

pared como la propia estenosis aórtica, pero también en enfermedades con flujos anormales, como la valvulopatía bicúspide<sup>5</sup>. Dicha activación se ha asociado con mayor riesgo de fenómenos tromboticos y hemorrágicos<sup>5</sup>. En estudios previos se ha demostrado que los modelos computacionales predicen dicha activación de un modo bastante preciso; por ejemplo, son capaces de predecir trombosis en *stenting* de bifurcaciones coronarias (figura 1B)<sup>3</sup>. La ausencia de diferencias en el grado de activación plaquetaria en función del grado de mal-alineamiento ya sea asumiendo un flujo vorticial (figura 2B, izquierda) o uno lineal (figura 2B, derecha) indica que el riesgo de trombosis clínica o subclínica de los velos no parece diferir en función del grado de mal-alineamiento. Dichos modelos se basan en supuestos puramente mecánicos (campos de velocidad de la sangre), aunque no es descartable que el desarrollo de modelos más avanzados, que incluyan elementos de la cascada de coagulación, permita detectar diferencias en trombogenicidad en función del alineamiento comisural.

Por otro lado, el impacto en la eficiencia energética del ventrículo indica que, en cada paciente concreto, el resultado en gradientes podría diferir en función del grado de alineamiento. Para detectar esta diferencia, resulta fundamental que los modelos utilizados simulen flujos lo más realistas posible (vorticiales), puesto que los laboratorios de simulación actuales emplean flujos uniformes a través de las prótesis que investigan<sup>1</sup>. En caso de que se validen prospectivamente los hallazgos aquí presentados, se podría demostrar que el alineamiento comisural tiene impacto en la durabilidad de las prótesis valvulares.

En conclusión, el análisis por TC previo al TAVI permite predecir con mucha precisión la rotación del sistema para lograr un correcto alineamiento comisural, especialmente con prótesis autoexpandibles, y el análisis por dinámica computacional de fluidos basada en las mismas pruebas de imagen apunta a beneficios del alineamiento comisural en el aprovechamiento de la energía mecánica aportada por la pared ventricular, pero solo detectable mediante simulación realista (vorticial) de los flujos en el tracto de salida. No se ha detectado un impacto del alineamiento comisural en el riesgo de trombosis de los velos.

## FINANCIACIÓN

Esta investigación ha recibido financiación de la Sociedad Española de Cardiología (SEC) con el número de beca: SEC/FEC-INV-CLI 21/023 y una beca FIS Nr PI21/01188 (Instituto de Salud Carlos III, Madrid, España).

## CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

I. Amat-Santos y J. Sierra-Pallares diseñaron y realizaron el estudio. Todos los autores aprobaron la versión final del manuscrito.

## CONFLICTO DE INTERESES

Ninguno.

## ANEXO. MATERIAL ADICIONAL

Se puede consultar material adicional a este artículo en su versión electrónica disponible en <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2023.01.002>

Ignacio J. Amat-Santos<sup>a,b,\*</sup>, José Sierra-Pallares<sup>c</sup>, Alfredo Redondo<sup>b</sup>, Sara Blasco-Turrión<sup>b</sup>, Juan Pablo Sánchez-Luna<sup>b</sup> y José Carlos González-Gutiérrez<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Centro de Investigación Biomédica en Red de Enfermedades Cardiovasculares (CIBERCV), España

<sup>b</sup>Servicio de Cardiología, Hospital Clínico Universitario de Valladolid, Valladolid, España

<sup>c</sup>Grupo de Ingeniería de los Fluidos, Instituto de las Tecnologías Avanzadas de la Producción (ITAP), Escuela de Ingenierías Industriales, Universidad de Valladolid, Valladolid, España

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [ijamat@gmail.com](mailto:ijamat@gmail.com) (I.J. Amat-Santos).

On-line el 27 de janvier de 2023

## BIBLIOGRAFÍA

- Hatoum H, Dollery J, Lilly SM, Crestanello JA, Dasi LP. Implantation depth and rotational orientation effect on valve-in-valve hemodynamics and sinus flow. *Ann Thorac Surg*. 2018;106:70–78.
- Khan JM, Rogers T, Weissman G, et al. Anatomical characteristics associated with hypoaerated leaflet thickening in low-risk patients undergoing transcatheter aortic valve replacement. *Cardiovasc Revasc Med*. 2021;27:1–6.
- García-Carrascal P, García-García J, Sierra-Pallares J, et al. Numerical study of blood clots influence on the flow pattern and platelet activation on a Stented Bifurcation Model. *Ann Biomed Eng*. 2017;45:1279–1291.
- Redondo A, Valencia-Serrano F, Santos-Martínez S, et al. Accurate commissural alignment during ACURATE neo TAVI procedure. Proof of concept. *Rev Esp Cardiol*. 2022;75:203–212.
- Raschpichler M, Flint N, Yoon SH, et al. Commissural Alignment After Balloon-Expandable Transcatheter Aortic Valve Replacement Is Associated With Improved Hemodynamic Outcomes. *JACC Cardiovasc Interv*. 2022;15:1126–1136.

<https://doi.org/10.1016/j.recesp.2023.01.002>

0300-8932/© 2023 Sociedad Española de Cardiología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

## Potencialidad de la donación cardiaca de donantes en asistolia controlada



## Potential for controlled heart donation after circulatory determination of death

### Sr. Editor:

El trasplante cardiaco es el tratamiento de elección para la insuficiencia cardiaca avanzada. En las últimas décadas, los

donantes en muerte encefálica óptimos han disminuido. Por ello, se han implementado diversas estrategias para aumentar el número de donantes, como la expansión de los criterios de aceptación de órganos y la donación en asistolia controlada (DAC), que representa actualmente el 40% de la donación en España<sup>1</sup>.

Desde 2020, en nuestro país se han implantado diferentes protocolos de DAC, con resultados prometedores. No obstante, hasta la fecha no existen estudios sobre la potencialidad de la DAC en España. Para conocerla, se realizó un estudio observacional retrospectivo de todos los donantes en asistolia tipo III válidos de

entre 18 y 50 años registrados por la Organización Catalana de Trasplantes desde el 1 de enero de 2013 (implementación de la DAC en Cataluña) al 28 de febrero de 2021. Se recopilaron datos identificativos del donante, datos identificativos del hospital (si pertenecía o no al Área Metropolitana de Barcelona [AMB]), datos demográficos de los donantes, antecedentes médicos de interés para la donación cardiaca (hipertensión arterial, obesidad, diabetes mellitus, dislipemia, consumo de drogas y su tipo, tabaquismo, cardiopatía, neumopatía, vasculopatía, hepatopatía, nefropatía) y datos de la extracción (si se utilizó o no perfusión regional normotérmica, tiempo de isquemia caliente total, tiempo de isquemia caliente funcional, validez hepática y causa de la falta de validez hepática).

Se determinó si los donantes cumplían los criterios para la donación cardiaca según el protocolo del Hospital Universitario de Bellvitge (figura 1). Con el objetivo de incrementar la potencialidad, se evaluaron otros 3 grupos de donantes: con un factor de riesgo cardiovascular (FRCV) excepto diabetes mellitus, con hábito tabáquico o ambos; además, se evaluó si la donación se hizo fuera del AMB. Se realizó un análisis descriptivo de las variables con la media ± desviación estándar cuando la distribución de las variables continuas era normal y con la mediana [intervalo intercuartílico] en caso contrario. Los datos categóricos se expresaron como frecuencia y porcentaje. Se utilizó el programa SPSS 25 (IBM Statistics, Estados Unidos) para realizar el análisis.

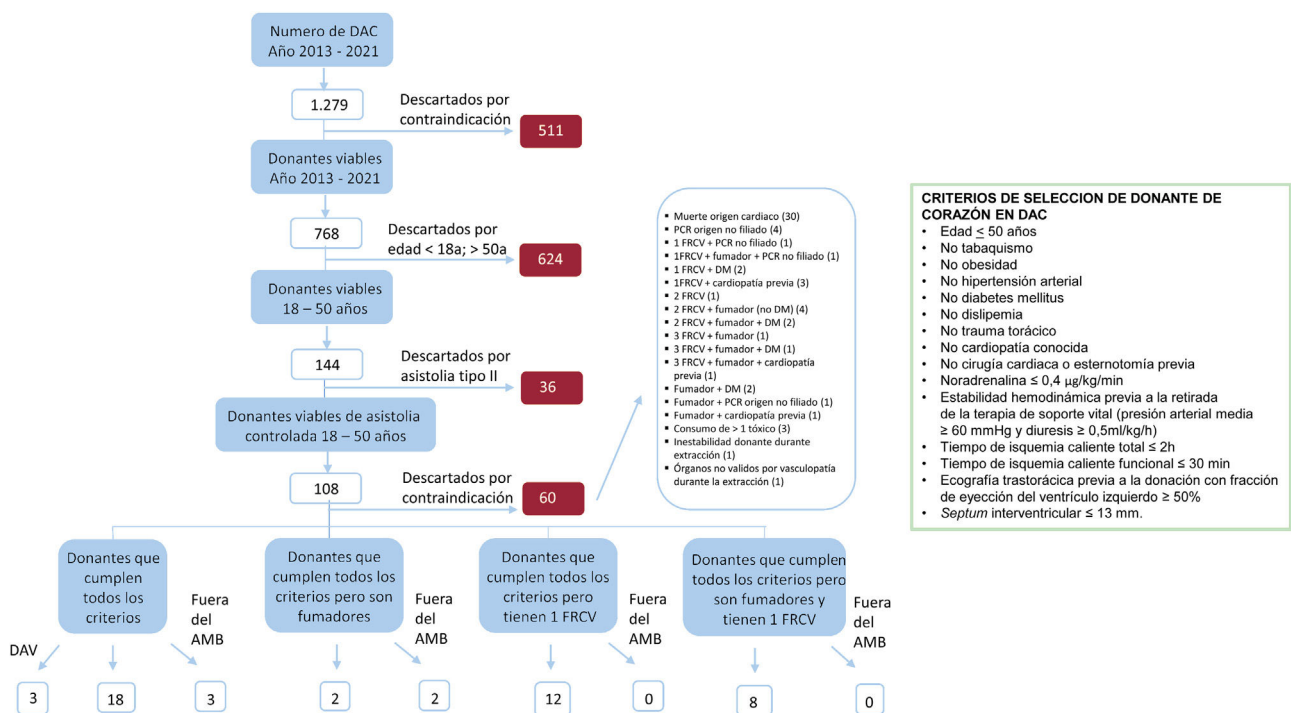
Durante el periodo del 1 de enero de 2013 al 28 de febrero de 2021, se registraron 1.279 potenciales donantes en asistolia (IIa, IIb, III), de los que se descartó a 511 (39,95%) por contraindicación médica o negativa familiar. De los restantes 768 donantes viables (60,05%), 624 (81,25%) no cumplían criterios de edad para la donación cardiaca. De los restantes 144 (18,75%), 36 fueron donantes en asistolia tipo IIa o IIb, por lo que también se los excluyó del estudio, y se obtuvo un total de 108 (14,06%) donantes de 18 a 50 años en asistolia tipo III. De estos 108 donantes, 18 cumplían estrictamente todos los criterios para la donación; no obstante,

otros 3 presentaban alguna característica que evaluar: 1 era un trasplantado pulmonar (esternotomía previa) y 2 consumían drogas. Otros 2 donantes cumplían todos los criterios, excepto que eran fumadores; 12 presentaban 1 FRCV y 8, 1 FRCV y tabaquismo (figura 1). Además, 5 donaciones, 3 del primer grupo y 2 del segundo, se hicieron fuera del AMB. Se calculó la potencialidad de donación cardiaca procedente de donantes en asistolia tipo III de cada grupo (tabla 1).

La DAC es una realidad emergente en varios países como Reino Unido, Estados Unidos, Australia, Bélgica y, más recientemente, España. Este procedimiento se ha extendido por todo el país, y a finales de 2021 se habían conseguido 15 trasplantes de corazón procedentes de DAC. Aún no se dispone de datos en España sobre la supervivencia de los receptores de corazones procedentes de DAC, pero sí de otros países con resultados satisfactorios (supervivencia a los 90 días del 92%)<sup>2</sup>.

En este estudio, la potencialidad de la DAC ha sido del 16,6% (18 donantes cardiacos) del total de las DAC realizadas durante el periodo evaluado, si los criterios de nuestro hospital se siguieran de manera estricta. Como en este periodo se trasplantaron 435 corazones de donantes en muerte encefálica (el 57% de la misma comunidad autónoma), estos 18 corazones representarían un incremento del 4,14%. Si se ampliaran los criterios de aceptación como donante cardiaco en DAC, nuestra potencialidad general de DAC cardiaca sería del 44,4% (48 donantes cardiacos de DAC) respecto al número de las DAC realizadas, con un incremento potencial del 11% de trasplantes cardiacos en el periodo estudiado.

Fuera de España, los estudios de potencialidad de donación cardiaca de DAC obtuvieron resultados similares a los nuestros. Signal et al. analizaron a 334 donantes durante 2 años, y consiguieron un incremento del 4% por año de actividad de donación<sup>3</sup>; Noterdaeme et al., del 11% (70 donantes durante un periodo de 6 años)<sup>4</sup>; Osaki et al., del 17% (70 donantes en 2 años)<sup>5</sup>, y Messer et al., del 8,6% (6.429 donantes en 5 años)<sup>2</sup>.



**Figura 1.** Diagrama de flujo representativo del proceso de selección de los potenciales donantes. DAV: donantes a valorar por el coordinador de trasplantes; AMB: Área Metropolitana de Barcelona; DAC: donación en asistolia controlada; DM: diabetes mellitus; FRCV: factor de riesgo cardiovascular; PCR: parada cardiorrespiratoria.

**Tabla 1**  
Potencialidad de donación cardiaca en DAC en Cataluña 2013-2021

	Potencialidad respecto al total de DAC (n = 108)*				Potencialidad respecto al total de trasplantes en ME (n = 435) <sup>†</sup>			
	AMB	Fuera del AMB	DAV	Total	AMB-AMB+DAV	AMB y fuera de AMB-AMB y fuera de AMB+DAV	AMB-AMB+DAV	AMB y fuera de AMB-AMB y fuera de AMB+DAV
Criterios completos	18	3	3	24	16,66-19,44	19,44-22,22	4,13-4,82	4,82-5,51
Criterios completos+ fumador	2	2	3	7	1,85-4,62	3,70-6,48	0,45-1,14	0,92-1,61
Criterios completos+1 FRCV	12	0	3	15	11,11-13,88	11,11-13,88	2,75-3,44	2,75-3,44
Criterios completos+ fumador+1 FRCV	8	0	3	11	7,4-10,18	7,4-10,18	1,84-2,52	1,83-2,53
Total	40	5	3	48	37,03-39,81	41,66-44,44	9,19-9,88	10,34-11,03

AMB: Área Metropolitana de Barcelona; DAC: donación en asistencia controlada; DAV: donantes a valorar; FRCV: factor de riesgo cardiovascular; ME: muerte encefálica.

\* Los números de la izquierda representan a los donantes absolutos de cada categoría. Los números de la derecha representan la potencialidad expresada en porcentaje.

Nuestro estudio demuestra un potencial incremento de los trasplantes cardiacos a través de la DAC. Además, si se considera la expansión de los criterios de aceptación de donantes cardiacos en DAC (tabaquismo, algún FRCV o ambos), la potencialidad general se incrementaría. La presencia de estos FRCV no tiene por qué ser una limitación en el proceso de donación, ya que existe la posibilidad de realizar coronariografías previas. Además, para incrementar el *pool* de donantes, se valora la posibilidad de realizar la donación fuera del propio hospital. En este sentido, la disminución del daño por isquemia-reperusión con la perfusión regional normotérmica se puede asociar con la conservación del injerto una vez extraído en frío o a través de la perfusión normotérmica *ex situ*, aunque esta conlleva un coste elevado. Otra estrategia sería la ampliación progresiva del límite de edad del donante.

La principal limitación de nuestro estudio es su naturaleza retrospectiva. Esto implica que alguno de los 18 donantes que cumplían todos los criterios podría haber sido excluido, lo cual tendría mayor impacto cuando se considera a los pacientes con criterios extendidos.

## FINANCIACIÓN

Sin financiación.

## CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

N. Martínez-Franco: recolección y análisis de datos, revisión de la literatura, escritura de artículo, revisión y aprobación del artículo. E. Oliver-Juan y L. Anguela-Calvet: análisis de datos, revisión y aprobación del artículo. J. Tort y N. Manito-Lorite: análisis de datos, revisión y aprobación del artículo. G. Moreno-González: diseño del estudio, análisis de datos, revisión de la literatura, revisión y aprobación del artículo.

## CONFLICTO DE INTERESES

Los autores certifican que no hay conflictos de intereses que declarar y que no tienen afiliaciones ni participación en ninguna organización o entidad con ningún interés financiero como honorarios o becas educativas.

## AGRADECIMIENTOS

Este artículo se realizó con la ayuda del *Premi Ajuts per la Recerca*, Hospital Universitario de Bellvitge, 2017.

Nerea Martínez-Franco<sup>a</sup>, Eva Oliver-Juan<sup>b,c,d</sup>, Jaume Tort<sup>a</sup>, Laura Anguela-Calvet<sup>b,c</sup>, Nicolás Manito-Lorite<sup>c,d</sup> y Gabriel Moreno-González<sup>b,c,e,\*</sup>

<sup>a</sup>Unidad de Coordinación e Intercambio de órganos (UCIO), Organización Catalana de Trasplantes (OCATT), Barcelona, España

<sup>b</sup>Servicio de Medicina Intensiva, Hospital Universitario de Bellvitge, L'Hospitalet de Llobregat, Barcelona, España

<sup>c</sup>Coordinación de Trasplantes, Hospital Universitario de Bellvitge, L'Hospitalet de Llobregat, Barcelona, España

<sup>d</sup>Servicio de Cardiología, Hospital Universitario de Bellvitge, L'Hospitalet de Llobregat, Barcelona, España

<sup>e</sup>Instituto de Investigación Biomédica de Bellvitge (IDIBELL), L'Hospitalet de Llobregat, Barcelona, España

\* Autor para correspondencia:

Correo electrónico: gabriel.moreno@bellvitgehospital.cat

(G. Moreno-González).

On-line el 27 de janvier de 2023

## BIBLIOGRAFÍA

1. Actividad de Donación y Trasplante Cardíaco en España 2021. Donación en asistolia en España: situación actual y recomendaciones. Organización Nacional de Trasplantes; 2021. Disponible en: <http://www.ont.es/infesp/Paginas/Memorias.aspx>. Consultado 20 Abr 2022.

- Messer S, Page A, Rushton S, et al. The potential of heart transplantation from donation after circulatory death donors within the United Kingdom. *J Heart Lung Transplant*. 2019;38:1–3.
- Singhal AK, Abrams JD, Mohara J, et al. Potential suitability for transplantation of hearts from human non-heart-beating donors: data review from the Gift of Life Donor Program. *J Heart Lung Transplant*. 2005;24:1657–1664.
- Noterdaeme T, Detry O, Hans M-F, et al. What is the potential increase in the heart graft pool by cardiac donation after circulatory death? *Transplant Int*. 2013;26:61–66.
- Osaki S, Anderson JE, Johnson MR, et al. The potential of cardiac allografts from donors after cardiac death at the University of Wisconsin Organ Procurement Organization. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2010;37:74–79.

<https://doi.org/10.1016/j.recresp.2023.01.004>

0300-8932/© 2023 Sociedad Española de Cardiología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

## Ablación de taquicardia ventricular con origen en el tracto de salida desde la arteria axilar



### Outflow tract ventricular tachycardia ablation from the axillary artery

#### Sr. Editor:

La punción de la arteria femoral es el acceso de elección en la ablación de arritmias cardíacas con abordaje retroaórtico, como las arritmias ventriculares idiopáticas o asociadas con escara o determinadas vías accesorias izquierdas. Sin embargo, en ocasiones resulta imposible alcanzar la porción proximal de la aorta desde este acceso.

Se presenta el caso de un varón de 89 años con antecedente de infarto de miocardio anteroapical, portador de marcapasos bicameral por bloqueo auriculoventricular completo y con enfermedad oclusiva aortoiliaca tratada con cirugía aortocoronaria 40 años antes. Acudió a urgencias por debilidad. A su llegada se constató hipotensión y taquicardia, por lo que se realizó un electrocardiograma que mostró una taquicardia regular de QRS ancho y eje inferior a 176 lpm, compatible con taquicardia ventricular monomorfa sostenida con origen en la región de tractos de salida. La transición en V3 con QRS positivo en DI y morfología QS en V1 con una muesca en la rama descendente del QRS orientó hacia un probable abordaje exitoso desde la aorta<sup>1</sup> (figura 1A). Se intentó sin éxito la terminación mediante sobreestimulación desde el electrodo ventricular del marcapasos, por lo que se procedió a una cardioversión eléctrica con choque bifásico sincronizado a 200 J. Sin embargo, la taquicardia mostró un comportamiento incesante, con recidiva prácticamente inmediata tras 3 intentos de cardioversión. Por ello, se inició perfusión intravenosa de amiodarona, que enlenteció la taquicardia a 155 lpm sin terminarla. Se intentó de nuevo la cardioversión eléctrica hasta en 3 ocasiones, pero se mantuvo el comportamiento incesante. Dada la repercusión hemodinámica y la imposibilidad de terminarla mediante estrategias conservadoras, se indicó una ablación emergente.

Se canularon ambas arterias femorales con ayuda de una guía, pero no se logró avanzar hasta la aorta abdominal, por lo que se realizaron sendas angiografías, que confirmaron la oclusión completa aortoiliaca bilateral. La posibilidad de abordaje desde el tracto de salida del ventrículo derecho no quedaba por completo descartada. Sin embargo, se decidió insistir en el abordaje retroaórtico aunque ello implicara una estrategia menos convencional para dar una mayor celeridad que evitara el deterioro

hemodinámico del paciente y la posibilidad de complicaciones derivadas de la aplicación de radiofrecuencia en el ventrículo derecho<sup>2</sup>, dado el patrón electrocardiográfico muy compatible con un origen cartografiado desde el seno de Valsalva derecho o la comisura entre los senos derecho e izquierdo. Se obtuvo entonces un acceso ecoguiado por la arteria axilar izquierda (video 1 del material adicional) con un introductor de 8 Fr Avanti+ (Cordis, Cardinal Health, Estados Unidos) y se avanzó a su través un catéter de ablación irrigado con sensor de fuerza de contacto Thermocool Smarttouch (Biosense Webster, Estados Unidos) hasta la raíz aórtica (figura 1B, C). El mapa de activación realizado con el sistema electroanatómico Carto3 (Biosense Webster, Estados Unidos) mostró la mayor precocidad del electrograma ventricular en el seno de Valsalva derecho, en cuya señal bipolar también se pudo apreciar un prepotencial que precedía en 29 ms al comienzo del QRS, así como un electrograma con morfología QS en la señal monopolar (figura 2A). Una aplicación de 50 W a este nivel terminó la taquicardia en 3,6 s (figura 2B); se hicieron otras 5 aplicaciones adyacentes de refuerzo. Tras 30 min de comprobación en los que no se observó recurrencia arrítmica ni se logró inducir taquicardia con protocolos de estimulación ventricular (con trenes y hasta 3 extraestímulos, así como rampas, con longitud de ciclo mínima de 200 ms), se extrajo el introductor y se realizó hemostasia en el sitio de punción mediante el implante de un dispositivo de cierre vascular Angio-seal (St. Jude Medical, Estados Unidos). Una ecografía vascular al día siguiente descartó complicaciones en ese lugar.

El acceso arterial transfemoral puede estar limitado en un 13-20% de los pacientes debido a intervenciones vasculares previas, enfermedad aterosclerótica aortoiliaca grave o calcificación o tortuosidad importantes<sup>3</sup>. Dado el actual aumento de la población geriátrica afectada por taquiarritmias, es esperable un incremento del número de pacientes con estas comorbilidades y la probabilidad de que sea imposible un acceso convencional por la arteria femoral. Aunque el acceso transeptal al ventrículo izquierdo puede ayudar a esquivar este inconveniente, el mapeo y la ablación de la pared anterior o la raíz aórtica desde este abordaje resulta a menudo complejo debido a una maniobrabilidad deficiente<sup>4</sup>, lo que podría conducir a peores resultados y mayores complicaciones. La ablación exitosa de la taquicardia ventricular a través de un acceso arterial radial de 6 Fr con un catéter no irrigado con punta de 4 mm ya se había reportado<sup>5</sup>. Sin embargo, el reducido diámetro de esta arteria impide el uso de introductores de mayor calibre y, por tanto, catéteres de ablación irrigados convencionales. El acceso arterial axilar se ha demostrado como una alternativa válida en intervenciones cardíacas y permite el implante percutáneo de