

Ecocardiograma Intracardiaco: Estado Atual, Benefícios Clínicos e Horizontes Futuros

Intracardiac Echocardiography: Current Status, Clinical Benefits, and Future Perspectives

Renner Augusto Raposo Pereira,^{1,2} Daniel Moreira Costa Moura^{1,2}

Hospital Nossa Senhora das Neves,¹ João Pessoa, PB – Brasil

Hospital Metropolitano DJMP;² Santa Rita, PB – Brasil

O Ecocardiograma Intracardiaco (ICE, do inglês *intracardiac echocardiogram*) é uma técnica de imagem por ultrassom capaz de realizar visualização em tempo real e de alta qualidade das estruturas cardíacas e seus tecidos adjacentes, por meio de um cateter com transdutor introduzido diretamente nas câmaras do coração, habitualmente por via venosa transfemoral. Por permitir uma visualização direta e precisa da anatomia intracardiaca, o ICE tem sido cada vez mais usado para guiar intervenções estruturais e ablações por cateter de arritmias cardíacas, além de permitir a detecção imediata de complicações intraoperatórias.¹

As investigações clínicas iniciais se deram na década de 1960 com a avaliação de defeitos do septo interatrial; desde então, o ICE evoluiu consideravelmente.² A introdução do transdutor *phased-array*, a adição da funcionalidade de Doppler colorido e o avanço dos sistemas de manipulação permitiram sua ampla aplicação clínica. A versão mais moderna do ICE *phased-array* conta com sensor de posição na ponta do cateter, possibilitando sua integração em tempo real com sistemas de mapeamento eletroanatômico tridimensional utilizados nas ablações complexas. A capacidade de movimentar o cateter com precisão, aliada à versatilidade de posicionamento, faz do ICE uma ferramenta valiosa para navegação anatômica e monitoramento em tempo real durante intervenções complexas.³

Inicialmente, o ICE foi utilizado para guiar o fechamento percutâneo de defeitos do septo interatrial, sendo uma alternativa ao Ecocardiograma Transesofágico (ETE), com imagem comparável e melhor tolerabilidade.¹ Atualmente, o ICE é a modalidade de imagem preferida em diversos procedimentos de eletrofisiologia, pois dispensa anestesia geral e permite que o próprio operador seja responsável pela imagem, otimizando tempo e recursos.⁴

Na eletrofisiologia, o ICE tornou-se ferramenta de extrema importância. Na ablação de fibrilação atrial, o ICE guia a punção transeptal com segurança e visualiza em tempo real a anatomia do átrio esquerdo, veias pulmonares, apêndice atrial e estruturas adjacentes, como o esôfago e as artérias pulmonares, permitindo delimitação precisa da área de ablação e evitando complicações

térmicas. Em ablações de taquiarritmias atriais, como *flutter* atrial atípico, o ICE contribui para identificar estruturas anatômicas complexas e trajetos de reentrada, e guiar o posicionamento dos cateteres ao redor de cicatrizes ou zonas críticas.⁵

Nas arritmias ventriculares, o ICE é cada vez mais empregado. Na ablação de extrassístoles ou taquicardias oriundas da via de saída do ventrículo direito, o ICE permite posicionamento anatômico preciso entre o trato de saída e as estruturas adjacentes. Nas arritmias originadas da via de saída do ventrículo esquerdo e do *summit* do ventrículo esquerdo, o ICE auxilia na orientação de abordagens transeptais ou retroaórticas, melhorando a eficácia e segurança do procedimento. Seu papel é ainda mais importante nas arritmias das cúspides coronarianas, pois permite uma visualização clara do contato dos cateteres com a cúspide, o seio de Valsalva e óstio das artérias coronarianas. Nos casos de arritmias originadas nos músculos papilares, o ICE é particularmente importante, por permitir a visualização direta dessas estruturas móveis e o contato do cateter com o alvo de forma contínua, o que é difícil usando apenas o mapeamento eletroanatômico, permitindo procedimentos mais eficazes. Na taquicardia ventricular cicatricial, o ICE complementa o mapeamento eletroanatômico ao evidenciar áreas de adelgaçamento miocárdico, aneurismas e paredes acinéticas, bem como áreas de fibrose relacionadas ao substrato arritmogênico, além de monitorar em tempo real a estabilidade do cateter durante a ablação.⁶

Outro destaque é o uso do ICE no fechamento do apêndice atrial esquerdo, pois além da punção transeptal, proporciona visualização da anatomia do apêndice, avaliação do diâmetro e orientação da liberação do dispositivo, com redução do uso de contraste iodado e de fluoroscopia. Em muitos centros, o ICE tem substituído o ETE neste cenário, permitindo que o procedimento seja realizado com sedação consciente. Esse cenário é particularmente útil ao realizar conjuntamente a ablação de fibrilação atrial e o fechamento do apêndice atrial esquerdo.⁷

Na cardiologia intervencionista, o ICE tem ganhado espaço, principalmente com o desenvolvimento do ICE 3D, atuando como complemento valioso e até mesmo alternativo ao ETE em alguns cenários. Em adultos, destaca-se sua aplicação no fechamento percutâneo de comunicação interatrial e forame oval patente, onde a imagem é superior, além de permitir realização do procedimento com sedação consciente. O ICE apresenta resultados iniciais promissores no reparo transcater da valva mitral e, mais recentemente, tem sido estudado seu uso em procedimentos percutâneos da valva tricúspide e no fechamento de *leaks* paravalvares. No implante transcater de válvula aórtica, a fluoroscopia é o método de imagem padrão,

Palavras-chave

Ecocardiografia; Eletrofisiologia Cardíaca; Segurança do Paciente.

Correspondência: Renner Augusto Raposo Pereira •

Hospital Nossa Senhora das Neves. R. Etelvina Macedo de Mendonça, 531.

CEP: 58040-530. João Pessoa, PB – Brasil

E-mail: rennerarp@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.36660/abcimg.20250031>

mas em casos mais complexos, o ICE 3D pode agregar e ser uma alternativa ao ETE.⁸

No tratamento percutâneo das cardiopatias congênitas, o ICE vem sendo explorado em outras intervenções estruturais além do fechamento comunicação interatrial, incluindo intervenções em comunicação interventricular, persistência de canal arterial e valvopatia pulmonar. Sua utilização reduz a exposição à radiação e a necessidade de anestesia geral prolongada, trazendo benefícios relevantes ao paciente pediátrico ou adulto com cardiopatia congênita.^{1,9}

O ICE é uma alternativa segura para identificar trombos no apêndice atrial esquerdo, melhora significativamente a segurança dos procedimentos ao reduzir complicações como tamponamento cardíaco, trombose e estenose das veias pulmonares.¹⁰ A realização de ablações com exposição mínima ou mesmo sem utilização de radiação é uma realidade, sendo especialmente relevante nos pacientes jovens e nas gestantes, além de ter impacto significativo na redução dos riscos ocupacionais da equipe médica.^{1,10,11}

Além disso, a implementação do ICE na prática diária é possível após uma pequena curva de aprendizado, permitindo

sua implementação rapidamente e sem impactar na segurança ou eficácia do procedimento.¹²

Apesar dos avanços, o custo ainda representa uma barreira a disseminação universal do ICE, sobretudo pelo uso de cateteres descartáveis de alto preço. Contudo, considerando a redução do tempo de sala, menores complicações e menor necessidade de anestesia geral, o custo total do procedimento pode ser comparável ao do ETE.^{1,13}

Tecnologias emergentes, como o ICE tridimensional em tempo real, já estão sendo aplicadas e prometem elevar ainda mais a precisão das intervenções.⁸ Espera-se para breve a miniaturização dos cateteres, melhoria na resolução das imagens e integração com algoritmos de inteligência artificial para segmentação automática e identificação de estruturas.^{1,9}

O ICE representa uma das principais inovações em imagem cardiovascular para a prática intervencionista contemporânea. Sua utilização crescente é impulsionada pela capacidade de combinar qualidade de imagem, segurança e eficiência, sendo uma ferramenta fundamental para procedimentos de alta complexidade na eletrofisiologia e na cardiologia estrutural com impacto positivo na segurança e eficácia dos procedimentos.

Referências

1. Jingquan Z, Deyong L, Huimin C, Hua F, Xuebin H, Chenyang J, et al. Intracardiac Echocardiography Chinese Expert Consensus. *Front Cardiovasc Med*. 2022;9:1012731. doi: 10.3389/fcvm.2022.1012731.
2. Kossoff G. Diagnostic Applications of Ultrasound in Cardiology. *Australas Radiol*. 1966;10(2):101-6. doi: 10.1111/j.1440-1673.1966.tb00774.x.
3. Singh SM, Heist EK, Donaldson DM, Collins RM, Chevalier J, Mela T, et al. Image Integration Using Intracardiac Ultrasound to Guide Catheter Ablation of Atrial Fibrillation. *Heart Rhythm*. 2008;5(11):1548-55. doi: 10.1016/j.hrthm.2008.08.027.
4. Liu CF. The Evolving Utility Of Intracardiac Echocardiography In Cardiac Procedures. *J Atr Fibrillation*. 2014;6(6):1055. doi: 10.4022/jafib.1055.
5. Saad EB, Costa IP, Camanho LE. Use of Intracardiac Echocardiography in the Electrophysiology Laboratory. *Arq Bras Cardiol*. 2011;96(1):e11-7. doi: 10.1590/S0066-782X2011000100019.
6. Asvestas D, Xenos T, Tzeis S. The Contribution of Intracardiac Echocardiography in Catheter Ablation of Ventricular Arrhythmias. *Rev Cardiovasc Med*. 2022;23(1):25. doi: 10.31083/j.rcm2301025.
7. Beneki E, Dimitriadis K, Theofilis P, Pырpyris N, Iliakis P, Kalompatsou A, et al. Intracardiac or Transesophageal Echocardiography for Left Atrial Appendage Occlusion: An Updated Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Cardiovasc Imaging*. 2025;41:489-505. doi: 10.1007/s10554-025-03330-z.
8. Tang GHL, Zaid S, Hahn RT, Aggarwal V, Alkhouli M, Aman E, et al. Structural Heart Imaging Using 3-Dimensional Intracardiac Echocardiography: JACC: Cardiovascular Imaging Position Statement. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2025;18(1):93-115. doi: 10.1016/j.jcmg.2024.05.012.
9. Ghantous E, Aboulhosn JA. The Growing Role of Intracardiac Echo in Congenital Heart Disease Interventions. *J Clin Med*. 2025;14(7):2414. doi: 10.3390/jcm14072414.
10. Isath A, Padmanabhan D, Haider SW, Siroky G, Perimbeti S, Correa A, et al. Does the Use of Intracardiac Echocardiography during Atrial Fibrillation Catheter Ablation Improve Outcomes and Cost? A Nationwide 14-Year Analysis from 2001 to 2014. *J Interv Card Electrophysiol*. 2021;61(3):461-8. doi: 10.1007/s10840-020-00844-5.
11. Saad EB, Slater C, Inácio LAO Jr, Santos GVD, Dias LC, Camanho LEM. Catheter Ablation for Treatment of Atrial Fibrillation and Supraventricular Arrhythmias without Fluoroscopy Use: Acute Efficacy and Safety. *Arq Bras Cardiol*. 2020;114(6):1015-26. doi: 10.36660/abc.20200096.
12. Zei PC, Hunter TD, Gache LM, O'Riordan G, Baykaner T, Brodt CR. Low-Fluoroscopy Atrial Fibrillation Ablation with Contact Force and Ultrasound Technologies: A Learning Curve. *Pragmat Obs Res*. 2019;10:1-7. doi: 10.2147/POR.S181220.
13. Sant'Anna RT, Lima CG, Saffi MAL, Kruse ML, Leiria TLL. Atrial Fibrillation Ablation: Impact of Intracardiac Echocardiography in Reducing Procedure Time and Hospitalization. *Arq Bras Cardiol*. 2023;120(5):e20220306. doi: 10.36660/abc.20220306.



Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da licença de atribuição pelo Creative Commons