

Aplicações do Ecocardiograma Intracardíaco no Laboratório de Eletrofisiologia

Use of Intracardiac Echocardiography in the Electrophysiology Laboratory

Eduardo B. Saad^{1,2}, Ieda Prata Costa³, Luiz Eduardo M. Camanho¹

Hospital Pró-Cardíaco¹; Instituto Nacional Cardiologia², Rio de Janeiro, RJ; Hospital de Messejana³, Fortaleza, CE - Brasil

Resumo

O ecocardiograma intracardíaco (EIC) proporciona uma visualização detalhada das estruturas cardíacas, combinada a informações hemodinâmicas, permitindo posicionamento acurado e em tempo real do posicionamento dos cateteres, redução do tempo de exposição à fluoroscopia, e a monitorização de complicações agudas durante o procedimento eletrofisiológico (ex. formação de trombos, derrame pericárdico, tamponamento cardíaco). Por isso, a sua utilização tem sido crescente, principalmente na ablação da fibrilação atrial e das arritmias ventriculares. Na ablação de fibrilação atrial demonstra grande utilidade por fornecer dados anatômicos do átrio esquerdo e veias pulmonares, auxiliar nas punções transeptais, localizar o óstio e antro das veias pulmonares, monitorizar a lesão tecidual durante a aplicação de radiofrequência (RF), prevenir injúria esofágica através da monitorização das lesões por RF na parede posterior do átrio esquerdo e avaliar o fluxo das veias pulmonares.

Introdução

O ecocardiograma intracardíaco (EIC) é um método que proporciona uma visualização detalhada das estruturas cardíacas, combinada a informações hemodinâmicas. Por isso seu uso é crescente em vários procedimentos intervencionistas cardiológicos, entre eles: punção transeptal, fechamento do defeito do septo interatrial¹, detecção de trombo intracardíaco, valvoplastia por balão², diagnóstico/biópsia de massa intracardíaca e procedimentos eletrofisiológicos: ablação de fibrilação atrial³, flutter atrial e taquicardia ventricular⁴ e oclusão do apêndice atrial esquerdo⁵.

O EIC é utilizado por via venosa percutânea, usualmente através de introdutor vascular 10 a 11 French na veia femoral, sendo posicionado nas cavidades direitas. Os Sistemas de 2^a

geração ou 64 cristais (Acunav[®], Siemens Medical Solutions, USA e ViewMate[®], EPMedSystems, USA) operam numa frequência de 5 a 10 MHz e permitem a visualização de imagens bidimensionais, Modo M e Doppler colorido. Os cateteres são multidirecionais, podendo ser manipulados em dois planos (anteroposterior e direito-esquerdo). Esses sistemas oferecem penetração de 12 cm de profundidade, permitindo a visualização de estruturas do lado esquerdo do coração quando posicionadas no lado direito. Através de rotações (horária e anti-horária) e deflexões obtém-se imagens de diversas estruturas cardíacas. Mais raramente, o posicionamento do cateter na cavidade ventricular direita ou no interior do seio coronariano também pode ser útil na visualização (Figura 1).

No laboratório de eletrofisiologia, o EIC tem uso crescente na prática, pois possui vantagens importantes com redução do tempo de exposição à fluoroscopia, permite uma informação mais acurada e atualizada do posicionamento dos cateteres e suas relações com estruturas anatômicas⁶, além de possibilitar a monitorização de complicações agudas durante o procedimento (formação de trombo, tamponamento cardíaco, embolia gasosa etc) (Tabela 1).

O EIC pode servir para detectar a presença de trombos antes ou durante intervenções no lado esquerdo do coração. Além disso, detecta a presença de contraste espontâneo (Figura 2), assim como a redução da velocidade de enchimento do apêndice atrial esquerdo ≤ 20 cm/s, fatores associados a um risco aumentado de eventos tromboembólicos⁷.

As imagens registradas pelo EIC alocado no átrio direito permitem uma acurada visualização do septo interatrial, facilitando a punção transeptal (inclusive o seu direcionamento posterior, o que facilita muito o acesso as veias pulmonares e a parede posterior do átrio esquerdo) e aumentando a segurança desta intervenção. Com isso, há menor risco de complicações relacionadas ao acesso transeptal, como a ocorrência de perfuração aórtica, perfuração pericárdica, tamponamento cardíaco e embolia sistêmica (Figura 3).

A localização precisa de importantes estruturas endocárdicas, e a relação dos cateteres com estas estruturas é essencial para o sucesso da ablação. O EIC facilita o entendimento da anatomia cardíaca, sendo superior a fluoroscopia simples (Tabela 2). Zanchetta e cols.⁶ demonstraram uma excelente acurácia das imagens de estruturas intracardíacas fornecidas pelo EIC quando comparadas a ressonância magnética cardíaca.

O EIC permite também a monitorização do contato dos cateteres com o tecido e da formação das lesões realizadas

Palavras-chave

Ecocardiografia/utilização, monitorização, ecocardiografia, Doppler.

Correspondência: Eduardo B. Saad •

Rua Visconde de Pirajá 351, sala 623 - Ipanema - 22410-906 - Rio de Janeiro, RJ - Brasil

E-mail: eduardobsaad@hotmail.com

Artigo recebido em 22/07/09; revisado recebido em 20/09/09; aceito em 26/10/09.

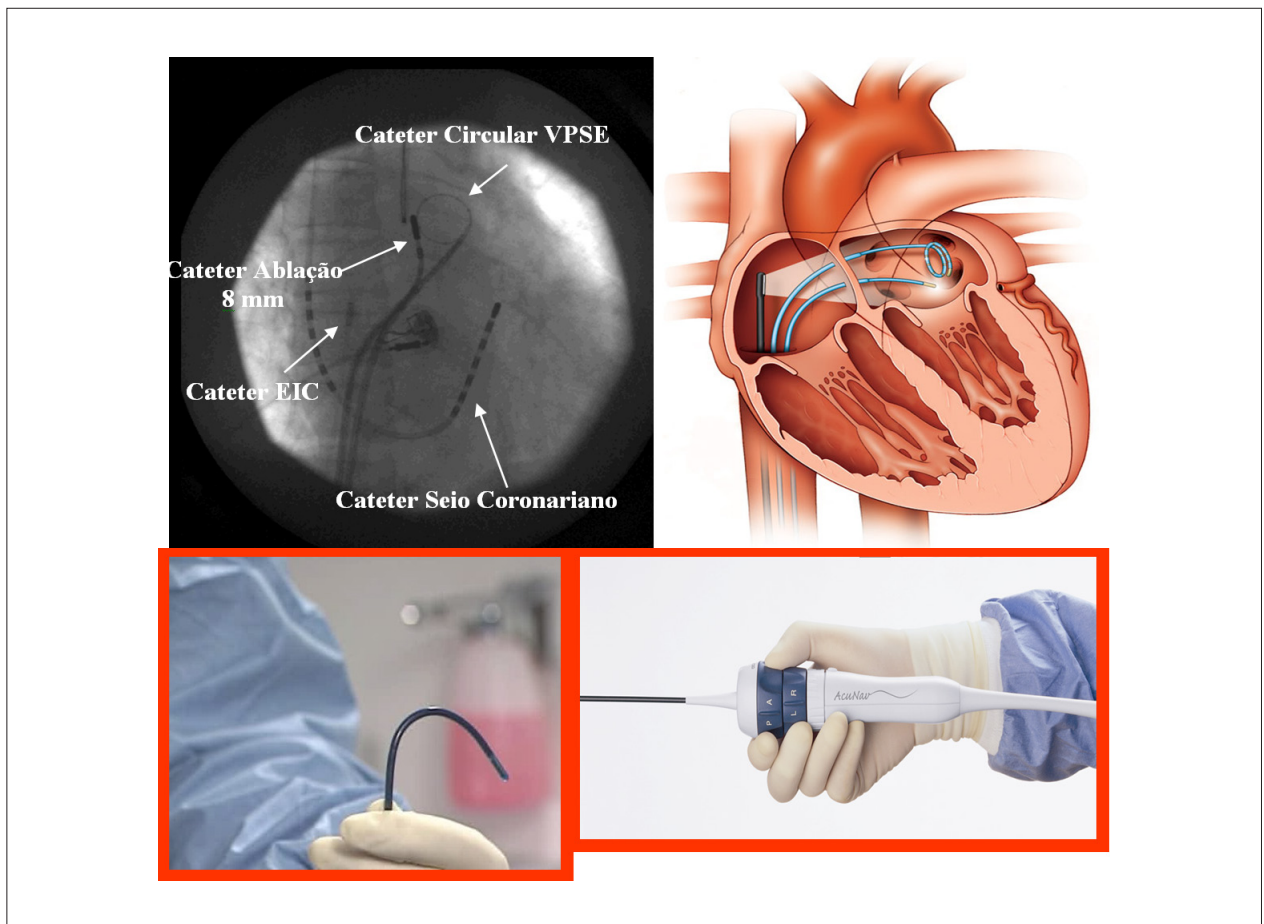


Fig. 1 - Posicionamento de sonda do ecocardiograma intracardiaco (EIC) no átrio direito através de fluoroscopia (à esquerda). Visualização esquemática (à direita). Manipulação de sonda EIC (abaixo).

Tabela 1 - Uso do ecocardiograma intracardiaco nas arritmias cardíacas

Detectar trombo intracardiaco
Auxiliar na punção transeptal
Identificar estruturas endocárdicas
Localizar os cateteres de forma acurada
Monitorar e quantificar as lesões da ablação por radiofrequência
Monitorar complicações durante o procedimento (formação de trombo, embolia, tamponamento, estenose veias)
Avaliar a função mecânica atrial

pela radiofrequência. Há uma boa correlação entre a imagem ultrassonográfica e a patologia da lesão, conforme modelo canino⁸. O EIC demonstra edema e/ou aumento da ecogenicidade no sítio de ablação⁹⁻¹¹.

Os procedimentos eletrofisiológicos realizados sob visualização do EIC apresentam maior segurança e permite a identificação imediata de complicações inerentes ao procedimento, como a detecção precoce de perfuração cardíaca, derrame pericárdico ou tamponamento (Figura 4).

A formação de trombos e eventos embólicos é uma complicação temida, principalmente durante procedimentos no lado esquerdo do coração. O EIC permite documentar esta complicação precocemente, facilitando a tomada de medidas imediatas para prevenção de embolia sistêmicas^{12,13} (figura 5).

EIC na ablação de fibrilação atrial

A ablação por cateter da FA foi inicialmente descrita por Chen e Haissaguere¹⁴, e tem como objetivo primário, a eliminação de focos ectópicos deflagadores no interior das veias pulmonares, através do isolamento elétrico das conexões das veias pulmonares com átrio esquerdo.

Em contraste com outras ablações de taquicardia supraventricular, a ablação de FA necessita de acesso ao átrio esquerdo através de duas punções transeptais, com o paciente plenamente anticoagulado e de uma abordagem mais extensa através de múltiplas lesões de radiofrequência; desta forma, a ablação de FA apresenta um tempo mais prolongado e um risco maior de complicações (tromboembólicas, estenose de veias pulmonares, ou injúria esofágica)¹⁵.

Atualização Clínica

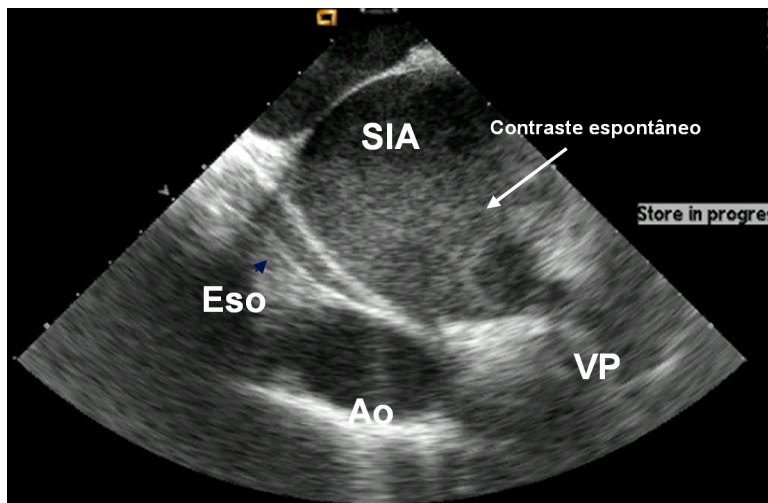


Fig. 2 - Visibilização de estruturas cardíacas endocárdicas. SIA - septo interatrial; Eso - esôfago; Ao - aorta; VP - veia pulmonar. Importante contraste espontâneo em átrio esquerdo.

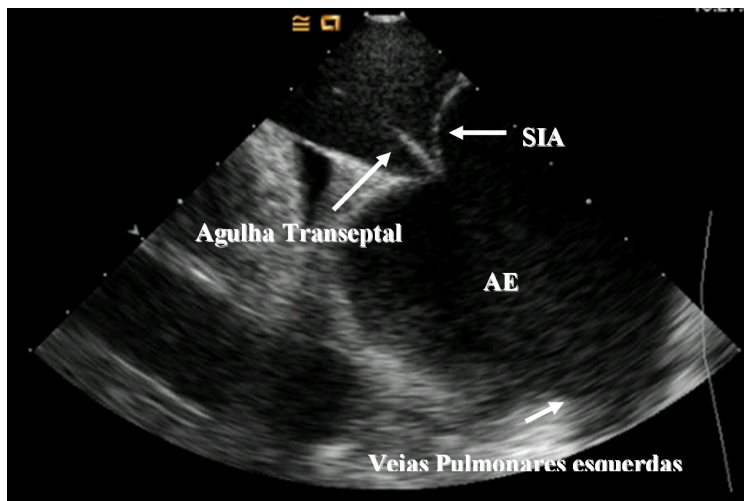


Fig. 3 - Realização de punção transeptal sob visualização direta do septo interatrial (SIA) através do ecocardiograma intracardíaco. Nota-se formação de tenda no septo pela pressão da bainha.

Diversas estratégias para guiar o isolamento das veias pulmonares foram descritas. Dentre estas se destacam a ablação guiada pela angiografia, o mapeamento eletroanatômico e o mapeamento eletrofisiológico guiado pelo ecocardiograma intracardíaco (EIC).

O EIC fornece informações precisas sobre a anatomia das veias pulmonares e demonstra com clareza a presença de variações anatômicas como a drenagem comum e veias acessórias.

O Consenso de Ablação de Fibrilação Atrial do HRS/

EHRA/ECAS¹⁶ recomenda a utilização do EIC baseado nas seguintes vantagens:

1. Realização mais segura das punções transeptais (pela visualização direta do septo interatrial, sem necessidade de contraste iodado). O EIC permite que tais punções sejam realizadas em pacientes já plenamente anticoagulados, o que diminui a probabilidade da formação de trombo no interior do átrio esquerdo e diminui a incidência de tamponamento cardíaco.
2. Define a anatomia das veias pulmonares.

3. Permite o posicionamento preciso dos cateteres circulares de mapeamento no óstio das veias pulmonares, auxiliando na determinação dos locais de aplicação de radiofrequência, evitando aplicações no interior das veias pulmonares (que aumenta o risco de estenose das veias). Packer e cols.¹⁷ demonstraram que a técnica guiada pela angiografia pode apresentar uma discrepância > 10 mm em definir precisamente o óstio das veias pulmonares,

Tabela 2 - Estruturas/imagens visualizadas pelo ecocardiograma intracardiaco úteis para eletrofisiologia

Imagens/estruturas cardíacas	Aplicação clínica
Septo interatrial/Forame oval	Punção transeptal
Óstio seio coronariano	Implante de eletrodo ventricular esquerdo, ablação de taquiarritmias supraventriculares
Istmo cavo-tricuspídeo	Ablação de flutter atrial
Triângulo de Koch	Ablação de taquicardia por reentrada nodal
Veias pulmonares	Anomalias das veias, ablação de fibrilação atrial
Auriculeta esquerda	Trombo, velocidade de fluxo
Esôfago	Ablação de fibrilação atrial, prevenção fistula atrioesofágica
Lesões de radiofrequência	Ablação de flutter e fibrilação atrial e TV
Microbolhas endocárdicas	Ablação de fibrilação atrial
Trombo no átrio esquerdo	Complicação aguda de ablação no átrio esquerdo
Pericárdio	Derrame, tamponamento, ablação epicárdica

quando comparado com o EIC (Figura 2); fato importante visto que a estenose de veias pulmonares é uma condição grave e com elevada taxa de morbimortalidade.

4. Avalia o contato entre o cateter e o tecido cardíaco, fundamental para promover a transmuralidade das lesões ablativas¹⁸.
5. Reconhecimento precoce da formação de trombos no interior do átrio esquerdo^{12,13}.
6. O sucesso da ablação da FA depende da transmuralidade da lesão para garantir o isolamento elétrico¹⁷⁻²⁰, cateteres com pontas largas (8 mm) ou com irrigação proporcionam alta potência liberada e maior lesão tecidual e, conseqüentemente, maior risco de complicações^{21,22}. O EIC promove a monitorização da formação de microbolhas, que refletem superaquecimento tecidual, com conseqüente titulação da potência da aplicação de radiofrequência, quando utiliza-se cateter de ponta 8 mm^{23,24}.
7. Identifica e prediz estenose das veias pulmonares, através da medida de velocidade de fluxo no óstio das veias pulmonares antes e após o procedimento²⁵.
8. Prevenção de injúria esofágica através da localização do esôfago e visibilização de mudanças morfológicas na parede posterior do átrio em contiguidade com a parede anterior do esôfago. A energia de radiofrequência pode ser titulada baseada na ecogenicidade da lesão formada^{26,27}.

A ocorrência de estenose das veias pulmonares pode ser monitorizada pelo EIC através da medida dos óstios das veias pulmonares e velocidades de fluxos sistólico e diastólico antes e após ablação por cateter para fibrilação atrial. Geralmente, alterações agudas na velocidade de fluxo das veias pulmonares se resolvem em três meses, porém casos de estenose severa podem ocorrer²⁸. Mudanças agudas de leve a moderada

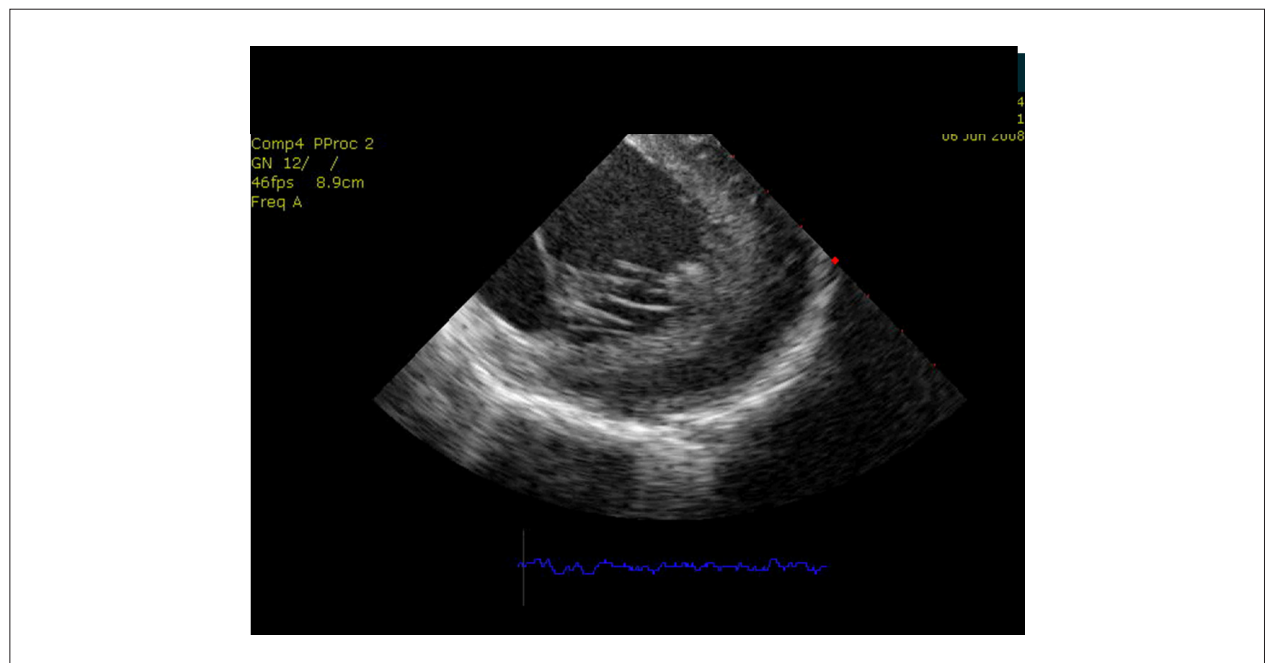


Fig. 4 - Visibilização de derrame pericárdico moderado durante procedimento de ablação de fibrilação atrial.

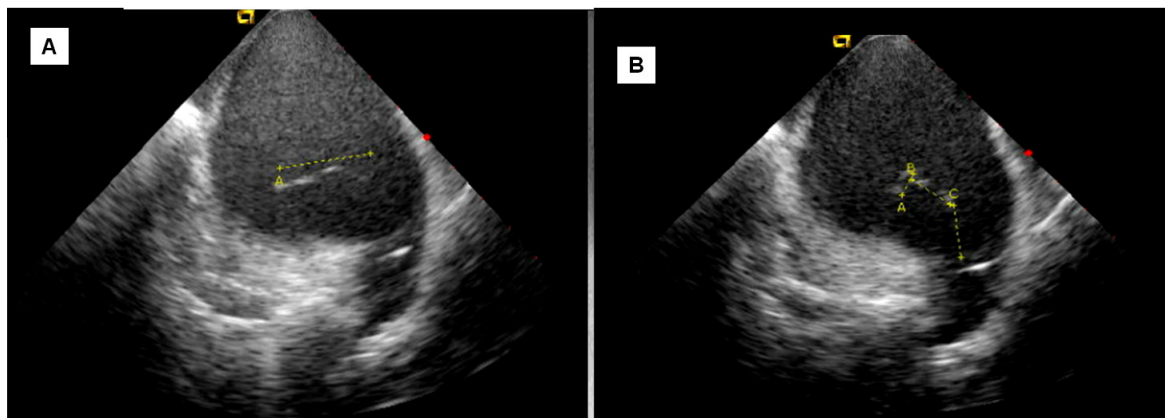


Fig. 5 - Imagem do ecocardiograma intracardíaco mostrando trombo no átrio esquerdo (pontilhado amarelo) aderido ao cateter decapolar circular (Lasso®) localizado na veia pulmonar superior esquerda.

intensidade na hemodinâmica e medidas dos óstios das veias pulmonares parecem não se correlacionar com estenose tardia das veias pulmonares²⁵.

EIC na ablação de flutter atrial

A ablação do flutter típico é realizada através de uma linha de bloqueio no istmo cavo-tricuspídeo. Por vezes, há diversidades anatômicas que dificultam a ablação deste istmo. O EIC proporciona a visualização direta deste istmo e suas variações, como a presença de cristas, recessos, bolsas, trabeculações, facilitando a ablação do flutter istmal^{10,29}. O EIC torna-se bastante útil nos pacientes com anomalia de Ebstein que frequentemente apresentam anomalias do istmo cavo-tricuspídeo, devido a baixa implantação da valva tricúspide.

O EIC também auxilia no posicionamento do cateter de ablação, na visualização do contato do cateter com o tecido e na observação da lesão por radiofrequência em recessos profundos e trabeculações proeminentes.

EIC na ablação de taquicardia ventricular

O uso do EIC na ablação de taquicardia ventricular apresenta as seguintes vantagens:

1. Identificação do substrato arritmogênico: cicatrizes, aneurismas, acinesias ou discinesias
2. Contínuo monitoramento de complicações durante a ablação: perfuração cardíaca e tamponamento, dano valvar, eventos tromboembólicos.
3. Localização acurada do cateter e do contato com o endocárdio.
4. Identificação dos óstios das artérias coronárias e sua relação com o posicionamento do cateter de ablação em casos de taquicardia ventricular relacionada à via de saída do ventrículo esquerdo⁴ (Figura 6)
5. Monitoramento da lesão tecidual pela radiofrequência

através da formação de microbolhas.

6. Auxiliar em procedimentos realizados na superfície epicárdica através da orientação na punção pericárdica subxifoide, visualização de complicações relacionadas a punção (perfuração ventricular) e da localização acurada do cateter²⁷.

Outras aplicações do EIC nas arritmias cardíacas

1. Localização do óstio do seio coronariano para implantes de cateteres e eletrodos de marcapasso ressinclinizadores: o EIC fornece imagens da anatomia do seio coronariano (pode apresentar válvulas em vários pontos) e demonstra alterações dinâmicas de acordo com o ciclo cardíaco que podem dificultar sua canulação³⁰.
2. Auxílio na oclusão do apêndice atrial esquerdo: a oclusão do apêndice atrial esquerdo por próteses via percutânea é uma terapêutica adicional em desenvolvimento nos pacientes com fibrilação atrial e alto risco de eventos embólicos. O EIC facilita a execução desta técnica localizando o apêndice atrial esquerdo e auxiliando o posicionamento da prótese, além de facilitar a punção transeptal³¹.

Limitações

Na adoção rotineira de qualquer nova tecnologia, devemos considerar suas limitações na prática da comunidade. Para o EIC, 3 itens merecem discussão:

- a) *Custos adicionais* - o uso do EIC aumenta o custo do procedimento ablativo, porém este aumento é comparável a outras tecnologias largamente adotadas como por exemplo o mapeamento eletroanatômico. Na verdade, já está disponível no mercado um sistema que integra estas duas tecnologias (Carto Sound® - Biosense Webster).

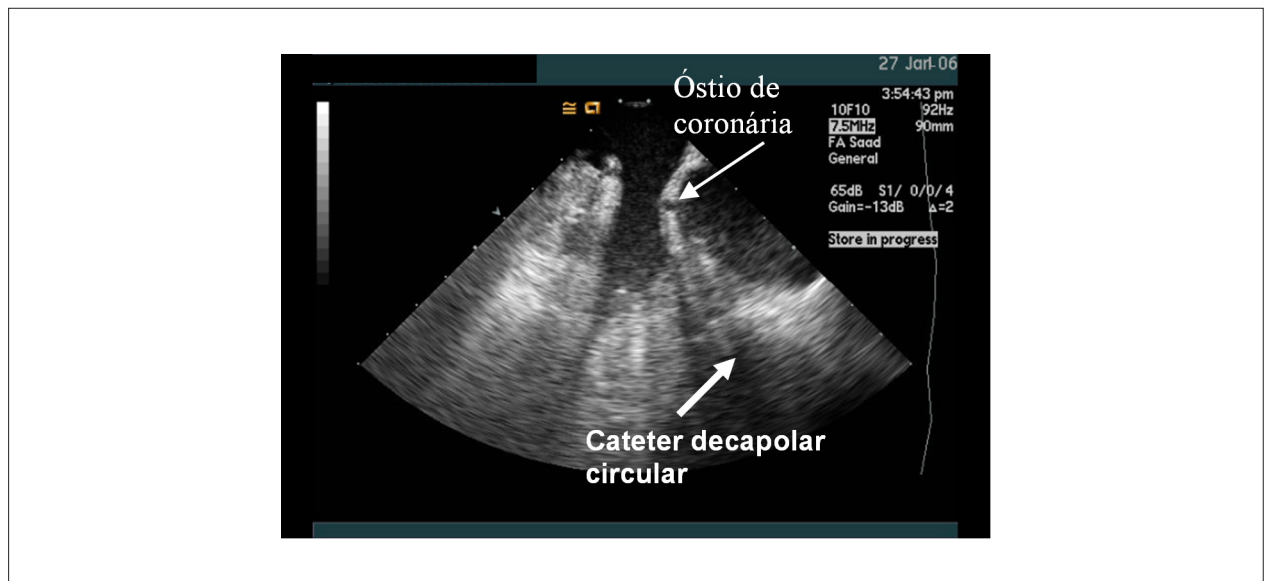


Fig. 6 - Visibilização do óstio de artérias coronárias durante ablação de extrassístole ventricular em cúspide aórtica.

- b) *Morbidade* - com esta técnica, há necessidade de uma punção venosa adicional com bainha vascular de grosso calibre (11F), que pode em teoria ocasionar complicações vasculares; a experiência dos autores porém não comprova esta preocupação, pois não há casos de complicações vasculares importantes relacionados ao diâmetro da bainha em mais de 500 casos realizados.
- c) *Facilidade de aplicação* - o EIC necessita de uma curva de aprendizado para o operador tornar-se independente e confortável no seu manuseio, o que pode ser conseguido com um breve treinamento (estimamos em torno de 10 a 15 casos). Em geral, a manipulação é fácil e rápida, sendo também comparável a outras tecnologias adotadas no laboratório de eletrofisiologia.

Com a experiência adquirida com o método, os autores recomendam fortemente o uso rotineiro do EIC em particular para a ablação de FA, mesmo reconhecendo que seu uso não é imprescindível. Este procedimento é frequentemente realizado na comunidade em serviços com pouca experiência neste procedimento.

Conclusões

O EIC é uma ferramenta muito útil na realização de procedimentos eletrofisiológicos complexos, pois proporciona uma visualização precisa e em tempo real dos cateteres, com fácil manuseio e aprendizado. Seu uso ajuda na detecção precoce de complicações e, principalmente, na redução destes eventos adversos.

Potencial Conflito de Interesses

Declaro não haver conflito de interesses pertinentes.

Fontes de Financiamento

O presente estudo não teve fontes de financiamento externas.

Vinculação Acadêmica

Não há vinculação deste estudo a programas de pós-graduação.

Referências

1. Bartel T, Konorza T, Arjumand J, Ebrandlitz T, Eggebrecht H, Caspari H, et al. Intracardiac echocardiography is superior to conventional monitoring for guiding device closure of interatrial communications. *Circulation*. 2003; 107: 795-7.
2. Salem MI, Makaryus AN, Kort S, Chung E, Marchant D, Ong L, et al. Intracardiac echocardiography using the AcuNav ultrasound catheter during percutaneous balloon mitral valvuloplasty. *J Am Soc Echocardiogr*. 2002; 15: 1533-7.
3. Verma A, Marrouche NF, Natale A. Pulmonary vein antrum isolation: intracardiac echocardiography-guided technique. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2004; 15: 1335-40.
4. Lamberti F, Calo L, Pandozi C, Castro A, Loricchio ML, Boggi A, et al. Radiofrequency catheter ablation of idiopathic left ventricular outflow tract tachycardia: utility of intracardiac echocardiography. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2001; 12: 529-35.
5. Nakai T, Lesh MD, Gerstenfeld EP, Virmani R, Jones R, Lee RJ. Percutaneous left atrial appendage occlusion (PLAATO) for preventing cardioembolism: first experience in canine model. *Circulation*. 2002; 105: 2217-22.
6. Zanchetta M, Rigatelli G, Pedon L, Zennaro M, Dimopoulos K, Onorato E, et al. Intracardiac echocardiography: gross anatomy and magnetic resonance correlations and validations. *Int J Cardiovasc Imaging*. 2005; 21: 391-401.
7. Antonielli E, Pizzuti A, Palinkas A, Tanga M, Gruber N, Michelassi C, et al. Clinical value of left atrial appendage flow for prediction of long-term sinus

- rhythm maintenance in patients with nonvalvular atrial fibrillation. *J Am Coll Cardiol.* 2002; 39: 1443-9.
8. Kalman JM, Jue J, Sudhir K, Fitzgerald P, Yock P, Lesh MD. In vitro quantification of radiofrequency ablation lesion size using intracardiac echocardiography in dogs. *Am J Cardiol.* 1996; 77: 217-9.
 9. Schwartzman D, Ren JF, Devine WA, Callans DJ. Cardiac swelling associated with linear radiofrequency ablation in the atrium. *J Interv Card Electrophysiol.* 2001; 5: 159-66.
 10. Morton JB, Sanders P, Davidson NC, Sparks PB, Vohra JK, Kalman JM. Phased-array intracardiac echocardiography for defining cavotricuspid isthmus anatomy during radiofrequency ablation of typical atrial flutter. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 2003; 14: 591-7.
 11. Callans DJ, Ren JF, Schwartzman D, Gottlieb CD, Chaudhry FA, Marchlinski FE. Narrowing of the superior vena cava-right atrium junction during radiofrequency catheter ablation for inappropriate sinus tachycardia: analysis with intracardiac echocardiography. *J Am Coll Cardiol.* 1999; 33: 1667-70.
 12. Wazni OM, Rossillo A, Marrouche NF, Saad EB, Martin DO, Bhargava M, et al. Embolic events and char formation during pulmonary vein isolation in patients with atrial fibrillation: impact of different anticoagulation regimens and importance of intracardiac echo imaging. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 2005; 16: 576-81.
 13. Ren JF, Marchlinski FE, Callans DJ. Left atrial thrombus associated with ablation for atrial fibrillation: identification with intracardiac echocardiography. *J Am Coll Cardiol.* 2004; 43: 1861-7.
 14. Haissaguerre M, Jais P, Shah DC, Arentz T, Kalusche D, Takahashi A, et al. Catheter ablation of chronic atrial fibrillation targeting the reinitiating triggers. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 2000; 11: 2-10.
 15. Sanchez-Quintana D, Cabrera JA, Climent V, Farre J, Mendonca MC, Ho SY. Anatomic relations between the esophagus and left atrium and relevance for ablation of atrial fibrillation. *Circulation.* 2005; 112: 1400-5.
 16. Calkins H, Brugada J, Packer DL, Cappato R, Chen SA, Cryns HJ, et al. HRS/EHRA/ECAS expert Consensus Statement on catheter and surgical ablation of atrial fibrillation: recommendations for personnel, policy, procedures and follow-up. A report of the Heart Rhythm Society (HRS) Task Force on catheter and surgical ablation of atrial fibrillation. *Heart Rhythm.* 2007; 4: 816-61.
 17. Olgin JE, Kalman JM, Chin M, Stillson C, Maguire M, Ursel P, et al. Electrophysiological effects of long, linear atrial lesions placed under intracardiac ultrasound guidance. *Circulation.* 1997; 96: 2715-21.
 18. Kobza R, Hindricks G, Tanner H, Schirdewahn P, Dorszewski A, Piorkowski C, et al. Late recurrent arrhythmias after ablation of atrial fibrillation: incidence, mechanisms, and treatment. *Heart Rhythm.* 2004; 1: 676-83.
 19. Ouyang F, Ernst S, Chun J, Bansch D, Li Y, Scheumann A, et al. Electrophysiological findings during ablation of persistent atrial fibrillation with electroanatomic mapping and double Lasso catheter technique. *Circulation.* 2005; 112: 3038-48.
 20. Packer DL, Stevens CL, Curley MC, Bruce CJ, Miller FA, Khanderia BK, et al. Intracardiac phased-array imaging: methods and initial clinical experience with high resolution, under blood visualization: initial experience with intracardiac phased-array ultrasound. *J Am Coll Cardiol.* 2002; 39: 509-16.
 21. Jais P, Haissaguerre M, Shah DC, Takahashi A, Hocini M, Lavergne T. Successful irrigated-tip catheter ablation of atrial flutter resistant to conventional radiofrequency ablation. *Circulation.* 1998; 98: 835-8.
 22. Tsai CF, Tai CT, Yu WC, Yu WC, Chen YJ, Hsieh MH, et al. Is 8-mm more effective than 4-mm tip electrode catheter for ablation of typical atrial flutter? *Circulation.* 1999; 100: 768-71.
 23. Cummings JE, Schweikert RA, Saliba WJ, Burkhardt JD, Brachmann J, Gunther J, et al. Assessment of temperature, proximity, and course of the esophagus during radiofrequency ablation within the left atrium. *Circulation.* 2005; 112: 459-64.
 24. Marrouche NF, Martin DO, Wazni O, Gillinov AM, Klein A, Bhargava M, et al. Phased-array intracardiac echocardiography monitoring during pulmonary vein isolation in patients with atrial fibrillation: impact on outcome and complications. *Circulation.* 2003; 107: 2710-6.
 25. Saad EB, Cole CR, Marrouche NF, Dresing TJ, Perez-Lugones A, Saliba WJ, et al. Use of intracardiac echocardiography for prediction of chronic pulmonary vein stenosis after ablation of atrial fibrillation. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 2002; 13: 986-9.
 26. Ren JF, Marchlinski FE. Utility of intracardiac echocardiography in left heart ablation for tachyarrhythmias. *Echocardiography.* 2007; 24: 533-40.
 27. Kenigsberg DN, Lee BP, Grizzard JD, Ellenbogen KA, Wood MA. Accuracy of intracardiac echocardiography for assessing the esophageal course along the posterior left atrium: a comparison to magnetic resonance imaging. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 2007; 18: 169-73.
 28. Ernst S, Ouyang F, Goya M, Lober F, Schneider C, Hoffmann-Riem M, et al. Total pulmonary vein occlusion as a consequence of catheter ablation for atrial fibrillation mimicking primary lung disease. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 2003; 14: 366-70.
 29. Cabrera JA, Sanchez-Quintana D, Ho SY, Medina A, Anderson RH. The architecture of the atrial musculature between the orifice of the inferior caval vein and the tricuspid valve: the anatomy of the isthmus. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 1998; 9: 1186-95.
 30. Shalaby AA. Utilization of intracardiac echocardiography to access the coronary sinus for left ventricular lead placement. *Pacing Clin Electrophysiol.* 2005; 28: 493-7.
 31. Mraz T, Neuzil P, Mandysova E, Niederle P, Reddy VV. Role of echocardiography in percutaneous occlusion of the left atrial appendage. *Echocardiography.* 2007; 24: 401-4.