engolir
- sangramento gastrointestinal
- anomalias ou cirurgias esofágicas
- uso de medicamentos
- alergias

Após conhecimento dos antecedentes pessoais e confirmação do jejum (de 4h para lactentes e 8h para crianças maiores e adultos), punciona-se uma veia periférica do paciente para a sedação. É necessária a monitorização completa do paciente (saturometria, esfigmomanômetro, ECG) e materiais necessários para qualquer intercorrência (aspirador, oxigênio, material e drogas de reanimação cardio-vascular). O paciente é colocado preferencialmente em decúbito lateral esquerdo,

para evitar aspirações oro-traqueais, e sua cabeça é fletida levemente durante a passagem do transdutor lubrificado com gel anestésico, sendo introduzido na hipofaringe (já anestesiada com medicação tópica) e direcionado ao esôfago. O posicionamento correto do transdutor é orientado pela imagem bidimensional.

As contra-indicações absolutas à realização do exame são: sangramento ativo gastrointestinal, úlceras gastroesofágicas perfuradas, estreitamento ou obstrução do esôfago e insuficiência respiratória importante. Já as contra-indicações relativas estão relacionadas às varizes ou divertículo de esôfago, cirurgia recente de esôfago, distorções orofaríngeas, deformidades na coluna cervical e coagulopatia importante<sup>19</sup>. Em casos de contra-indicação relativa, ou em que haja dificuldade para a progressão do transdutor, pode ser realizada laringoscopia direta guiando o posicionamento da intubação esofágica<sup>20</sup>.

## Medicamentos:

### Anestesia tópica:

Os aerosóis sprays (lidocaína ou benzocaína) minimizam os engasgos e o risco de laringoespasma. Devem ser aplicados cerca de 5 minutos antes do procedimento (pico anestésico = 2 a 5 min, tempo de duração = 30 a 45 min).

### Agentes anticolinérgicos:

(exemplo: glycopyrolato):

Diminuem a salivagem e a motilidade gastrointestinal, diminuindo o risco de aspiração de secreção durante o procedimento. Não são usados de rotina, provavelmente devido ao alto índice de efeitos colaterais como retenção urinária, secura na boca e dor na garganta.

### Sedação e amnésia:

Em nossa instituição o midazolam é usado rotineiramente devido ao seu efeito anestésico iniciar-se rapidamente e se manter por cerca de 30 a 45 minutos (tempo suficiente para o exame) e pela amnésia provocada por este medicamento; além disso pode ter sua ação rapidamente revertida pelo naloxone (dose de 2mg/dose em crianças > 5anos

e adultos, podendo ser repetida). A dose do midazolam preconizada para se iniciar a sedação é 0,05 a 0,1 mg/Kg endovenosa, seguida de infusões adicionais caso seja necessário durante o procedimento. Hipotensão arterial e depressão respiratória são efeitos colaterais desta droga, mas são raramente observados quando a droga é utilizada na dose referida. Em alguns pacientes, sobretudo os com cardiopatias cianogênicas de mais difícil sedação, pode ser necessário a associação de agentes narcóticos de curta duração como o fentanyl na dose de 1 a 3 mg/Kg. Nestes casos os cuidados com a monitorização respiratória e hemodinâmica devem ser ainda maiores.

Outra droga preconizada é o propofol, que deverá ser dada em bolus repetidos (1,5 a 6,5 mg/Kg) ou em infusão contínua (0,01 a 0,30 mg/Kg/min) após a dose de ataque, uma vez que a sua meta-bolização é bastante rápida. Esta medicação também produz amnésia retrógrada<sup>21</sup>.

## INDICAÇÕES DO ETE

### 1. Diagnóstico:

O ecocardiograma transesofágico deve ser utilizado para melhor definição diagnóstica da cardiopatia, nas seguintes situações:

#### a. Melhor avaliação anatômica em algumas cardiopatias congênitas específicas:

A ETE é superior a ETT na identificação de forame oval patente, sendo seu diagnóstico muito importante nos casos de eventos embólicos centrais ou periféricos<sup>22</sup>. A avaliação de aneurisma de fossa oval também é mais adequada, e a sua presença também tem sido sugerida em associação com embolia paradoxal<sup>23</sup>. A classificação, dimensão e localização do defeito septal atrial, principalmente em pacientes adultos e os com definição transtorácica inadequada, é feita de maneira clara pela ETE. A sensibilidade da ETE é superior a da ETT na avaliação das conexões venosas em crianças como demonstrado por Stumper *et al.*<sup>24</sup>

| Tipo de Conexão | Sensibilidade |     |
|-----------------|---------------|-----|
|                 | ETE           | ETT |
| Sistêmica       | 100%          | 34% |
| Pulmonar        | 100%          | 45% |

A dissecação de aorta deve ser pesquisada em situações específicas na prática clínica da cardiopediatria, ou seja, em algumas condições que podem cursar com doença da camada média da aorta e evoluir com dissecação como: na necrose média cística, nas síndromes de *Marfan*, *Ehlers-Danlos*, *Turner* e na coarctação de aorta.

Em um estudo multicêntrico<sup>25</sup>, a sensibilidade e a especificidade da ETE para a detecção de dissecação de aorta foram de 99% e 88% respectivamente. Tais valores são equivalentes ou superiores aos obtidos pela tomografia computadorizada e a angiografia.

A maioria dos outros defeitos congênitos é bem definida pela ETT, devido à facilidade de obtenção de imagens na população pediátrica.

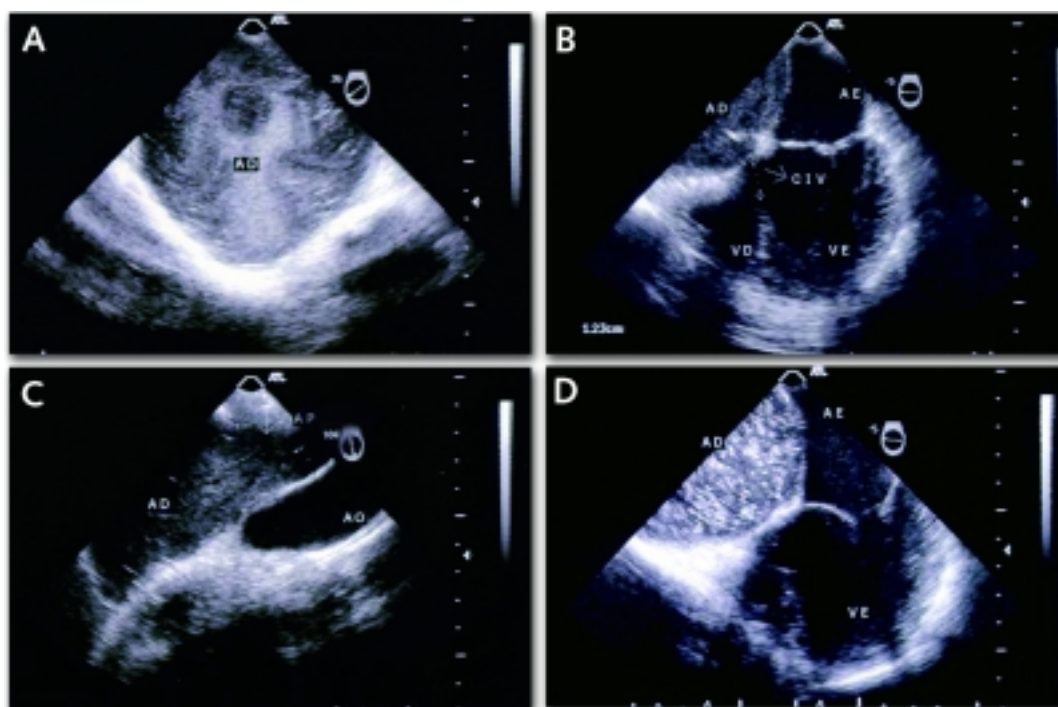
*b. Necessidade de maiores informações anatômicas e hemodinâmicas nos casos em que o ecocardiograma transtorácico for inadequado ou subótimo, principalmente em crianças com deformidades torácicas ou com obesidade e em*

*adultos com cardiopatias congênitas (CIA, Forame Oval, Conexão Anômala de Veias Pulmonares, Cor Triatriatum, Transposição Corrigida das Grandes Artérias e na melhor caracterização morfológica da Anomalia de Ebstein).*

*c. Confirmação ou exclusão de uma suspeita diagnóstica clínica relevante não demonstrada pela ETT<sup>26</sup>.*

*d. Acompanhamento de adolescentes e adultos no pós-operatório tardio de Tetralogia de Fallot, Cirurgia de Senning, Rastelli, Ross, Fontan<sup>27</sup> (Figura 1).*

Em nossa instituição, foram realizados estudos ecocardiográficos transtorácicos e transesofágicos comparativos em 17 pacientes no pós operatório tardio de cirurgia de Fontan (anastomose cavo-pulmonar total). O ETT não detectou contraste espontâneo em nenhum paciente e trombo em



**Figura 1:** ETE em paciente no pós operatório tardio de cirurgia de Fontan-Kreutzer (anastomose átrio-pulmonar). **A:** Plano transversal demonstrando o intenso contraste espontâneo no interior do átrio direito (AD). **B:** Plano transversal 4 câmaras, onde se visibiliza ausência de conexão átrio-ventricular direita, dilatação do AD, hipoplasia do ventrículo direito (VD), comunicação interventricular (CIV), átrio esquerdo (AE) e ventrículo esquerdo (VE). **C:** Plano longitudinal onde se demonstra a anastomose da artéria pulmonar (AP) no teto do AD. **D:** Plano transversal 4 câmaras demonstrando intensificação do contraste no AD após injeção venosa periférica de solução salina.



apenas um (6%). Já ao ETE observou-se contraste espontâneo em 16 (94%), e trombo em 2 (12%). Nenhum destes pacientes estava anti-coagulado à época dos exames. Uma menor sensibilidade do ETT na detecção de contraste espontâneo e trombos em relação ao ETE foi confirmada nesta avaliação, enfatizando a importância da técnica esofágica no manuseio e conduta terapêutica dos pacientes em pós-operatório tardio.

e. *Avaliação de trombos, massas, vegetações, abscessos e próteses*<sup>28</sup>.

## 2. Intra-operatória:

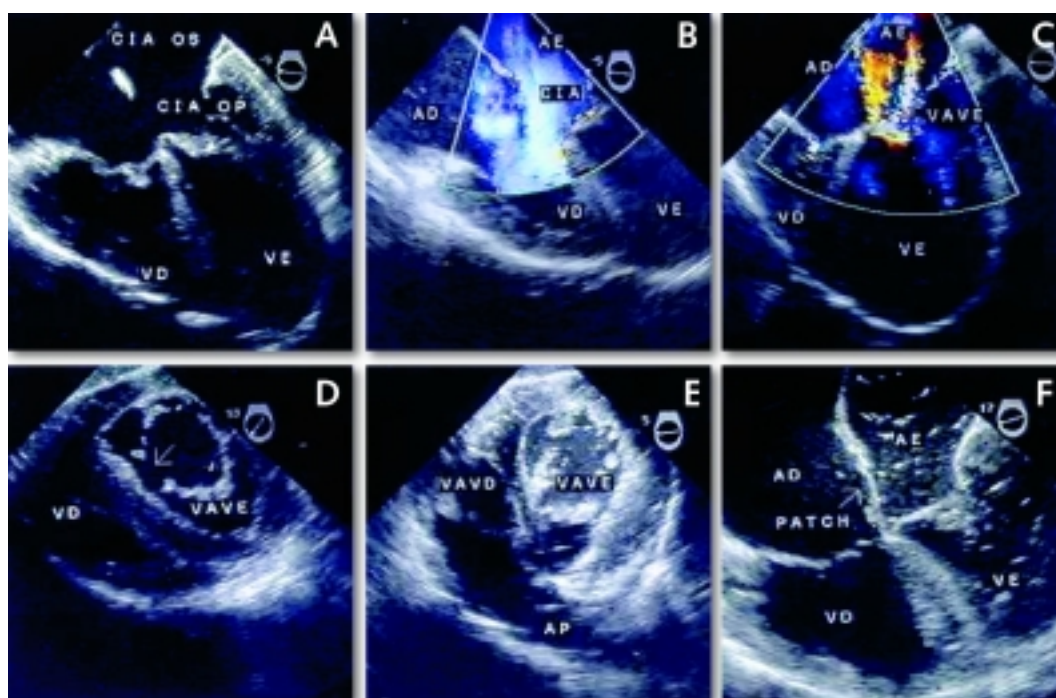
Até a década de 80, a ecocardiografia intra-operatória era realizada através da técnica epicárdica, uma vez que os transdutores esofágicos ainda não eram disponíveis. A análise anatômica adequada e o diagnóstico de lesões residuais eram possíveis por esta técnica. Porém, algumas desvantagens deste método podem ser listadas:

1. A obtenção da imagem depende da experiência do examinador.
2. Arritmias e alterações hemodinâmicas podem ocorrer pela compressão ou manipulação direta do transdutor sobre o coração.
3. Risco de infecção, devido à colocação do transdutor no campo cirúrgico.
4. Interrupção do ato cirúrgico para a obtenção das imagens (esta se constitui na maior limitação do método).

A ETE tem a vantagem em relação ao epicárdio de não comprometer o campo cirúrgico e de ser um estudo completo e contínuo pois não tem limitação de janelas (*Figura 2*). A desvantagem da ETE é a de não poder ser realizada em crianças abaixo de 2,5 Kg-3 Kg, onde a indicação epicárdica prevalece<sup>29</sup>.

## Indicação de ETE intra-operatório para cardiopatias congênitas<sup>29, 30</sup>:

- Defeitos atriais tipo seio venoso.



**Figura 2.** ETE intra-operatório de paciente com Defeito do Septo Atrioventricular Parcial tipo Comunicação Interatrial (CIA): **A:** Plano transversal 4 câmaras evidenciando a CIA ostium primum (OP), a CIA ostium secundum (OS) e a valva atrioventricular. **B:** Mapeamento de fluxo em cores através da CIA OP. **C:** Mapeamento de fluxo em cores detectando 2 jatos de regurgitação da valva atrioventricular esquerda (VAVE). **D:** Plano transgástrico evidenciando a fenda da VAVE. **E:** Plano transgástrico demonstrando a VAVE após correção cirúrgica. **F:** Plano transversal após correção da CIA OP e OS com patch de pericárdio bovino. AD= átrio direito; AE= átrio esquerdo; VAVD = valva atrioventricular direita; VD= ventrículo direito; VE=ventrículo esquerdo.

- Comunicação interventricular.
- Defeito do septo atrioventricular.
- Plástica das valvas atrioventriculares e ventrículo-arteriais.
- Obstruções da via de saída ventrículos direito e esquerdo.
- Tetralogia de Fallot.
- Cirurgia de Jatene/Senning.
- Anastomoses cavo-pulmonares.
- Tubos ventrículo-pulmonares.
- Cardiopatias complexas—correção de múltiplas lesões.

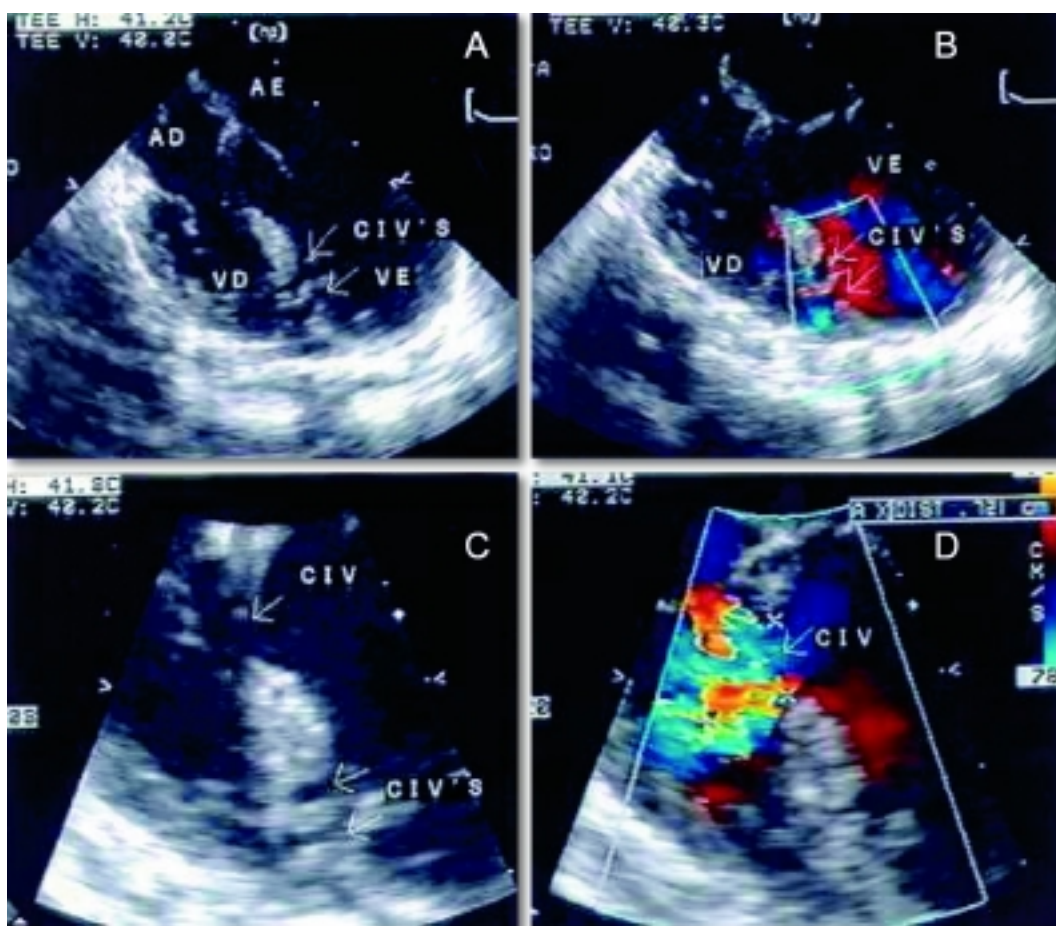
### Avaliação Pré-Operatória

A ETE imediatamente antes das cirurgias cardíacas congênitas fornece benefícios já extensivamente demonstrados<sup>31, 32</sup> como:

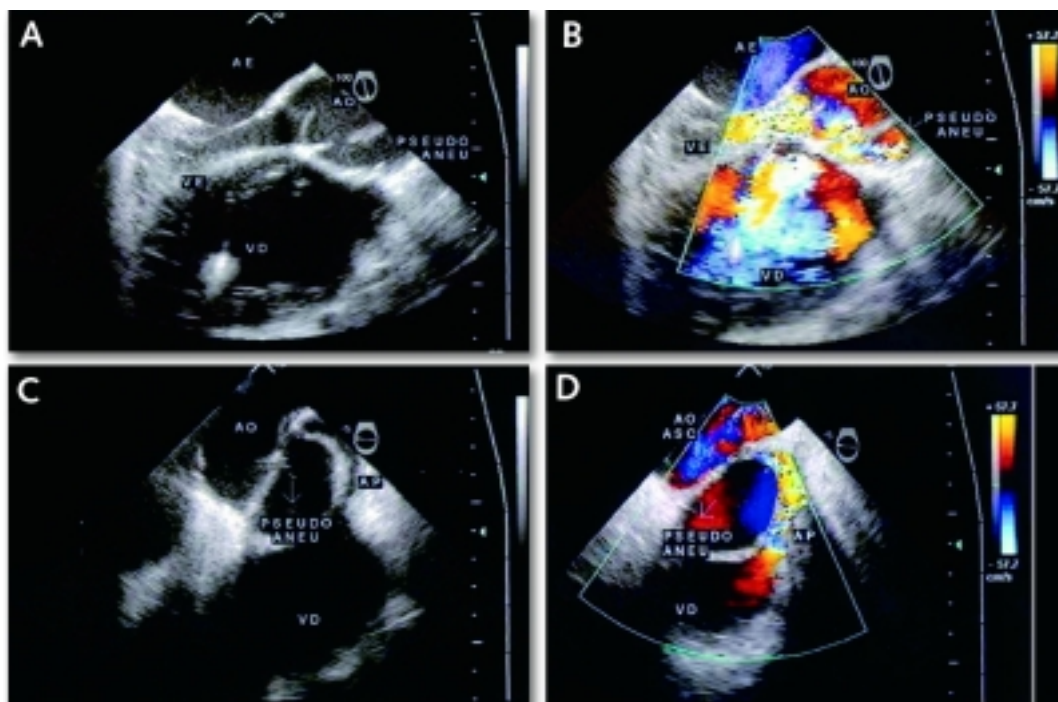
1. Detecção de defeitos cardíacos não diagnosticados previamente pelo ETT. (como por exemplo, presença de comunicações interventriculares múltiplas). (Figura 3).
2. Confirmação da anatomia e familiarização do observador com as imagens do paciente.
3. Demonstração da morfologia cardíaca em tempo real, possibilitando a equipe cirúrgica a visualização dos defeitos e a indicação da melhor técnica corretiva a ser empregada. (Figura 4).
4. Avaliação hemodinâmica e da função cardíaca<sup>33</sup>.

### Avaliação Pós-Operatória

1. Avaliação e quantificação das lesões residuais.
2. Avaliação hemodinâmica da pré-carga e monitorização da função ventricular global



**Figura 3.** ETE intra-operatório em paciente com Comunicação Interventricular (CIV), evidenciando CIV's múltiplas apicais. **A:** Plano transversal de 4 câmaras demonstrando as CIV's apicais. **B:** Shunt da esquerda para direita pelo mapeamento de fluxo em cores através das CIV's apicais. **C:** Imagem ampliada da CIV muscular de via de entrada e das CIV's apicais. **D:** Mapeamento de fluxo em cores da CIV muscular de via de entrada. AD= átrio direito; AE=átrio esquerdo; VD= ventrículo direito; VE= ventrículo esquerdo.



**Figura 4.** ETE de paciente no pós-operatório tardio de Cirurgia de Ross. **A:** Plano longitudinal demonstrando a via de saída do ventrículo esquerdo - aorta. O pseudoaneurisma é detectado logo acima do plano valvar aórtico. **B:** Mesmo plano, com mapeamento do fluxo em cores demonstrando passagem do fluxo para dentro do pseudoaneurisma na sístole. **C:** Plano transversal no esôfago alto, demonstrando a via de saída do VD. Observa-se o pseudoaneurisma comprimindo extrinsecamente a artéria pulmonar (AP). **D:** Mesmo plano anterior, demonstrando fluxo turbulento ao mapeamento de fluxo em cores, indicando presença de estenose. Ao asc = aorta ascendente; AE = átrio esquerdo; Ao= aorta; VE= ventrículo esquerdo; VD= ventrículo direito.

e segmentar<sup>33,34</sup>, auxiliando diretamente a terapia utilizada pelo anestesista na saída da circulação extra-corpórea (CEC).

3. Identificação de ar intramiocárdico que pode ser a causa de baixo débito cardíaco e disfunção ventricular após a correção cirúrgica.

O grande impacto da ETE na sala cirúrgica é a detecção de defeitos residuais importantes que muitas vezes não são suspeitados, por não impedirem a saída da CEC, e que podem comprometer gravemente o pós-operatório imediato ou tardio destes pacientes. Esta importância tem sido demonstrada por diversos autores. Stevenson *et al.*<sup>35</sup> avaliaram 230 crianças após cirurgia cardíaca com CEC. A detecção de lesões residuais promoveu retorno à CEC em 7,5% (17/230) dos pacientes. Destes, 32% tinham obstrução da via de saída do ventrículo esquerdo, 6,4% comunicação interventricular (CIV) residual, 3% lesão valvar aórtica, 6% defeitos residuais na

cirurgia de Jatene. Todos esses pacientes tiveram suas lesões confirmadas à inspeção cirúrgica.

Numa revisão de Bengur *et al.*<sup>29</sup>, de 493 pacientes operados com cardiopatia congênita 34 (6,9%) retornaram à revisão cirúrgica por indicação do ETE pós CEC. Destes, os defeitos que mais necessitaram reavaliação foram: tronco arterial comum (16,6% - 1 de 6 operados), CIV (15,7% - 12/77), transposição das grandes artérias após cirurgia de Jatene (14,8% - 4/27), plástica de valva mitral (14,3% - 2/14), anastomose cavo-pulmonar (12,1% - 4/33), obstrução da via de saída de ventrículo direito (11,6% - 5/43), defeito do septo atrioventricular (5,8% - 3 de 52 operados).

Em subsequente análise, Stevenson<sup>36</sup> ampliou sua avaliação para 667 estudos com ETE, observando retorno a CEC de 6,6% (44 pacientes), similar à primeira avaliação.

Resultados similares foram obtidos por Muhiudem e Silverman<sup>37</sup> (7,5%) e por Martins (11,4%)<sup>30,38</sup>. Em recente revisão em nosso serviço, no período



de agosto/2000 a fevereiro/2002 foram realizados 194 exames intra-operatórios, sendo detectadas lesões residuais com retorno a CEC em 11 pacientes (5,7%). Os defeitos encontrados foram: obstrução infundibular na via de saída do ventrículo direito (4), obstrução na artéria pulmonar por pseudoaneurisma em pós-operatório de Cirurgia de Ross (1) (Figura 4), regurgitação nas plastias da valva mitral (2), da valva atrioventricular esquerda (1) e da valva tricúspide (1) (Figura 5), estenose na plastia de valva aórtica na cirurgia de Ross (1) e lesão residual após Cirurgia de Fontan (1).

Recentemente, Yang *et al.*<sup>39</sup> compararam os resultados do TEE no pós-operatório, ainda na sala de cirurgia, com a evolução clínica dos pacientes. De um total de 294 pacientes, 96 (33%) apresentaram CIV residual. Os autores concluíram que pela evolução destes casos a CIV > 4 mm deve ser reparada imediatamente na sala cirúrgica, a CIV em torno de 3 mm pode ser significativa e necessitar reparo cirúrgico adicional na evolução,

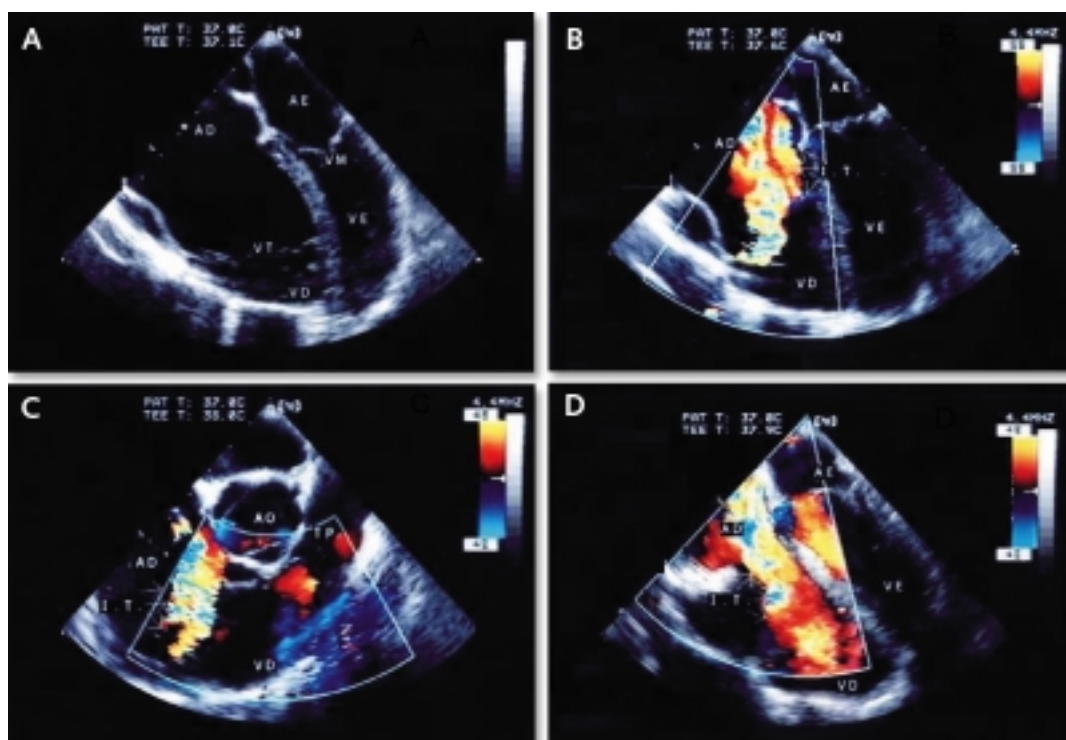
a CIV < 2 mm pode ser seguramente ignorada com exceção dos pacientes com Tetralogia de Fallot, cujos defeitos pequenos devem ser acompanhados sequencialmente, pois podem desenvolver *shunts* mais significativos, ou *shunts* intramurais.

### Custo/Benefício na Utilização da ETE em Cirurgia Cardíaca Congênita

Vários são os estudos que confrontam a relação custo/benefício do uso do ETE nas cirurgias cardíacas em geral. Benson *et al.*<sup>40</sup> demonstraram que o grupo de pacientes com cardiopatia congênita e com lesões valvares são os que mais se beneficiam de seu uso. Siwik *et al.*<sup>41</sup> confirmaram o custo efetivo do uso rotineiro da ecocardiografia esofágica em cirurgias cardíacas congênitas em recente publicação.

### 3. Na unidade de terapia intensiva:

A definição das imagens pelo exame transtorácico no pós-operatório imediato pode estar prejudicada



**Figura 5.** ETE intraoperatório de paciente com Anomalia de Ebstein. As figuras A, B e C correspondem ao estudo pré-CEC e a D corresponde ao estudo pós-CEC. A: Plano transversal 4 câmaras, demonstrando as cúspides septal e anterior da valva tricúspide e a grande atrialização do ventrículo direito (VD). B: Regurgitação tricúspide (IT) no mesmo plano, detectada pelo mapeamento de fluxo em cores. C: Regurgitação tricúspide (IT) detectada pelo mapeamento do fluxo em cores, no plano longitudinal. D: Plano transversal 4 câmaras, demonstrando regurgitação tricúspide (IT) importante, ao mapeamento de fluxo em cores, orientando o retorno à CEC. AD = átrio direito; AE = átrio esquerdo; Ao = aorta; TP= tronco pulmonar; VE = ventrículo esquerdo; VM = valva mitral.



pela presença de drenos, curativos, telas e ventilação mecânica, sendo necessária a utilização da ETE que pode fornecer informações anatômicas e hemodinâmicas<sup>33</sup> importantes na condução clínica e terapêutica dos pacientes (Figura 6). Ritter *et al.*<sup>5</sup> obtiveram um acréscimo de informações em 15% utilizando esta técnica.

#### 4. No laboratório de hemodinâmica:

O tratamento intervencionista em cardiopatias congênitas ou em defeitos residuais cirúrgicos já está estabelecido, chegando a 40% da escolha terapêutica em centros mais desenvolvidos<sup>42, 43</sup>. A ETE auxilia a intervenção hemodinâmica detalhando o diagnóstico em diversas cardiopatias, e monitorando o procedimento.

#### Vantagens:

- Reduz o tempo de radiação e a quantidade de contraste iodado necessários para a avaliação angiográfica da anatomia
- Auxilia o posicionamento dos cateteres e próteses
- Pode ser realizada simultânea e continuamente durante a intervenção, melhorando substancialmente os resultados e diminuindo as complicações.

#### Desvantagens:

- Necessidade de anestesia e intubação orotra-

queal para evitar o risco de aspiração pelas vias aéreas durante o procedimento (o paciente permanece em decúbito dorsal durante a intervenção).

Várias são as aplicações da ETE no laboratório de hemodinâmica, podendo auxiliar o fechamento de forame oval patente<sup>44</sup>, de comunicações residuais em pós-operatório de cirurgia de Senning ou Mustard, de fenestrações em pós-operatório de cirurgia de Fontan<sup>43</sup>, de canal arterial<sup>45</sup> e de comunicações inter-ventriculares<sup>42</sup>. Os defeitos septais ventriculares passíveis de oclusão percutânea são: os musculares (únicos ou múltiplos), os residuais em patch inter-ventricular e os pós infarto agudo do miocárdio. Outras intervenções podem ser orientadas através da ETE como: as valvoplastias mitral, aórtica e pulmonar e a dilatação das tunelizações das cirurgias de Senning e Mustard ou das estenoses de artérias pulmonares ou mesmo de tubos com colocação de *stent*<sup>46</sup>.

O fechamento percutâneo da comunicação interatrial, por diferentes tipos de próteses, está sendo realizado há muitos anos como opção terapêutica em vários centros<sup>47</sup>. A utilização da ETE durante este procedimento já se consagrou como essencial. Por ser a mais importante indicação da ETE na sala de hemodinâmica, este assunto merece ser abordado com maiores detalhes.



**Figura 6.** ETE de paciente em pós-operatório imediato de Cirurgia de Senning. **A:** Plano transversal com rotação anti-horária, evidenciando o túnel das veias pulmonares ao mapeamento de fluxo em cores. **B:** Doppler pulsátil com fluxo laminar em túnel das veias pulmonares. **C:** Plano longitudinal demonstrando o túnel das veias cava com padrão de fluxo ao mapeamento de fluxo em cores sugestivo de estenose.

## Comunicação Interatrial

### Seleção Pré-Procedimento

A ETE é geralmente superior à ETT no delineamento da relação entre o defeito septal e as estruturas adjacentes, e oferece imagens de superior qualidade em pacientes com definição transtorácica inadequada<sup>42</sup>, devendo ser realizada ambulatorialmente e imediatamente antes do procedimento<sup>48</sup>.

O defeito do septo deve ser do tipo *ostium secundum* (defeito na fossa oval). É importante a exclusão dos defeitos tipo seio venoso, seio coronário, e *ostium primum* que não são possíveis de fechamento por intervenção hemodinâmica. Defeitos da fossa oval com múltiplas fenestrações não tem uma uniformidade em relação a sua indicação, podendo ser avaliados individualmente e em alguns centros tem sido ocluídos com próteses especiais (*Cardioseal*, *buttoned* ou *Helex*)<sup>42</sup>.

Aneurisma de fossa oval com múltiplas comuni-

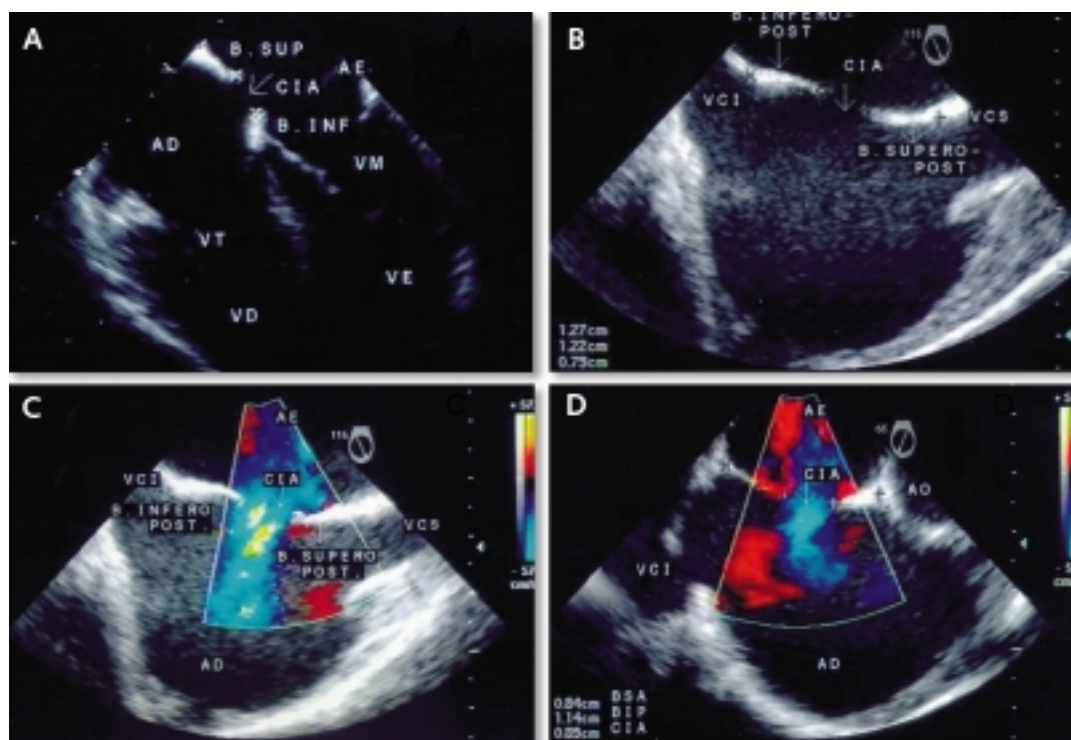
cações também tem indicação controversa e sua oclusão depende da área do aneurisma e da dimensão das comunicações, já tendo sido relatado seu fechamento com sucesso<sup>49, 50</sup>.

A comunicação interatrial ostium secundum tem diversas formas de apresentação (redonda, oval, irregular) e pode se localizar em diferentes regiões da fossa oval; por isso é importante a avaliação se o fechamento percutâneo é factível, analisando-se a extensão do defeito e sua proximidade com as estruturas adjacentes (valvas mitral e tricúspide, veias cavas superior e inferior, veias pulmonares), para isso são necessárias as medidas das bordas da comunicação interatrial<sup>48, 51</sup> (*Figura 7*):

#### • Borda superior e inferior:

Visibilizadas no plano transversal de 4 câmaras (a 0°).

*Borda superior*: próxima a veia pulmonar inferior direita (vizibilizada no plano transversal a 0° e com movimentação anti-horária do transdutor neste



**Figura 7.** ETE de paciente com comunicação interatrial (CIA) tipo ostium secundum, candidata ao fechamento percutâneo do defeito. **A:** Plano transversal 4 câmaras demonstrando a CIA e as medidas da borda superior (B.SUP) e da borda inferior (B.INF), próxima a valva tricúspide (VT). **B:** Plano longitudinal demonstrando a CIA e as medidas da borda súpero-posterior próxima a veia cava superior (VCS), e da borda ínfero-posterior próxima a veia cava inferior (VCI). **C:** Mapeamento de fluxo em cores através da CIA, no mesmo plano anterior. **D:** Identificação da borda ântero-superior (BSA) e da borda ínfero-posterior (BIP) no plano longitudinal. AD= âtrio direito; AE = átrio esquerdo, Ao= aorta; VD = ventrículo direito; VE= ventrículo esquerdo; VM =valva mitral.

mesmo plano).

**Borda inferior:** também conhecida como borda infero-anterior, próxima a valva tricúspide.

• **Borda súpero-posterior e infero-posterior:**

Visibilizadas no plano longitudinal (a 90° – corte "bicaval").

**Borda súpero-posterior:** próxima a veia cava superior.

**Borda infero-posterior:** próxima à veia cava inferior.

Esta borda também pode ser visibilizada no plano longitudinal eixo curto.

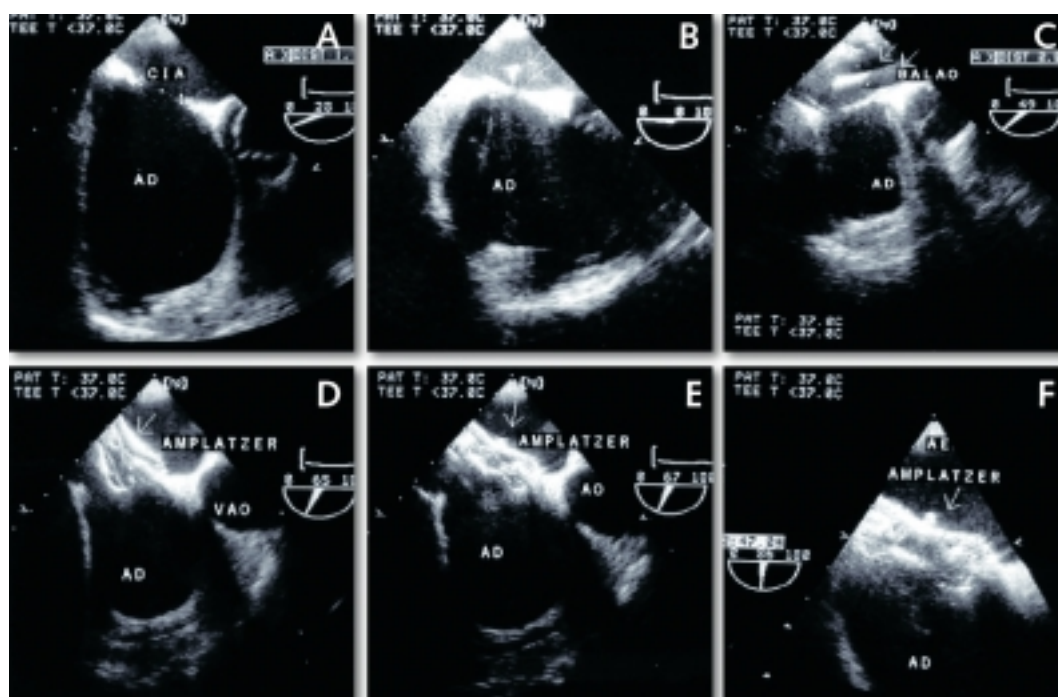
• **Borda ântero-superior ou justa aórtica:**

Visibilizada junto à valva aórtica no plano longitudinal eixo curto (a 45°-60°).

As bordas do defeito septal atrial devem ser suficientemente espessas para sustentar a prótese e se obter uma oclusão bem sucedida. Exceto pelas controvérsias em relação à borda ântero-superior, todas as demais devem medir no mínimo 4-5 mm de comprimento. Atualmente, com a experiência acumulada, a ausência da borda ântero-superior

(justa-aórtica) não contra-indica o fechamento percutâneo<sup>42, 52</sup>.

Para o fechamento percutâneo, o tamanho do defeito é muito importante. A maioria das próteses está restrita a defeitos medindo até 22 mm-24 mm de diâmetro estirado. A prótese Amplatzer pode ser usada para fechamento de defeitos grandes até 34 mm<sup>52</sup> (Figura 8). Centros com maior experiência já ocluem defeitos ainda maiores (até 40 mm), utilizando próteses como a Amplatzer ou Starflex<sup>42</sup>. É importante ressaltar que a medida necessária para avaliar a dimensão da prótese a ser utilizada é a medida "estirada" do defeito, ou seja, aquela realizada quando o balão está insuflado no interior da CIA (Figura 8), sendo que o tamanho verdadeiro do defeito é cerca de 20% a 60 % menor do que a medida "estirada"<sup>48</sup>. Portanto, para se tentar selecionar melhor estas comunicações, deve-se medir a distância entre as bordas mais espessas do defeito, mesmo não coincidindo com a medida real da CIA, porém com um valor mais próximo da medida "estirada" do defeito.



**Figura 8.** ETE durante o fechamento percutâneo de CIA. **A:** Medida da CIA imediatamente antes do procedimento. **B:** Visibilização do cateter-balão desinsuflado no átrio esquerdo no plano transversal. **C:** Medida "estirada" da CIA com o balão insuflado. **D:** Posicionamento da prótese de Amplatzer antes de sua liberação. **E:** Prótese de Amplatzer já liberada e bem posicionada no septo interatrial sem protrusão em estruturas adjacentes. **F:** Imagem ampliada da prótese de Amplatzer, após oclusão da CIA. AD=átrio direito; AE=átrio esquerdo; Ao=aorta; VAO=valva aórtica.

Esta medida também é conferida pelo hemodinamicista através da insuflação do balão fora do paciente em uma placa medidora padrão, com o mesmo volume de contraste utilizado durante a angiografia.

### Monitorização e Avaliação Pós- Oclusão

Além do auxílio no posicionamento do cateter-balão, na medida estirada do defeito, a ETE é muito importante durante o posicionamento da prótese, avaliando a localização correta dos discos dentro dos átrios e no septo interatrial, ou seja, certificando-se se o disco esquerdo está totalmente no átrio esquerdo e o direito no átrio direito e se as bordas do defeito estão totalmente envoltas pela prótese, tanto no plano transversal como no longitudinal. Antes da liberação da prótese deve se verificar se existe alguma protrusão em estruturas adjacentes. Somente após a visibilização da prótese em todos os planos do ecocardiograma transesofágico é que é feita a sua liberação. (Figura 8). E finalmente, após a oclusão do defeito, é feita a investigação de *shunts* residuais pelo *Doppler* convencional e pelo mapeamento de fluxo em cores. Estes *shunts* residuais são caracterizados pela presença de fluxo da esquerda para a direita e podem ser classificados segundo Boutin *et al.*<sup>53</sup>, de acordo com a dimensão do jato do mapeamento em cores, em triviais (<1mm), discretos ( $\geq 1\text{mm} < 2\text{mm}$ ), moderados ( $\geq 2\text{mm} < 4\text{mm}$ ) e importantes ( $\geq 4\text{mm}$ ).

As taxas de sucesso do procedimento são variáveis e dependem muito da seleção da CIA. Rastegari *et al.*<sup>54</sup> demonstraram que apenas 44% dos candidatos à oclusão percutânea, apresentavam defeitos favoráveis ao procedimento à ETE.

O tipo de prótese utilizada também influencia os resultados encontrados. Boutin e col.<sup>53</sup> demonstraram presença de *shunt* residual em 47% dos casos em 10 meses de seguimento após oclusão com a prótese Clamshell. Kaulitz *et al.*<sup>55</sup> observaram em 24 meses, oclusão total em 93% com a utilização da prótese CardioSEAL. Mais recentemente, Losay *et al.*<sup>56</sup> demonstraram 95% de oclusão total em 6 meses de evolução após a intervenção com implante de Amplatzer.

### PROFILAXIA PARA ENDOCARDITE

A ocorrência de bacteremia durante procedimentos endoscópicos gerais é rara (4% a 8%), e segundo a *American Heart Association* a profilaxia para endocardite infecciosa não deve ser realizada rotineiramente<sup>57</sup>.

Em situações especiais, como em pacientes com próteses valvares, tubos, *shunts* sistêmico-pulmonares ou com antecedentes de endocardite, algumas instituições recomendam profilaxia antes da realização do exame<sup>58</sup>. Em nossa instituição, a profilaxia para endocardite infecciosa não é realizada de rotina nem na população pediátrica nem na adulta. Na série de exames ecocardiográficos realizados na faixa pediátrica, não foi relatado na literatura nenhum episódio de endocardite infecciosa<sup>21</sup>.

### COMPLICAÇÕES

Em revisão recente de Stevenson<sup>59</sup> em 1650 casos submetidos a ETE pediátrica, ocorreram complicações em 52 pacientes (3,2%), sendo as principais: obstrução de vias aéreas em 14 (1%), extubação acidental em 8 (0,5%) e compressão vascular em 10 (0,6%). Não ocorreram sangramentos, arritmias, injúrias esofágicas ou morte na população estudada.

Trata-se, portanto, de um procedimento seguro onde nenhuma morte foi descrita. Complicações como obstruções de vias aéreas em crianças de baixo peso e compressão de aorta foram descritas relacionadas com a dimensão do transdutor utilizado<sup>60,61</sup>.

Muhiudeen-Russell *et al.*<sup>62</sup> descreveram pela primeira vez na literatura, perfuração esofágica em um neonato de 3,2Kg com Síndrome de Di George e interrupção do arco aórtico dentre 5000 casos por eles estudados, chamando a atenção para este incidente de difícil diagnóstico clínico poder ocorrer sem ser reconhecido. Assim sendo, metuculoso cuidado na inserção e manipulação dos transdutores é necessário em todos os pacientes, sobretudo em neonatos criticamente doentes.

Em relação as variáveis hemodinâmicas durante a realização da ETE em crianças pequenas, um recente estudo em 33 pacientes com peso varian-



do de 2 Kg a 5 Kg, não demonstrou mudanças significativas na frequência cardíaca, na pressão arterial e na pressão venosa central, durante o exame, confirmando que complicações hemodinâmicas devido ao método são raras<sup>63</sup>.

## CONCLUSÃO

A ETE tem inúmeras indicações e aplicações em cardiopediatria. A sua indicação ambulatorial ocorre principalmente na faixa etária de adoles-

centes e adultos, tanto nos períodos pré como pós-operatório, assim como em avaliação intra-operatória na maioria das cirurgias com utilização de CEC. A sua utilização nos procedimentos hemodinâmicos cresce juntamente com o maior emprego da cardiologia intervencionista.

O desenvolvimento de menores transdutores biplanares e multiplanares, muito auxiliará na avaliação dos resultados e da evolução dos pacientes no grupo neonatal.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

01. Frazin L, Talano JV, Stephanides L, Loeb HS, Kopel L, Gunnar RM - Esophageal echocardiography. *Circulation* 1976; **54**: 102-8.
02. Ritter S, Hillel Z, Narany J - Transesophageal real-time Doppler flow imaging in congenital heart disease: experience with a new pediatric transducer probe. *Dynamic Cardiovasc Imaging* 1989; **2**: 92-6.
03. Ritter S, Thys D - Pediatric transesophageal color flow-imaging: smaller probes for smaller hearts. *Echocardiography* 1989; **6**: 431-40.
04. Cyran SE, Kimball TR, Meyer RA, Bailey WW, Lowe E, Balisteri WF et al. - Efficacy of intraoperative transesophageal echocardiography in children with congenital heart disease. *Am J Cardiol* 1989; **6**: 594-8.
05. Ritter SB - Transesophageal real-time echocardiography in infants and children with congenital heart disease. *J Am Coll Cardiol* 1991; **18**: 569-80.
06. Lam J, Neirotti RA, Lubbers WJ, Naef MS, Blom-Muylwyk CM, Schuller JL et al. - Usefulness of biplane transesophageal echocardiography in neonates, infants and children with congenital heart disease. *Am J Cardiol* 1993; **72**: 699-706.
07. Gentles TL, Rosenfeld HM, Sanders SP, Laussen PC, Burke RP, Vand Der Velde ME - Pediatric biplane transesophageal echocardiography: preliminary experience. *Am Heart J* 1994; **128**: 1225-33.
08. Lam J, Neirotti R, Hardyowijono R, Muylwyk CM, Schuller JL, Visser CA - Transesophageal echocardiography with the use of a four-millimeter probe. *J Am Soc Echo* 1997; **10**: 499-504.
09. Pandian NG, Hsu TL, Schwartz SL, Weintraub A, Cao QL, Schneider AT et al. - Multiplane transesophageal echocardiography: imaging planes, echocardiographic anatomy, and clinical experience with a prototype phased array Omni Plane probe. *Echocardiography* 1992; **9**: 649-66.
10. Omoto R, Kyo S, Matsumura M, Shah P, Adachi H, Matsunaka T et al. - Biplane color transesophageal Doppler echocardiography (color TEE): its advantages and limitations. *Int J Card Imaging* 1989; **4**: 57-8.
11. Sloth E, Hasenkan M, Sorensen KE, Pedersen J, Olsen KH, Hansen OK et al. - Pediatric multiplane transesophageal echocardiography in congenital heart disease: new possibilities with a miniaturized probe. *J Am Soc Echocardiogr* 1996; **9**: 622-8.
12. Shiota T, Lewandowski R, Piel JE, Smith LS, Lancee C, Djoa K et al. - Micro-multiplane transesophageal echocardiographic probe for intraoperative study of congenital heart disease repair in neonates, infants, children and adults. *Am J Cardiol* 1999; **83**: 292-5.
13. Moran AM, Geva TAL - Con: Pediatric anesthesiologists should not be the primary echocardiographers for pediatric patients undergoing cardiac surgical procedures. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2001; **15**: 391-3.
14. Ehler D, Carney D, Dempsey AL, Rigling R, Kraft C, Witt CA et al. - Guidelines for cardiac sonographer education: Recommendations of the American Society of Echocardiography Sonographer Training and Education Committee. *J Am Soc Echocardiogr* 2001; **14**: 77-84.
15. Fyfe DA, Ritter SB, Swider AR, Silverman NH, Stevenson JG, Sorensen G et al. - Guidelines for transesophageal echocardiography in children. *J Am Soc Echocardiogr* 1992; **5**: 640-4.
16. Stanger P, Silverman NH, Foster E. Diagnostic accuracy of pediatric echocardiograms performed in adult laboratories. *Am J Cardiol* 1999; **83**: 908-14.
17. Stevenson JG - Adherence to physician training guidelines for pediatric transesophageal echocardiography affects the outcome of patients undergoing repair of congenital cardiac defects. *J Am Soc Echocardiogr* 1999; **12**: 165-72.
18. Fyfe DA - Performed of intraoperative pediatric transesophageal echocardiography by anesthesiologists and echocardiographers: training and availability are more important than hats. *J Am Soc Echocardiogr* 1999; **12**: 1013-4.
19. Fleischer DE, Goldstein SA - Transesophageal echocardiography: what the gastroenterologist thinks the cardiologist should know about endoscopy. *J Am Soc Echocardiogr* 1990; **3**: 428.
20. Marcus B, Steward DJ, Khan NR, Scott NB, Scott GM, Gardner AJ et al. - Use of laryngoscope and esophageal stethoscope to visually direct intraoperative insertion of pediatric transesophageal echocardiographic probe in infants and small children. *Am. Heart J* 1992; **124**: 1393-4.
21. Snider RA, Server GA, Ritter STB - Echocardiography in pediatric heart disease 1997; capítulo 4, segunda edição, pgs 99-118.
22. Pearson AC, Labovitz AJ, Tatineni S, Gomez CR - Superiority of transesophageal echocardiography in detecting cardiac source of embolism in patients with cerebral ischemia of uncertain etiology. *J Am Coll Cardiol* 1991; **17**: 66-72.
23. Schneider B, Hanrath P, Vogel P, Meinertz T et al. - Improved morphological characterization of atrial septal aneurysm by transesophageal echocardiography: relation to cerebrovascular events. *J Am Coll Cardiol* 1990; **16**: 1000.
24. Stumper O, Vargas-Barron J, Rijlaarsdam M, Romero A, Roelandt, Hess J et al. - Assessment of anomalous systemic and pulmonary venous connections by transesophageal echocardiography in infants and children. *Br. Heart J* 1991; **66**: 411-8.
25. Erbel R, Engberding R, Daniel W, Roelandt J, Visser C, Rennolet H - Echocardiography in diagnosis of aortic dissection. *Lancet* 1989; **1**: 457-61.
26. Sutherland Gr, Stumper OF - Transesophageal echocardiography in congenital heart disease: *Acta Paediatr* 1995; **410**: 23-33.
27. Miller-Hance W, Silverman N - Transesophageal echocardiography (TEE) in congenital heart disease with focus on the adult. *Cardio Clin* 2000; **18**: 861-92.
28. Vargas Barron J, Zavaleta NE, Cardenas AR, Mendon et al. - La ecocardiografia transtorácica y transesofágica en el estudio de adultos con cardiopatía congénita y endocardite infecciosa. *Arch Inst Cardiol Mex* 1998; **68**: 303-8.
29. Bengur AR, Li JJ, Herlong JR, Jagers J, Sanders SP, Ungerleider RM - Intraoperative Transesophageal echocardiography in congenital heart disease. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 1998; **10**: 255-64.
30. Martins TC, Soares AM - Ecocardiografia transesofágica em cardiopatias congênitas. In: Ebaid M (coord.) *Cardiologia em Pediatria*. São Paulo: Roca, 2000; cap.7: p. 173-88.
31. Hsu YH, Santulli T JR, Wong AL, Drinkwater D, Laks H, Williams RG - Impact of intraoperative echocardiography on surgical management of congenital heart disease. *Am J Cardiol* 1991; **67**: 1279-83.

32. Ungerleider RM, Greeley WJ, Sheik KH, Kem FH, Kisslo JA, Sabiston DC Jr et al. - The use of intraoperative echo with Doppler color flow imaging to predict outcome after repair congenital cardiac defects [discussion]. *Ann. Surg* 1989; **210**: 526-34.
33. Bailey JM, Shanewise JS, Kikura M, Sharma SA - comparison of transesophageal and transthoracic echocardiographic assessment of left ventricular function in pediatric patients with congenital heart disease. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 1995; **9**: 655-9.
34. Balaguru D, Auslender M, Colvin SB, Rutkowski M, Artman M, Phoon CK - Intraoperative myocardial ischemia recognized by transesophageal echocardiography monitoring in the pediatric population: a report of 3 cases. *J Am Soc Echocardiogr* 2000; **13**: 615-8.
35. Stevenson JG, Sorensen GK, Gartman DM, Hall DG, Rittenhouse EA - Transesophageal echocardiography during repair of congenital cardiac defects: identification of residual problems necessitating reoperation. *J Am Soc Echocardiogr* 1993; **6**: 356-65.
36. Stevenson, JG - Role of intraoperative transesophageal echocardiography during repair of congenital cardiac defects. *Acta Paediatr. Suppl* 1995; **410** (Suppl): 23-33.
37. Muhiudeen J, Silverman N - Intraoperative transesophageal echocardiography using high resolution imaging in infants and children with congenital heart disease. *Echocardiography* 1993; **10**: 599.
38. Martins TC - Ecocardiografia transesofágica intraoperatória em cirurgias de cardiopatias congênitas: implicações no seguimento precoce e tardio [Tese Doutorado]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, 1998.
39. Yang SG, Novello R, Nicolson S, Steven J, Gaynor JW, Spray TL, Rychik J - Evaluation of ventricular septal defect repair using intraoperative transesophageal echocardiography: frequency and significance of residual defects in infants and children. *Echocardiography* 2000; **17**: 681-4.
40. Benson MJ, Cahlan M - Cost-benefit analysis of transesophageal echocardiography in cardiac surgery. *Echocardiography* 1995; **12**: 171-83.
41. Siwik ES, Spector M, Patel CR, Zahka KG - Costs and cost-effectiveness of routine transesophageal echocardiography in congenital heart surgery. *Am Heart J* 1999; **138**: 771-6.
42. Rigby ML - Transesophageal echocardiography during interventional cardiac catheterization in congenital heart disease. *Heart* 2001; **86** (Suppl. II): 23-9.
43. Velde MEV, Perry SB - Transesophageal echocardiography during interventional catheterization in congenital heart disease. *Echocardiography* 1997; **14**: 513-28.
44. Hijazi Z, Wang Z, Cao Q, Koenig P, Waight D, Lang R - Transcatheter closure of atrial septal defects and patent foramen ovale under intracardiac echocardiographic guidance: feasibility and comparison with transesophageal echocardiography. *Catheter Cardiovasc Interv* 2001; **52**: 194-9.
45. Stumper O, Witsenberg M, Sutherland GR, Cromme-Dijkhuis A, Godman MJ, Hess J - Transesophageal echocardiographic monitoring of interventional cardiac catheterization in children. *J Am Coll Cardiol* 1991; **18**: 1506-14.
46. Lam J, Tanke R, Oort A et al. - The use of transesophageal echocardiography monitoring of transcatheter closure of a persistent ductus arteriosus. *Echocardiography* 2001; **18** (3): 197-202.
47. Ebeid MR - Percutaneous catheter closure of secundum atrial septal defects : a review. *J Invasi Cardiol* 2002; **14**: 25-31.
48. Elzenga NJ - The role of echocardiography in transcatheter closure of atrial septal defects. *Cardiol. Young* 2000; **10**: 474-83.
49. Ewert P, Berger F, Vogel M, Dahnert J, Alexi-Meskishvili V, Lange PE - Morphology of perforated atrial septal aneurysm suitable for closure by transcatheter device placement. *Heart* 2000; **4**: 327-31.
50. Pedra CA, Fontes Pedra SR, Esteves CA, Assef J, Fontes VF, Hizaji ZM - Multiple atrial septal defects and patent ductus arteriosus: successful outcome using two Amplatzer septal occluders and Gianturco coils. *Catheter Cardiovasc Diagn* 1998; **45**: 256-9.
51. Magni G, Hijazi ZM, Pandian NG, Delabays A, Sugeng L, Laskari C - Two - and three- Dimensional Transesophageal echocardiography in patient selection and assessment of atrial septal defect closure by the new DAS- Angel Wings device: initial clinical experience. *Circulation* 1997; **96**: 1722-8.
52. Qureshi SA - Selection of patients with secundum atrial septal defects for transcatheter device closure. *Eur Heart J* 2000; **21**: 510-1.
53. Boutin C, Musewe NN, Smalhorn JF, Dyck JD, Kobayashi T, Benson LN - Echocardiographic follow-up of atrial septal defect after catheter closure by double-umbrella device. *Circulation* 1993; **88**: 621-7.
54. Rastegari M, Redington AN, Sullivan ID - Influence of the introduction of Amplatzer device on the interventional closure of defects within the oval fossa in children. *Cardiol Young* 2001; **11**: 521-5.
55. Kaulitz R, Peuster M, Jux C, Paul T, Hausdorf G - Transcatheter closure of various types of defects within the oval fossa using the double umbrella device (CardioSEAL) - feasibility and echocardiographic follow-up. *Cardiol Young* 2001; **11**: 214-22.
56. Losay J, Petit J, Lambert V, Esna G, Berthaus X, Brenot P, Angel C - Percutaneous closure with Amplatzer device is a safe and efficient alternative to surgery in adults with large atrial septal defects. *Am Heart J* 2001; **142**: 544-8.
57. Dajani AS, Bisno AL, Chung KJ, Durack DT, Freed M, Gerber MA et al - Prevention of bacterial endocarditis: a statment from the comitte on Rheumatic fever, Endocarditis, and Kawasaki Disease of the American Heart Association. *JAMA* 1990; **264**: 2919.
58. Dajani A, Bison AL, Chung KJ, Durack DT, Freed M, Gerber MA et al - Prevention of bacterial endocarditis: Recommendations by the American Heart Association. *JAMA* 1990; **264**: 2919-22.
59. Stevenson JG - Incidence of complications in pediatric transesophageal echocardiography: experience in 1650 cases. *J. Am. Soc. Echo* 1999; **12**: 527-32.
60. Stevenson JG, Sorensen GK - Proper probe size for pediatric transesophageal echocardiography. *Am J Cardiol* 1993; **72**: 491.
61. Lunn RJ, Oliver WCJ, Hagler DJ, Danielson GK - Aortic compression by transesophageal echocardiographic probe in infants and children undergoing cardiac surgery. *Anesthesiology* 1992; **77**: 587.
62. Muhiudeen-Russel I, Miller-Hance W, Silverman NH - Unrecognized esophageal perforation in a neonate during transesophageal echocardiography. *J Am Soc Echo* 2001; **14**: 747-9.
63. Andropoulos DB, Stayer SA, Bent ST, Campos CJ, Fraser CD - The effects of transesophageal echocardiography on hemodynamic variables in small infants undergoing cardiac surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2000; **14**: 133-5.