

Aplicaciones del Ecocardiograma Intracardíaco en el Laboratorio de Electrofisiología

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

Resumen

El ecocardiograma intracardíaco (EIC) proporciona una visualización detallada de las estructuras cardíacas, combinada a informaciones hemodinámicas, permitiendo posicionamiento preciso y en tiempo real del posicionamiento de los catéteres, reducción del tiempo de exposición a la fluoroscopia, y el monitoreo de complicaciones agudas durante el procedimiento electrofisiológico (ex. formación de trombos, derrame pericárdico, taponamiento cardíaco). Por eso, su utilización ha sido creciente, principalmente en la ablación de la fibrilación atrial y de las arritmias ventriculares. En la ablación de fibrilación atrial demuestra gran utilidad por proveer datos anatómicos del atrio izquierdo y venas pulmonares, auxiliar en las punciones transeptales, localizar el ostio y antro de las venas pulmonares, monitorear la lesión tisular durante la aplicación de radiofrecuencia (RF), prevenir injuria esofágica a través del monitoreo de las lesiones por RF en la pared posterior del atrio izquierdo y evaluar el flujo de las venas pulmonares.

Introducción

El ecocardiograma intracardíaco (EIC) es un método que proporciona una visualización detallada de las estructuras cardíacas, combinada a informaciones hemodinámicas. Por eso su uso es creciente en varios procedimientos intervencionistas cardiológicos, entre ellos: punción transeptal, cierre del defecto del septo interatrial¹, detección de trombo intracardíaco, valvuloplastia por balón², diagnóstico/biopsia de masa intracardíaca y procedimientos electrofisiológicos: ablación de fibrilación atrial³, flutter atrial y taquicardia ventricular⁴ y oclusión del apéndice atrial izquierdo⁵.

El EIC es utilizado por vía venosa percutánea, usualmente a través de introductor vascular 10-11 French en la vena femoral, siendo posicionado en las cavidades derechas. Los Sistemas de 2ª generación o 64 cristales (Acunav[®], Siemens Medical Solutions, USA y ViewMate[®], EPMedSystems, USA) operan en una frecuencia de 5 -10MHz y permiten la visualización

Palabras clave

Ecocardiografía/utilización, monitoreo, ecocardiografía, doppler.

de imágenes bidimensionales, Modo M y Doppler color. Los catéteres son multidireccionales, pudiendo ser manipulados en dos planos (anteroposterior y derecho-izquierdo). Esos sistemas ofrecen penetración de 12 cm de profundidad, permitiendo la visualización de estructuras del lado izquierdo del corazón cuando posicionadas en el lado derecho. A través de rotaciones (horaria y antihoraria) y deflexiones se obtienen imágenes de diversas estructuras cardíacas. Más raramente, el posicionamiento del catéter en la cavidad ventricular derecha o en el interior del seno coronario también puede ser útil en la visualización (Figura 1).

En el laboratorio de electrofisiología, el EIC tiene uso creciente en la práctica, pues posee ventajas importantes con la reducción del tiempo de exposición a la fluoroscopia, permite una información más precisa y actualizada del posicionamiento de los catéteres y sus relaciones con estructuras anatómicas⁶, además de posibilitar el monitoreo de complicaciones agudas durante el procedimiento (formación de trombo, taponamiento cardíaco, embolia gaseosa, etc.) (Tabla 1).

El EIC puede servir para detectar la presencia de trombos antes o durante intervenciones en el lado izquierdo del corazón. Además de eso, detecta la presencia de contraste espontáneo (Figura 2), así como la reducción de las velocidades de llenado del apéndice atrial izquierdo ≤ 20 cm/s, factores asociados a un riesgo aumentado de eventos tromboembólicos⁷.

Las imágenes registradas por el EIC alocado en el atrio derecho permiten una precisa visualización del septo interatrial, facilitando la punción transeptal (inclusive su direccionamiento posterior, lo que facilita mucho el acceso a las venas pulmonares y la pared posterior del atrio izquierdo) y aumentando la seguridad de esta intervención. Con eso, hay menor riesgo de complicaciones relacionadas al acceso transeptal, como la ocurrencia de perforación aórtica, perforación pericárdica, taponamiento cardíaco y embolia sistémica (Figura 3).

La ubicación precisa de importantes estructuras endocárdicas, y la relación de los catéteres con estas estructuras es esencial para el éxito de la ablación. El EIC facilita el entendimiento de la anatomía cardíaca, siendo superior a la fluoroscopia simple (Tabla 2). Zanchetta et al⁶ demostraron una excelente precisión de las imágenes de estructuras intracardíacas provistas por el EIC cuando son comparadas a la resonancia magnética cardíaca.

El EIC permite también el monitoreo del contacto de los catéteres con el tejido y de la formación de las lesiones realizadas por la radiofrecuencia. Hay una buena correlación entre la imagen ultrasonográfica y la patología de la lesión,

Correspondencia: Eduardo B. Saad •

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

E-mail: eduardobsaad@hotmail.com

Artículo recibido en 22/07/09; revisado recibido en 20/09/09; aceptado en 26/10/09.

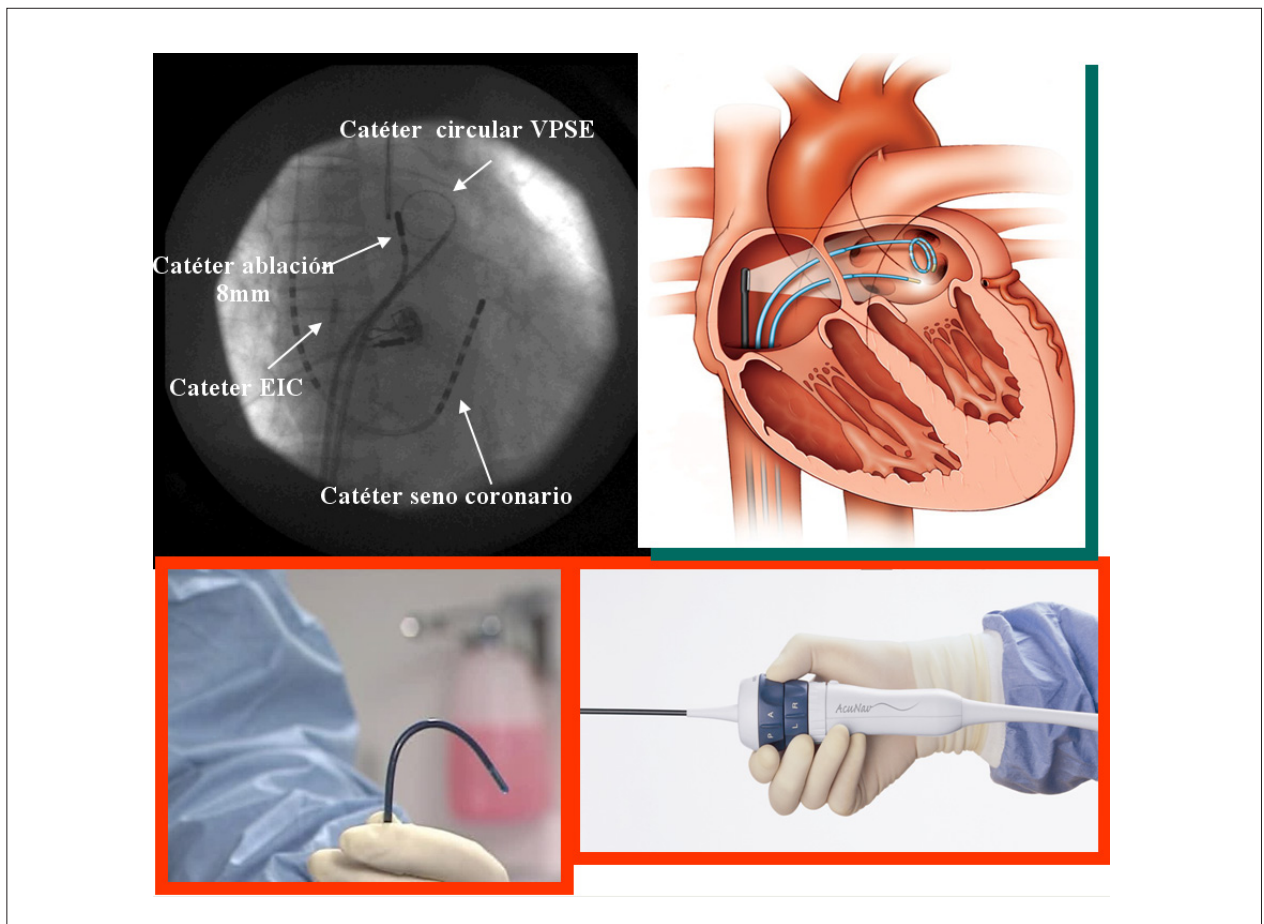


Fig. 1 - Posicionamiento de sonda del ecocardiograma intracardiaco(EIC) en el atrio derecho a través de fluoroscopia (a la izquierda). Visualización esquemática (a la derecha). Manipulación de sonda EIC (abajo).

Tabla 1 - Uso del ecocardiograma intracardiaco en las arritmias cardíacas

Detectar trombo intracardiaco
Auxiliar en la punción transeptal
Identificar estructuras endocárdicas
Localizar los catéteres de forma precisa
Monitorear y cuantificar las lesiones de la ablación por radiofrecuencia
Monitorear complicaciones durante el procedimiento (formación de trombo, embolia, taponamiento, estenosis venas)
Evaluar la función mecánica atrial

según modelo canino⁸. El EIC demuestra edema y/o aumento de la ecogenicidad en el sitio de ablación⁹⁻¹¹.

Los procedimientos electrofisiológicos realizados bajo visualización del EIC presentan mayor seguridad y permite la identificación inmediata de complicaciones inherentes al procedimiento, como la detección precoz de perforación cardíaca, derrame pericárdico o taponamiento (Figura 4).

La formación de trombos y eventos embólicos es una complicación temida, principalmente durante procedimientos

en el lado izquierdo del corazón. El EIC permite documentar esta complicación precozmente, facilitando la toma de medidas inmediatas para prevención de embolia sistémicas^{12,13} (ver figura 5).

EIC en la ablación de fibrilación atrial

La ablación por catéter de la FA fue inicialmente descrita por Chen y Haissaguere¹⁴, y tiene como objetivo primario, la eliminación de focos ectópicos deflagradores en el interior de las venas pulmonares, a través del aislamiento eléctrico de las conexiones de las venas pulmonares con atrio izquierdo.

En contraste con otras ablaciones de taquicardia supraventricular, la ablación de FA necesita acceso al atrio izquierdo a través de dos punciones transeptales, con el paciente plenamente anticoagulado y un abordaje más extenso a través de múltiples lesiones de radiofrecuencia; de esta forma, la ablación de FA presenta un tiempo más prolongado y un riesgo mayor de complicaciones (tromboembólicas, estenosis venas pulmonares, o injuria esofágica)¹⁵.

Diversas estrategias para guiar el aislamiento de las venas pulmonares fueron descritas. Entre estas se destacan la ablación guiada por la angiografía, el mapeo electroanatómico

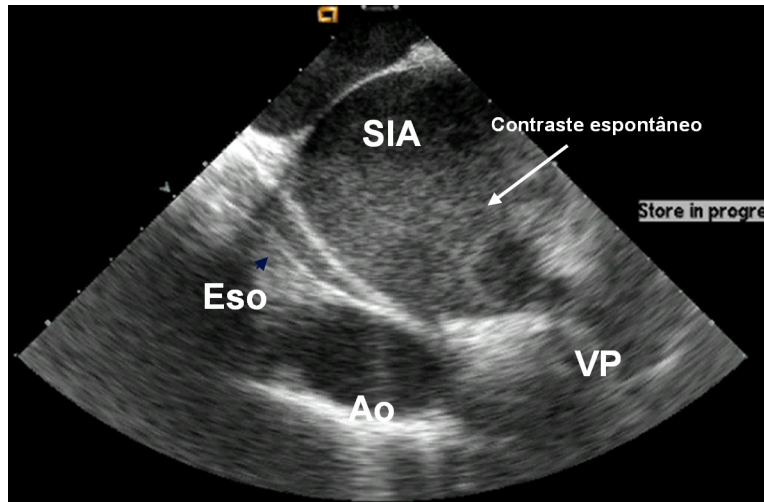


Fig. 2 - Visualización de estructuras cardíacas endocárdicas. SIA- septo interatrial; Eso – esófago; Ao – aorta; VP – vena pulmonar. Importante contraste espontáneo en atrio izquierdo.

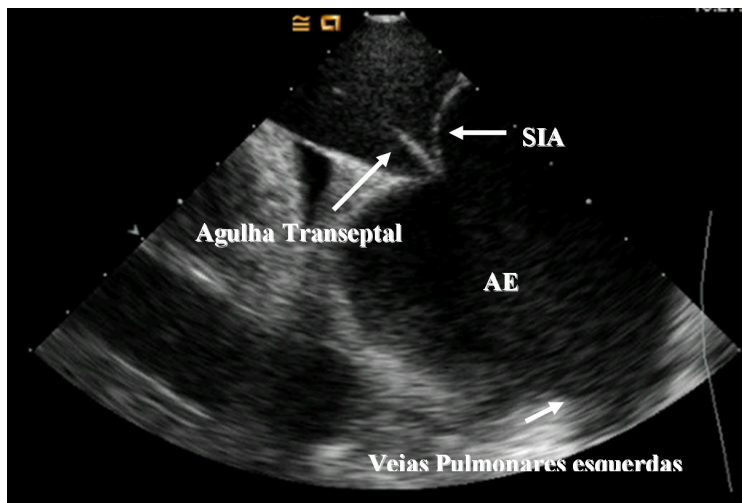


Fig. 3 - Realización de punción transeptal bajo visualización directa del septo interatrial (SIA) a través del ecocardiograma intracardiaco. Se nota formación de tienda en el septo por la presión de la vaina.

y el mapeo electrofisiológico guiado por el ecocardiograma intracardiaco (EIC).

El EIC fornece informaciones precisas sobre la anatomía de las venas pulmonares y demuestra con claridad la presencia de variaciones anatómicas como el drenaje común y venas accesorias.

El Consenso de Ablación de Fibrilación Atrial del HRS/EHRA/ECAS¹⁶ recomienda la utilización del EIC basado en las siguientes ventajas:

1. Realización más segura de las punciones transeptales (por la visualización directa del septo interatrial, sin necesidad de contraste yodado). El EIC permite que tales punciones sean realizadas en pacientes ya plenamente anticoagulados, lo que disminuye la probabilidad de la formación de trombo en el interior del atrio izquierdo y disminuye la incidencia de taponamiento cardíaco.
2. Define la anatomía de las venas pulmonares.
3. Permite el posicionamiento preciso de los catéteres

circulares de mapeo en el ostio de las venas pulmonares, auxiliando en la determinación de los lugares de aplicación de radiofrecuencia, evitando aplicaciones en el interior de las venas pulmonares (que aumenta el riesgo de estenosis de las venas). Packer et al¹⁷ demostraron que la técnica guiada por la angiografía puede presentar una discrepancia > 10 mm en definir precisamente el ostio

Tabla 2 - Estructuras/imágenes visualizadas por el ecocardiograma intracardiaco útiles para electrofisiología

Imágenes/estructuras cardíacas	Aplicación clínica
Septo interatrial/Foramen oval	Punción transeptal
Ostio seno coronario	Implante de electrodo ventricular izquierdo, ablación de taquiarritmias supraventriculares
Istmo cavo-tricúspide	Ablación de flutter atrial
Triángulo de Koch	Ablación de taquicardia por reentrada nodal
Venas Pulmonares	Anomalías de las venas, ablación de fibrilación atrial
Orejuela izquierda	Trombo, velocidad de flujo
Esófago	ablación de fibrilación atrial, prevención fistula atrioesofágica
Lesiones de radiofrecuencia	Ablación de flutter y fibrilación atrial y TV
Microburbujas endocárdicas	Ablación de fibrilación atrial
Trombo en el atrio izquierdo	Complicación aguda de ablación en el atrio izquierdo
Pericardio	Derrame, taponamiento, ablación epicárdica

de las venas pulmonares, cuando es comparado con el EIC (Figura 2); hecho importante visto que la estenosis de venas pulmonares es una condición grave y con elevada tasa de morbimortalidad.

4. Evalúa el contacto entre el catéter y el tejido cardíaco, fundamental para promover la transmuralidad de las lesiones ablativas¹⁸.
5. Reconocimiento precoz de la formación de trombos en el interior del atrio izquierdo^{12,13}.
6. El éxito de la ablación de la FA depende de la transmuralidad de la lesión para garantizar el aislamiento eléctrico¹⁷⁻²⁰, catéteres punta anchas (8 mm) o con irrigación proporcionan alta potencia liberada y mayor lesión tisular y consecuentemente mayor riesgo de complicaciones^{21,22}. El EIC promueve el monitoreo de la formación de microburbujas, que reflejan supercalentamiento tisular, con consecuente titulación de la potencia de la aplicación de radiofrecuencia, cuando se utiliza catéter de punta 8 mm^{23,24}.
7. Identifica y predice estenosis de las venas pulmonares, a través de la medida de velocidad de flujo en el ostio de las venas pulmonares antes y después del procedimiento²⁵.
8. Prevención de injuria esofágica a través de la ubicación del esófago y visualización de cambios morfológicos en la pared posterior del atrio en contigüidad con la pared anterior del esófago. La energía de radiofrecuencia puede ser titulada basada en la ecogenicidad de la lesión formada^{26,27}.

La ocurrencia de estenosis de las venas pulmonares puede ser monitoreada por el EIC a través de la medida de los ostios de las venas pulmonares y velocidades de flujos sistólico y diastólico antes y después de ablación por catéter para fibrilación atrial. Generalmente, alteraciones agudas en la velocidad de flujo de las venas pulmonares se resuelven

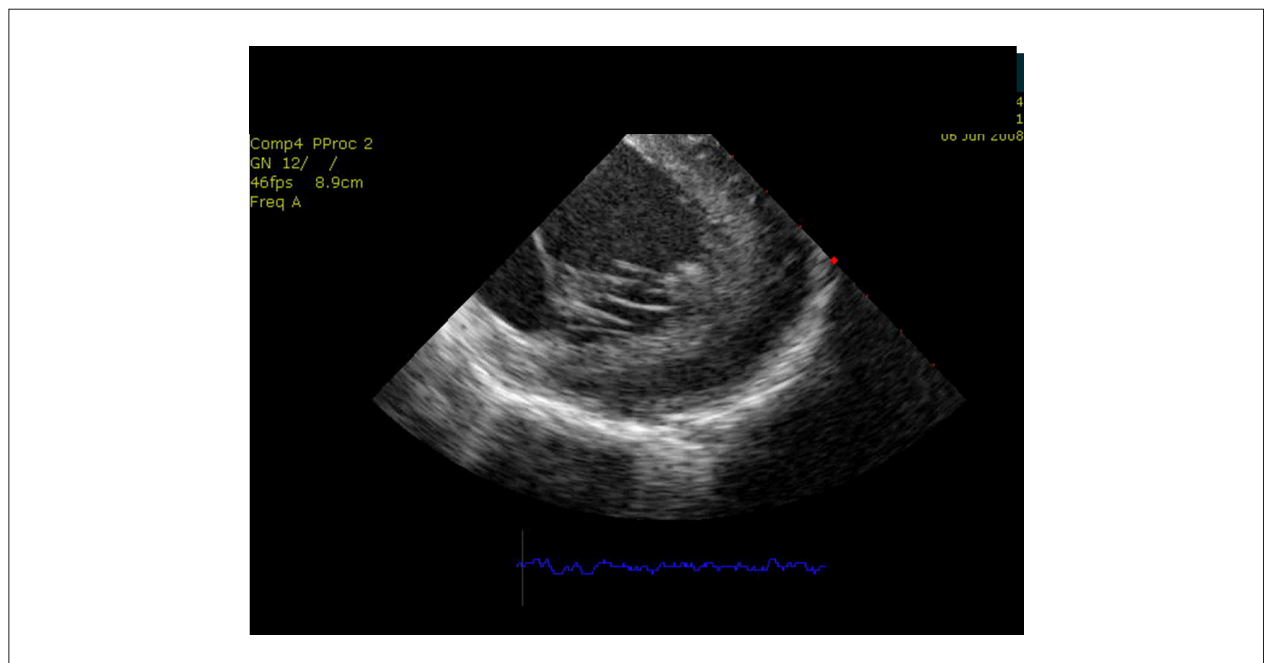


Fig. 4 - Visualización de derrame pericárdico moderado durante procedimiento de ablación de FA.

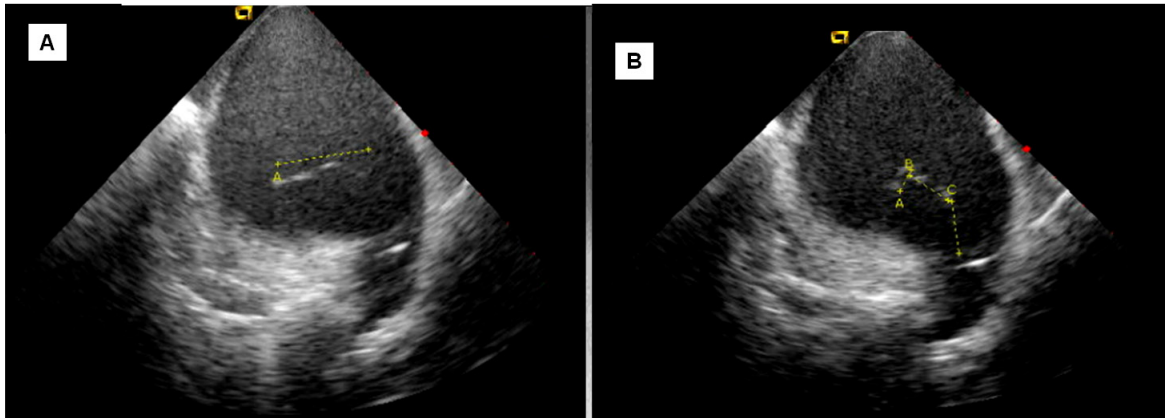


Fig. 5 - Imagen del ecocardiograma intracardiaco mostrando trombo en el atrio izquierdo (puntillado amarillo) adherido al catéter decapolar circular (Lasso®) ubicado en la vena pulmonar superior izquierda.

en tres meses, sin embargo casos de estenosis severa pueden ocurrir²⁸. Cambios agudos de leve a moderada intensidad en la hemodinámica y medidas de los ostios de las venas pulmonares parecen no correlacionarse con estenosis tardía de las venas pulmonares²⁵.

EIC en la ablación de flutter atrial

La ablación del flutter típico es realizada a través de una línea de bloqueo en el istmo cavo tricúspide. Por veces, hay diversidades anatómicas que dificultan la ablación de este istmo. El EIC proporciona la visualización directa de este istmo y sus variaciones, como la presencia de cristas, recesos, bolsas, trabeculaciones, facilitando la ablación del flutter istmal^{10,29}. El EIC se vuelve bastante útil en los pacientes con anomalía de Ebstein que frecuentemente presentan anomalías del istmo cavotricúspide, debido a la baja implantación de la válvula tricúspide.

El EIC también auxilia en el posicionamiento del catéter de ablación, en la visualización del contacto del catéter con el tejido y en la observación de la lesión por radiofrecuencia en recesos profundos y trabeculaciones prominentes.

EIC en la ablación de taquicardia ventricular

El uso del EIC en la ablación de taquicardia ventricular presenta las siguientes ventajas:

1. Identificación del sustrato arritmogénico: cicatrices, aneurismas, acinesias o discinesias
2. Continuo monitoreo de complicaciones durante la ablación: perforación cardíaca y taponamiento, daño valvular, eventos tromboembólicos.
3. Ubicación precisa del catéter y del contacto con el endocardio.
4. Identificación de los ostios de las arterias coronarias y su relación con el posicionamiento del catéter de ablación en casos de taquicardia ventricular relacionada a la vía de salida del ventrículo izquierdo⁴ (Figura 6).

5. Monitoreo de la lesión tisular por la radiofrecuencia a través de la formación de microburbujas.
6. Auxiliar en procedimientos realizados en la superficie epicárdica a través de la orientación en la punción pericárdica subxifoide, visualización de complicaciones relacionadas a la punción (perforación ventricular) y de la ubicación precisa del catéter²⁷.

Otras aplicaciones del EIC en las arritmias cardíacas

1. Ubicación del ostio del seno coronario para implantes de catéteres y electrodos de marcapasos resincronizadores: el EIC provee imágenes de la anatomía del seno coronario (puede presentar válvulas en varios puntos) y demuestra alteraciones dinámicas de acuerdo con el ciclo cardíaco que pueden dificultar su canulación³⁰.
2. Auxilio en la oclusión del apéndice atrial izquierdo: la oclusión del apéndice atrial izquierdo por prótesis vía percutánea es una terapéutica adicional en desarrollo en los pacientes con fibrilación atrial y alto riesgo de eventos embólicos. El EIC facilita la ejecución de esta técnica localizando el apéndice atrial izquierdo y auxiliando el posicionamiento de la prótesis, además de facilitar la punción transeptal³¹.

Limitaciones

En la adopción de rutina de cualquier nueva tecnología, debemos considerar sus limitaciones en la práctica de la comunidad. Para el EIC, 3 ítems merecen discusión:

- a) *Costos adicionales* - el uso del EIC aumenta el costo del procedimiento ablativo, sin embargo este aumento es comparable a otras tecnologías ampliamente adoptadas como por ejemplo el mapeo electroanatómico. En verdad, ya está disponible en el mercado un sistema que integra estas dos tecnologías (Carto Sound® – Biosense Webster).

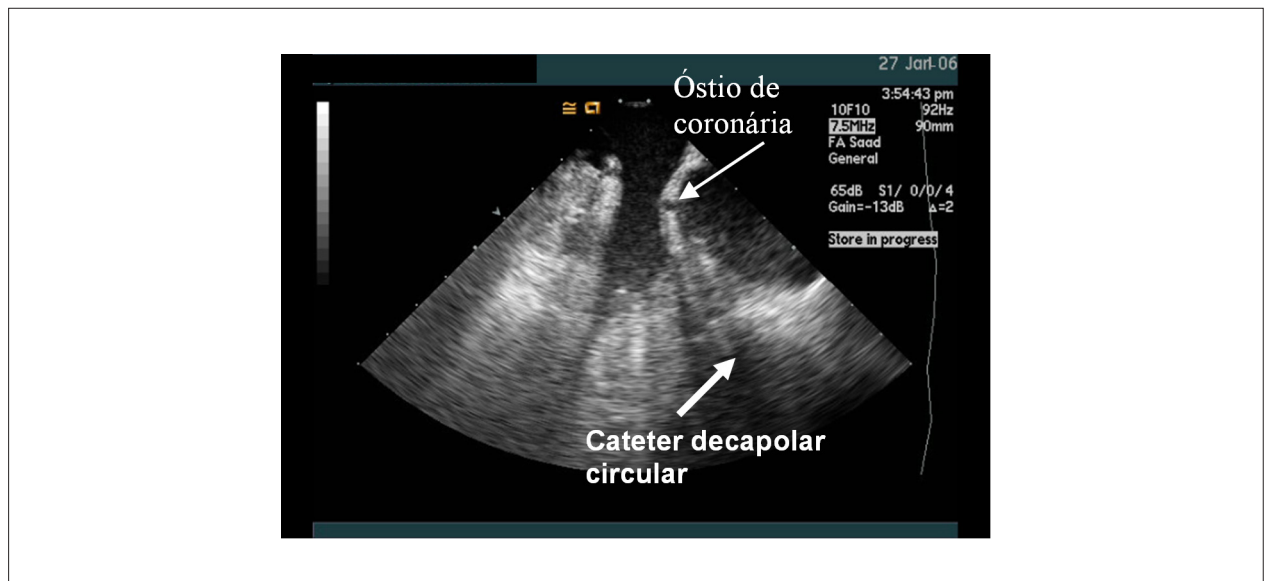


Fig. 6 - Visualización del ostio de arterias coronarias durante ablación de extrasístole ventricular en cúspide aórtica.

- b) *Morbilidad* - con esta técnica, hay necesidad de una punción venosa adicional con vaina vascular de grosso calibre (11F), que puede en teoría ocasionar complicaciones vasculares; la experiencia de los autores sin embargo no comprueba esta preocupación, pues no hay casos de complicaciones vasculares importantes relacionados al diámetro de la vaina en más de 500 casos realizados.
- c) *Facilidad de aplicación* - el EIC necesita una curva de aprendizaje para que el operador se vuelva independiente y confortable en su manejo, lo que puede ser conseguido con un breve entrenamiento (estimamos en torno de 10 a 15 casos). En general, la manipulación es fácil y rápida, siendo también comparable a otras tecnologías adoptadas en el laboratorio de electrofisiología.

Con la experiencia adquirida con el método, los autores recomiendan fuertemente el uso rutinario del EIC en particular para la ablación de FA, aun reconociendo que su uso no es imprescindible. Este procedimiento es frecuentemente realizado en la comunidad en servicios con poca experiencia en este procedimiento.

Conclusiones

El EIC es una herramienta muy útil en la realización de procedimientos electrofisiológicos complejos, pues proporciona una visualización precisa y en tiempo real de los catéteres, con fácil manejo y aprendizaje. Su uso ayuda en la detección precoz de complicaciones y, principalmente, en la reducción de estos eventos adversos.

Potencial Conflicto de Intereses

Declaro no haber conflicto de intereses pertinentes.

Fuentes de Financiamiento

El presente estudio no tuvo fuentes de financiamiento externas.

Vinculación Académica

No hay vinculación de este estudio a programas de postgrado.

Referencias

- Bartel T, Konorza T, Arjumand J, Ebrandlitzte 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.
- Salem MI, Makaryus AN, Kort S, Chung E, Marchnt 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.
- Verma A, Marrouche NF, Natale A. Pulmonary vein antrum isolation: intracardiac echocardiography-guided technique. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2004; 15: 1335-40.
- 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.
- 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.
- 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 MG, 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, 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 WI, 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 WI, 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 VY. Role of echocardiography in percutaneous occlusion of the left atrial appendage. *Echocardiography*. 2007; 24: 401-4.