

Cómo realizar una punción transeptal de manera segura y exitosa

How to perform a transeptal puncture safely and effectively

Juan C. Díaz^{1*}, César D. Niño², Oriana Bastidas¹, Julián M. Aristizábal³, Jorge E. Marín⁴,
Juan M. Martínez⁴ y Mauricio Duque³

¹Servicio de Electrofisiología y Arritmias Cardíacas, Clínica Las Vegas Grupo Quirón Salud, Universidad CES, Medellín; ²Servicio de Electrofisiología y Arritmias Cardíacas, Clínica SOMER, Universidad CES, Rionegro; ³Servicio de Electrofisiología y Arritmias Cardíacas, Hospital Universitario San Vicente Fundación, Universidad CES, Rionegro; ⁴Servicio de Electrofisiología y Arritmias Cardíacas, Clínica Las Américas, Universidad CES, Medellín. Colombia

Resumen

Introducida inicialmente en la década de los cincuenta para la evaluación de las presiones de la aurícula izquierda y posteriormente para la realización de valvuloplastia mitral, la punción transeptal es, con frecuencia, la vía de acceso para efectuar procedimientos que involucren las cavidades izquierdas. En la actualidad, se usa comúnmente en los laboratorios de electrofisiología, tanto para la ablación de arritmias en cavidades izquierdas como para los procedimientos de cierre percutáneo de orejuela. No obstante, con la llegada de diversas técnicas para el manejo percutáneo de la válvula mitral, se espera un aumento progresivo de su uso por parte de cardiólogos intervencionistas. En este artículo, se revisa la técnica para hacer una punción transeptal segura y se dan recomendaciones y estrategias para el manejo de la punción transeptal difícil.

Palabra clave: Punción transeptal. Ablación de arritmias. Cardiología estructural. Complicaciones.

Abstract

Initially described in 1959 as a technique to measure left atrial pressures, and later used during balloon mitral valvuloplasty, transeptal puncture (TSP) is frequently the access route for procedures involving the left heart chambers. Currently, it is mostly used in electrophysiology laboratories for arrhythmia ablation and during left atrial appendage occlusion procedures. However, with the ongoing development of percutaneous mitral valve interventions, it is expected that a greater number of interventional cardiologists will be using this technique in the near future. In this article, we review the technique to perform TSP safely, and we provide recommendations and different strategies to deal with difficult TSPs.

Keywords: Transeptal puncture. Arrhythmia ablation. Structural cardiology. Complications.

*Correspondencia:

Juan C. Díaz
E-mail: jcdiaz1234@hotmail.com

Fecha de recepción: 24-12-2022

Fecha de aceptación: 13-06-2023

DOI: 10.24875/RCCAR.22000101

Disponible en internet: 04-01-2024

Rev Colomb Cardiol. 2023;30(6):361-371

www.rccardiologia.com

0120-5633 / © 2023 Sociedad Colombiana de Cardiología y Cirugía Cardiovascular. Publicado por Permanyer. Este es un artículo *open access* bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

La punción transeptal fue introducida originalmente en 1959 para la medición de las presiones auriculares izquierdas^{1,2} y rápidamente evolucionó como ruta de acceso para el manejo de la valvulopatía mitral. No obstante, el desarrollo de las técnicas para la medición indirecta de la presión auricular izquierda a través de catéteres de balón, sumado a la disminución en la prevalencia de valvulopatía mitral reumática, llevaron a la rápida desaparición de la técnica de los laboratorios de cardiología intervencionista. Hacia finales de los ochenta, la técnica era poco utilizada y los programas de entrenamiento en cardiología intervencionista ya no tenían suficiente volumen para brindar un adecuado entrenamiento a sus *fellows*, aumentando de manera significativa la tasa de complicaciones³. Con el advenimiento de la ablación de fibrilación auricular a finales de los noventa⁴, la técnica tuvo un resurgir: en tan solo cinco años, el número de punciones transeptales aumentó sesenta veces⁵, y en la actualidad es un procedimiento común en las salas de electrofisiología. Esta experiencia ha sido aprovechada en las intervenciones de cierre percutáneo de orejuela⁶ y, de manera más reciente, en las intervenciones percutáneas de la válvula mitral^{7,8}. No obstante, la punción transeptal continúa siendo un procedimiento de alto riesgo que debe ser realizado por personal altamente entrenado. En el análisis de causas de derrame pericárdico durante los procedimientos de cierre de orejuela, hasta un 9% de los derrames ocurrieron al momento de la punción^{9,10} con lo cual se demuestra la importancia de la técnica adecuada durante este procedimiento.

En este artículo se repasa, paso a paso, la técnica para realizar una punción transeptal de manera segura a través de distintas ayudas imagenológicas, así como el manejo del abordaje difícil y de complicaciones.

Entrenamiento y experiencia del operador

Es importante que los programas de formación incluyan tanto el aspecto teórico como práctico de la punción transeptal. La revisión de la anatomía, los posibles riesgos y las complicaciones, así como el uso de simuladores en compañía de un operador experimentado pueden ayudar a mejorar la capacidad del *fellow* en formación para efectuar estos procedimientos. A medida que la experiencia del operador aumenta (valorada por número de punciones transeptales realizadas al año), disminuye de manera significativa el riesgo de complicaciones. Se ha establecido que un

operador debe hacer al menos 50 punciones transeptales para tener un nivel «aceptable»¹¹, mientras que realizar más de 45 punciones al año se considera un volumen alto, lo cual, a su vez, se traduce en una reducción significativa en los tiempos para obtener acceso transeptal y en la tasa de complicaciones¹². Por ende, se sugiere que los procedimientos que involucren punción transeptal sean realizados por operadores de alto volumen.

Antes de la punción transeptal: la importancia de la anticoagulación

Aunque en los primeros años se consideró el uso de anticoagulantes como una contraindicación absoluta para la punción transeptal, en la actualidad se recomienda que dicho procedimiento se lleve a cabo sin interrumpir la anticoagulación¹³. Esto también aplica para los pacientes tratados con anticoagulantes orales directos (ACOD), en quienes, aunque la evidencia permite establecer que el uso ininterrumpido de estos podría ser igual o incluso más seguro que el uso ininterrumpido de warfarina¹⁴, la mayoría de electrofisiólogos (63%) omiten al menos una dosis antes del procedimiento¹³. Si bien existe temor de que el uso de anticoagulantes previo al procedimiento podría aumentar la mortalidad, el tiempo y el volumen de sangrado en caso de presentarse un taponamiento cardíaco, la evidencia disponible apunta en sentido contrario¹⁵.

Adicional al anticoagulante previo, se recomienda administrar heparina antes de la punción transeptal, ya que tanto las guías como las camisas transeptales son altamente trombogénicas. En nuestra práctica, se infunden 10.000 unidades de heparina no fraccionada antes de realizar las punciones femorales (con el fin de evitar la formación de trombos en las guías e introductores femorales), y posterior a la punción transeptal otras 3.000 unidades con el fin de mantener un ACT > 300 segundos. Administrar heparina solo después de haber realizado la punción transeptal no disminuye los riesgos de sangrado, pero sí aumenta de manera significativa el riesgo de formación de trombos en la aurícula izquierda y, por tanto, debe evitarse.

Herramientas para realizar una punción transeptal

Existen diferentes introductores transeptales que pueden ser útiles de acuerdo con el procedimiento a realizar. Para ablaciones, se prefiere el uso de introductores deflectables (Agilis, Abbot; Vizigo, Biosense Webster)

ya que facilitan la manipulación de los catéteres en la aurícula izquierda. Para procedimientos que involucran intercambio de introductores (por ejemplo, en el caso de cierre percutáneo de orejuela) se prefiere el uso de un introductor SLO (Abbot), ya que por su curvatura (50°) permite canular fácilmente la vena pulmonar superior izquierda y dejar una guía de alto soporte en ese punto. Al utilizar distintos introductores, es importante tener en cuenta que su longitud varía y que se debe seleccionar una aguja de punción transeptal de tamaño adecuado (es decir, no usar una aguja larga en un introductor corto, ya que con facilidad se pueden perforar de manera inadvertida distintas estructuras vasculares).

Existen herramientas adicionales que por el momento no se encuentran disponibles en Colombia, como la guía SafeSept (Pressure products) y el Versacross (Bayliss). Ambas disminuyen el riesgo de complicaciones y el tiempo para obtener acceso transeptal¹², por lo cual, de ser posible, podrían ser consideradas.

Punción transeptal guiada por reparos fluoroscópicos

El uso de reparos fluoroscópicos para la realización de la punción transeptal es la forma más básica para guiar el procedimiento. Aunque la fosa oval no es directamente visible en la fluoroscopia, el uso de otros reparos anatómicos y la colocación adecuada de catéteres de referencia permite ubicarla de manera sencilla. Los reparos anatómicos que ayudan en la ubicación de la fosa oval son:

- El seno coronario, el cual se puede ubicar insertando un catéter de electrofisiología en él.
- La cúspide no coronaria de la aorta, la cual se puede ubicar con un catéter vía arterial retroaórtica.
- El bronquio fuente izquierdo, que marca la posición del techo de la aurícula izquierda.
- El sistema de conducción, que se ubica fácilmente con un catéter de electrofisiología y se relaciona directamente con la posición de la aorta (haciendo innecesario el uso de un catéter en la aorta).
- Las vértebras torácicas.

Técnica para la realización de la punción transeptal guiada por fluoroscopia (Fig. 1)

– Paso 1: ubicar la orientación del septo interauricular introduciendo un catéter de electrofisiología hacia el ventrículo derecho. El equipo de fluoroscopia se ubica en una angulación izquierda que permita ver el

catéter ubicado en el His de frente; dicha angulación pone el rayo de fluoroscopia en paralelo con el septo interauricular. La mayor parte del procedimiento se realizará en oblicua izquierda.

- Paso 2: avanzar la camisa transeptal hasta la vena cava superior, utilizando una guía. La guía posteriormente se retira y se avanza la aguja de punción transeptal. Al insertar la aguja, es importante hacerlo con la guía interna, ya que esto evita que se arrastren fragmentos de plástico que pueden ser embolizados. Aunque es una práctica común, sugerimos no modificar manualmente la curvatura de la guía ya que una curvatura excesiva puede generar dificultad en el avance (e incluso perforación) de la aguja dentro del introductor. La punta de la aguja se debe ubicar a 1 cm de la punta del dilatador transeptal, alineando la curvatura de la camisa y la aguja (Fig. 2) y orientándolas hacia la posición de las 4 o 5 en las manecillas del reloj.
- Paso 3: en oblicua izquierda, retirar lentamente la camisa observando las caídas (se ven como saltos hacia el lado derecho de la pantalla); la primera caída corresponde a la entrada de la aurícula derecha (es muy sutil y no siempre visible) y es seguida por una caída mayor que corresponde al ingreso a la fosa oval. Aunque este pareciera ser el sitio adecuado, en este punto se debe retirar ligeramente la camisa, observando una tercera caída. Esta corresponde a la parte baja de la fosa oval.
- Paso 4: evaluar la posición de la punta del dilatador en oblicua derecha. La angulación que se necesita para hacerlo está dada por una ubicación perpendicular a la oblicua izquierda que se obtuvo en la evaluación del septo: si el septo se encontró a 40° de la oblicua izquierda, la perpendicular es 50° de derecha. Esto permite ver el septo interauricular perpendicularmente y apreciar su extensión. En esta proyección se evalúa que la punta del dilatador no se encuentre apuntando hacia la aorta, ni hacia las vértebras.
- Paso 5: volver a la oblicua izquierda y retirar 2 cm la aguja. Esto deja la punta del dilatador sin soporte. Se empuja suavemente la camisa con el dilatador observando el comportamiento de la punta y la curvatura: cuando se encuentra en la fosa oval, la punta tiende a permanecer fija (en el eje vertical) y la curvatura de la camisa tiende a levantarse, aumentando la curva. Si la punta sube y baja libremente, esta probablemente esté en una pared lisa (por ejemplo, hacia el *torus* aórtico o hacia la pared posterior) y se debe reposicionar. La inyección de contraste en este punto ayuda a identificar el “tenting” del septo; incluso en algunos

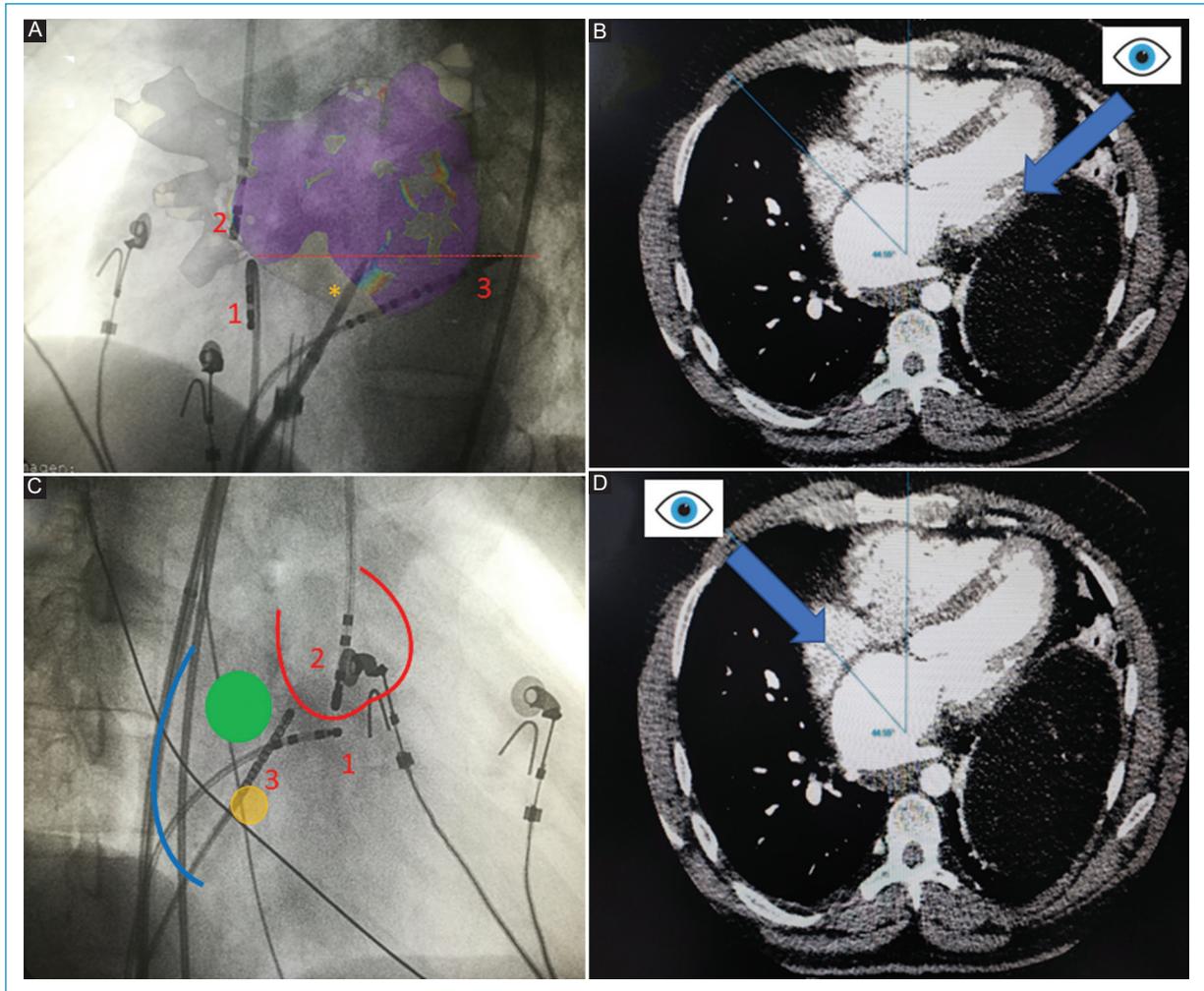


Figura 1. Ubicación de las referencias anatómicas fluoroscópicas para la realización de la punción transeptal. **A:** imagen en oblicua anterior izquierda que muestra las referencias fluoroscópicas y su relación con la aurícula izquierda (transparencia superpuesta). Se observa un catéter ubicado en el ventrículo derecho (1), un catéter en la aorta (2), un catéter en el seno coronario (3) y el introductor transeptal. Se puede observar la relación entre la punta del catéter del seno coronario y el sitio de punción (línea roja punteada). **B:** al ubicar el catéter del ventrículo derecho orientado directamente hacia el operador, se logra estar en paralelo al septo interauricular. **C:** imagen en oblicua anterior derecha que muestra las referencias fluoroscópicas; observe la estrecha relación entre el catéter ubicado a nivel del haz de His (1) y el catéter de la aorta (2), por lo cual no es necesaria la ubicación de un catéter en la aorta (silueta roja) si se logra ubicar uno en el His. La fosa oval (círculo verde) está ubicada por encima del *ostium* del seno coronario (círculo amarillo), que está marcado por un catéter (3). El borde de la aurícula (borde azul) está en relación con las vértebras. Al realizar la punción, el introductor no debe estar apuntando hacia la aorta ni hacia las vértebras. **D:** ubicando una angulación a 90° de la oblicua izquierda, se estará perpendicular al *septum* interauricular y se podrá determinar su extensión claramente.

- casos queda un tatuaje (Fig. 3). En caso de tener un catéter en el seno coronario, la posición de las 3 p.m. en el seno corresponderá aproximadamente a la ubicación de la fosa oval (siempre y cuando el catéter haya sido avanzado hasta el borde cardíaco).
- Paso 6: avanzar la aguja hasta que se encuentre por fuera del dilatador en oblicua izquierda. La punción del septo interauricular se sentirá como una pérdida súbita

de la resistencia; si se hizo demasiado *tenting*, el dilatador puede “saltar” hacia el otro lado de manera incontrolada, por lo cual no es aconsejable hacer mucho *tenting* de entrada. Antes de avanzar el dilatador, se debe inyectar contraste para confirmar la ubicación de la aguja en la aurícula izquierda, determinar la posición de la pared de la aurícula y establecer cuanto se puede avanzar tanto la camisa como el dilatador.

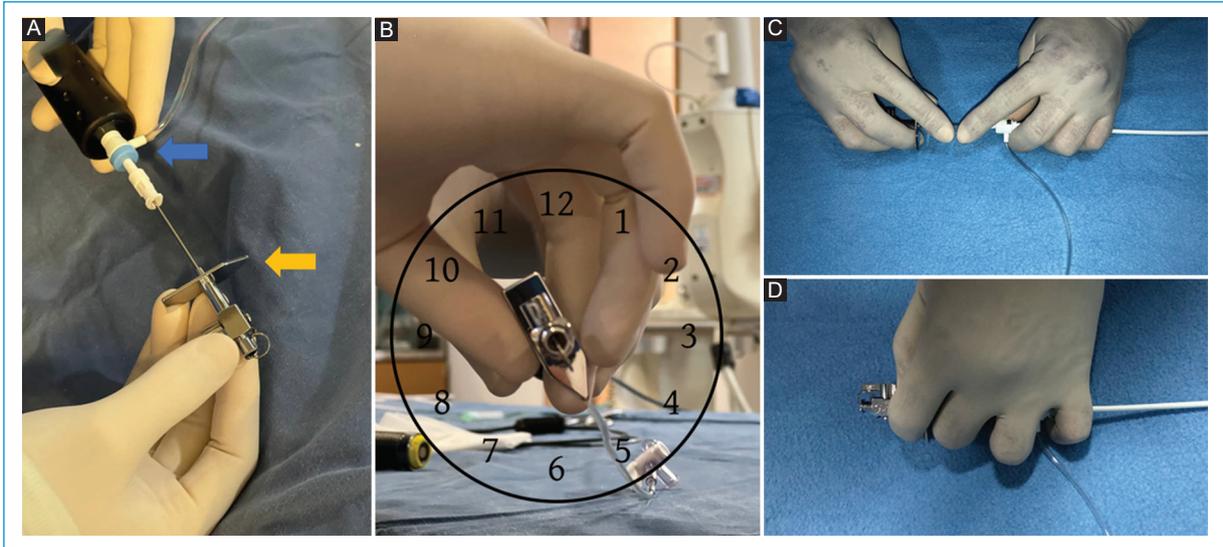


Figura 2. **A:** es importante alinear el introductor y la aguja antes de comenzar a bajar desde la vena cava superior hacia la fosa oval. Para ello, se debe alinear el puerto de irrigación de las camisas (flecha azul) con el marcador de punta de la aguja (flecha amarilla). **B:** una vez están alineadas la camisa y la aguja, se ubican apuntando hacia las 4 o 5, en el sentido de las manecillas del reloj. **C:** posición de las manos para asegurar la alineación de la aguja con el introductor: usando ambas manos, se alinean el puerto de irrigación de la camisa transeptal con el marcador de la aguja. Poner los dedos índices tocándose impide que la aguja protruya de manera accidental. **D:** cuando un solo operador realiza la punción transeptal manipulando la sonda de EIC, la mano derecha se encarga de la sonda mientras la mano izquierda manipula en simultáneo la camisa (ubicando el puerto entre el 4.º y 5.º dedos) y la aguja (ubicando el marcador entre el 1.º y 2.º dedos).

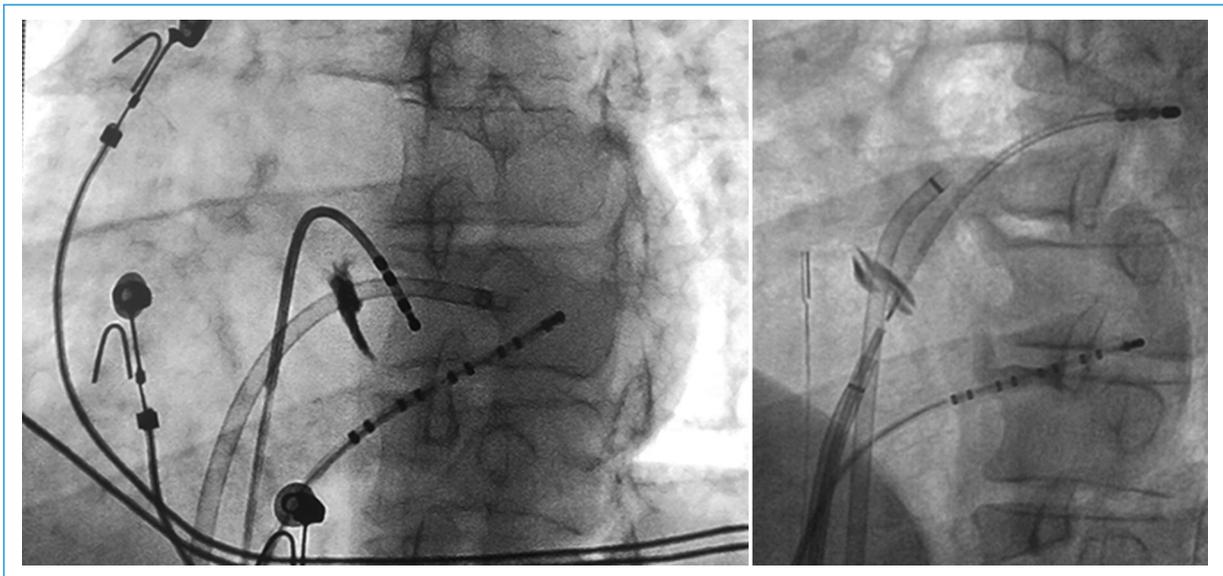


Figura 3. Ejemplos de tatuajes realizados en la fosa oval, marcando un sitio adecuado de punción. Observe que, en la imagen de la izquierda, el catéter del ventrículo derecho no se encuentra dirigido directamente al observador, por lo que se puede definir que no se está en paralelo al septo interauricular. Una mayor angulación izquierda sería necesaria en este caso para estar en paralelo.

No obstante, en lo posible la punción guiada solamente por reparos fluoroscópicos debería evitarse, ya que aumenta de manera significativa el riesgo de complicaciones en comparación con las punciones transeptales realizadas bajo guía ecocardiográfica¹².

Punción transeptal guiada por ecocardiografía

Además de aumentar la seguridad del procedimiento, el uso de ecocardiografía (ya sea transesofágica o intracardiaca) para guiar la punción transeptal tiene varios beneficios:

- Permite la identificación de variantes anatómicas del *septum* interauricular que modifican su configuración fluoroscópica, incluyendo rotación marcada del corazón^{16,17}.
- Permite la detección inmediata de trombos previamente formados o aquellos que se puedan formar durante el procedimiento¹⁸.
- Facilita la manipulación y la colocación adecuada del introductor transeptal en la ubicación deseada dentro de la fosa oval.
- Detecta de manera temprana el taponamiento cardíaco, ya que permite monitorizar en tiempo real el espacio pericárdico.

Ecocardiografía transesofágica vs. intracardiaca: ¿cuál es mejor?

En general, la selección se basa en la experiencia del operador con una u otra modalidad más que en la disponibilidad (ambas están ampliamente disponibles en el país). La mayoría de los electrofisiólogos prefiere el uso de ecocardiografía intracardiaca (EIC), mientras que los cardiólogos intervencionistas prefieren el uso de ecocardiografía transesofágica (ETE). Para procedimientos de cierre de orejuela, la mayoría (tanto electrofisiólogos como intervencionistas) usan ETE, y son pocos los grupos que usan EIC exclusivamente. Aunque hay reportes de caso de reemplazo transcáteter de válvula aórtica y de cierre de defectos del tabique interauricular usando EIC^{19,20}, su uso es infrecuente en el mundo.

Para la realización de punción transeptal consideramos que la EIC es la mejor opción. En comparación con la ETE, la EIC ofrece imágenes de una calidad igual o incluso superior²¹; no requiere anestesia general (lo que, a su vez, disminuye costos y riesgos para el paciente), y disminuye el número de personas requeridas en sala. Este último punto es particularmente importante, ya que al ser manejada por el mismo operador se evita que tres o más personas (anestesiólogo, auxiliar de anestesiología y ecocardiografista) ingresen a la sala. Un menor número de personas en sala se asocia a menor riesgo de infección²² y a menor cantidad de personas expuestas a radiación ionizante (la cual es particularmente alta en el caso del

ecocardiografista, por la posición que debe tomar respecto a la fuente de radiación y la necesidad que tiene de insertar sus manos en el campo de radiación).

Punción transeptal guiada por ecografía intracardiaca y sin fluoroscopia (Fig. 4)

Ya para el año 2011, el 50% de los electrofisiólogos utilizaban de manera rutinaria la EIC en los procedimientos de ablación de fibrilación auricular²³, lo cual ha permitido acumular a lo largo de los años una amplia experiencia en el manejo de este equipo. De manera importante, todos los pasos utilizados para guiar la punción transeptal con EIC pueden ser realizados sin necesidad de usar fluoroscopia²⁴, lo que ha llevado a que en laboratorios con alta experiencia la punción transeptal se haga “fluoroless”. No obstante, los pasos descritos a continuación pueden ser unidos a la referencia fluoroscópica para facilitar la punción transeptal hasta que se tenga suficiente confianza con la secuencia guiada exclusivamente por EIC:

- Paso 1: se ubica la sonda de EIC en la mitad de la aurícula derecha (AD), orientada hacia la válvula tricúspide. Esto se denomina «home view derecho» (para diferenciarlo del «home view» izquierdo, usado en los procedimientos de cierre de orejuela con EIC); a partir de esta posición, se da giro en el sentido de las manecillas del reloj a la sonda hasta que las venas pulmonares estén en el campo visual.
- Paso 2: usando el manubrio de la sonda, se da inclinación posterior hasta ver la vena cava superior (VCS). En algunos casos, se debe dar un poco de inclinación derecha, para visualizar la VCS en toda su extensión. En esta posición, se observa fácilmente el paso de la guía y la camisa transeptal hacia la VCS.
- Paso 3: se retira lentamente la camisa, observando cómo se desliza de la VC hacia la AD. A medida que se acerca a la fosa oval, se retiran progresivamente las inclinaciones derecha y posterior de la sonda. La posición anterior o posterior de la punción se puede evaluar girando la sonda en contra o a favor de las manecillas del reloj, respectivamente. Para procedimientos de ablación de arritmias y cierre de orejuela, se prefieren punciones inferiores, pero hacia el centro (en sentido anteroposterior) de la fosa oval.
- Paso 4: una vez en posición, se hace la punción (la verificación de la posición de la aguja en la aurícula izquierda se puede hacer inyectando solución salina) y se avanza todo el sistema como ya se describió.

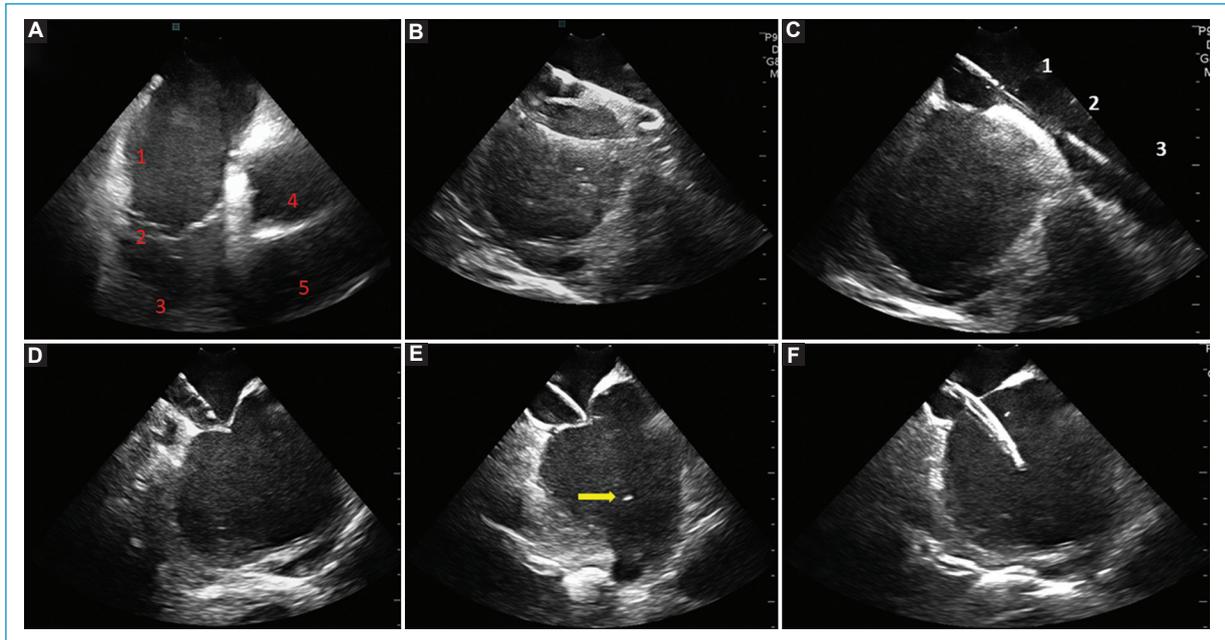


Figura 4. Secuencia de imágenes durante la punción transeptal guiada por EIC. **A:** *home view* derecho. Se observa la aurícula derecha (1), la válvula tricúspide (2), el tracto de entrada del ventrículo derecho (3), la aorta (4) y el tracto de salida del ventrículo derecho (5). **B:** imagen de la VCS con la guía en su interior. **C:** avance de la camisa (3), dilatador (2) sobre la guía (1) hacia la VCS. **D:** imagen del *tenting* sobre el *septum* interauricular. **E:** paso de la aguja hacia la aurícula izquierda, la cual es visible como un punto blanco brillante. **F:** paso de la camisa a través del septo.

Escenarios difíciles y cómo resolverlos (Fig. 5)

Trombosis de vena cava superior

En pacientes con trombosis de vena cava superior, la técnica tradicional que involucra arrastrar el sistema de punción transeptal desde la cava superior hasta su caída en la fosa oval no es posible. En esta situación, se prefiere la realización de una técnica «de abajo hacia arriba»: utilizando un catéter de electrofisiología como guía se avanza la camisa de punción transeptal hasta el punto deseado en la fosa oval. Una vez ubicada, se retira el catéter y se avanza el dilatador y la aguja de punción (no expuesta), sin perder la posición de la camisa en la fosa oval. Se debe ser muy cuidadoso al avanzar el dilatador por fuera de la camisa, para no perder la posición. Una vez ubicada la punta del dilatador sobre la fosa oval, se procede a realizar la punción transeptal mediante la técnica convencional.

Presencia de dispositivos para cierre de defectos del tabique interauricular (Fig. 5A)

En pacientes con dispositivos de cierre de defectos del tabique interauricular, existen dos opciones:

puncionar a través del dispositivo o puncionar por debajo de él. En lo posible, se debe evitar la punción a través del dispositivo, ya que hay riesgo de atrapamiento de los catéteres²⁵ y se debe preferir la punción en una posición posterior e inferior al dispositivo. Si se punciona a través del dispositivo, se debe dilatar el acceso lo suficiente (mediante el uso de balones) para facilitar el movimiento de camisas y catéteres.

Dificultad para lograr «*tenting*» adecuado

En pacientes con dilatación grave de la AD, la distancia entre la vena cava inferior y el *septum* interauricular aumenta, lo cual dificulta el *tenting*; al empujar, la camisa se desliza hacia arriba sin ejercer suficiente presión en la fosa oval (Fig. 5B). En estos casos, una vez se logra posicionar la punta del dilatador en una zona adecuada para la punción, se procede a empujar la aguja antes de hacer *tenting*. Esto permite que la aguja actúe como un anclaje y evite que la camisa se deslice hacia arriba. Si aun así no se logra hacer *tenting*, se puede avanzar una guía 0.014" por su extremo rígido, para puncionar el septo y que sirva de anclaje antes de empujar la camisa para lograr *tenting*.

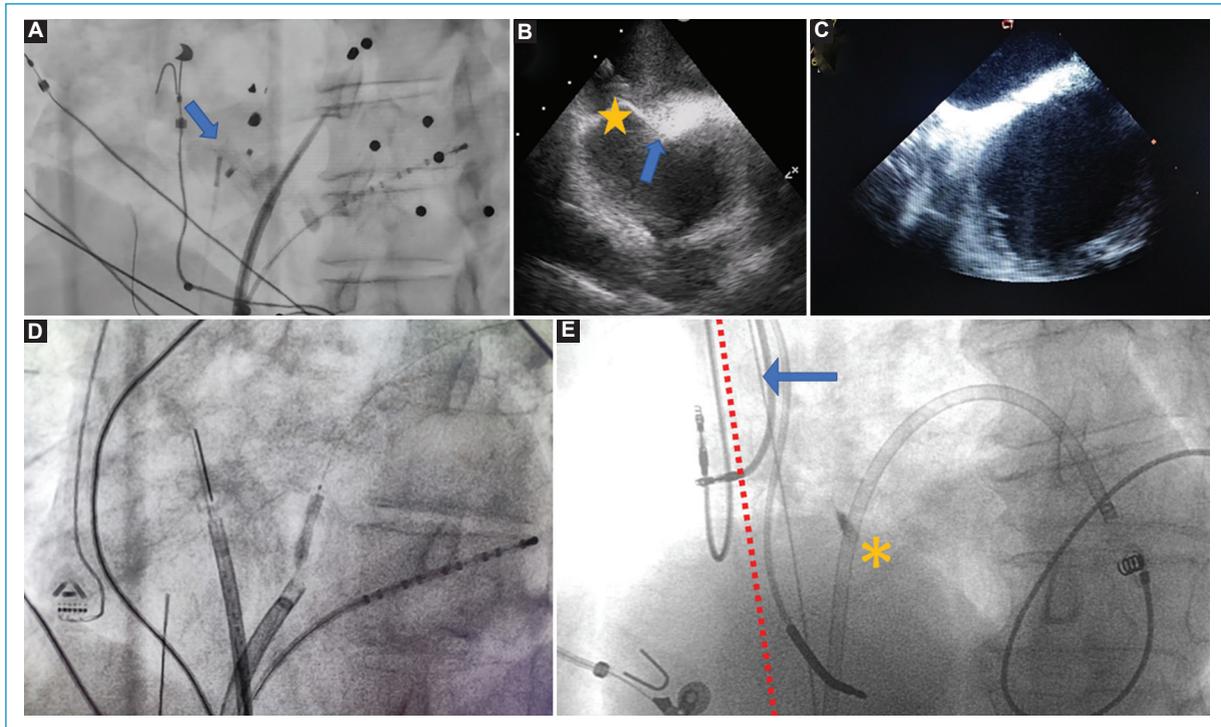


Figura 5. Situaciones especiales que implican cambios en la metodología durante la realización de una punción transeptal. **A:** en pacientes con dispositivos de cierre de defectos del *septum* interauricular (flecha azul), se prefiere la realización de una punción transeptal más inferior y posterior. Aunque también se podría puncionar a través del dispositivo, ello acarrea riesgo de atrapamiento del catéter. **B:** en algunos pacientes, la distancia entre la cava inferior y la fosa oval hace que sea difícil realizar *tenting* en el sitio deseado (estrella amarilla) ya que al empujar la camisa esta se desliza hacia arriba (flecha azul) en lugar de hacer *tenting*. **C:** ejemplo de *septum* interauricular engrosado. Estos pueden requerir el uso de radiofrecuencia para facilitar el paso de la aguja. **D:** en pacientes con septos rígidos/gruesos que no permiten el paso de la camisa transeptal, puede ser necesario dilatar el orificio con balones de angioplastia periférica (6 mm), después de lo cual se puede avanzar fácilmente la camisa transeptal. **E:** ejemplo de la ubicación adecuada de la guía en un paciente con cables de estimulación. La guía (flecha azul) debe pasar entre el trayecto del electrodo (marcado en este caso por una línea punteada) y el septo interauricular, con el fin de evitar que al caer en la fosa oval la camisa disloque el cable. Observe el tatuaje a nivel de la fosa oval de una punción previa (asterisco amarillo).

Septo laxo o rígido/grueso

Los pacientes con septos laxos tienen mayor riesgo de perforación inadvertida de la aurícula, ya que el septo puede desplazarse hasta la pared posterior o lateral de la aurícula izquierda al momento de hacer *tenting*. En estos casos, se recomienda hacer la punción apuntando hacia las venas izquierdas (con el fin de tener mayor distancia para desplazar el septo) y siempre con visualización mediante EIC. Si con eso no se logra pasar, se sugiere aplicar radiofrecuencia a la aguja (utilizando un electrobisturí) para facilitar su paso.

En pacientes con septo interauricular rígido/grueso, también se puede usar electrobisturí para facilitar el paso de la aguja (Fig. 5C). De manera alternativa, se

puede avanzar una guía 0.014" por su extremo rígido para facilitar la punción del septo. Avanzar camisas en pacientes con este tipo de septo (particularmente camisas deflectables que tienen un mayor calibre en comparación con el dilatador), puede ser difícil. En estos casos, intercambiar por una camisa no deflectable puede facilitar el paso transeptal. Si esto no es posible, se debe estar preparado para dilatar la entrada a través del septo interatrial con un balón de angioplastia periférica de 6 mm (Fig. 5D).

Presencia de cables de dispositivos de estimulación cardíaca

Los pacientes con cables de dispositivos de estimulación cardíaca (DEC), particularmente aquellos que

han sido implantados en el último año, tienen mayor riesgo de dislocación de cables al momento de hacer la punción transeptal, ya que al deslizar la camisa hacia abajo desde la cava, se puede enredar con el cable. Esto sucede más frecuentemente con el atrial, ya que generalmente discurre desde la VCS hacia la orejuela derecha, con un asa que, la mayoría de veces, se ubica a la altura de la fosa oval. En estos pacientes es importante asegurarse de que la guía pasa entre el asa del cable y la fosa oval (Fig. 5E), para evitar que al caer hacia ella haga tracción sobre el asa y disloque el cable.

Complicaciones asociadas a la punción transeptal

Existen varios factores que aumentan el riesgo de complicaciones durante la realización de una punción transeptal, entre los que se incluyen experiencia del operador (< 45 punción transeptal al año), edad avanzada del paciente, hacer la punción transeptal sin guía ecocardiográfica y fallar el primer intento de punción transeptal¹². Las complicaciones de la punción transeptal pueden ser letales, por lo que se deben identificar y manejar con prontitud.

Taponamiento cardíaco

El taponamiento cardíaco es la complicación más temida durante la punción transeptal; tiene una incidencia global de 1.6%¹². No obstante, cuando se utiliza guía ecocardiográfica, esta incidencia disminuye de manera significativa, siendo tan baja como 0.2%²⁶. En caso de taponamiento, se sugiere la reversión de la dosis de heparina con protamina, así como el drenaje percutáneo. Por lo general, esto es suficiente para detener la mayoría de los sangrados. En caso de ser necesario, se puede considerar la reversión de la anticoagulación con concentrado de complejo protrombina de 4 factores (para pacientes manejados con antagonistas Xa o warfarina; dosis de 50 UI/kg)²⁷ o idarucizumab (para pacientes manejados con dabigatrán)²⁸. En la mayoría de los casos, este manejo puede ser suficiente para detener el sangrado sin llegar a requerir manejo quirúrgico²⁹, particularmente si el derrame fue producido solo por la aguja transeptal.

Formación de trombos

Es más fácil *prevenir* la formación de trombos, que darle manejo a un trombo formado. Al retrasar la dosis

de heparina hasta después de realizada la punción transeptal, hasta un 10% de los pacientes pueden presentar trombos visibles en las guías y camisas transeptales³⁰⁻³². Conectar las camisas a un flujo continuo de solución salina heparinizada también puede ser útil ya que evita la formación de trombos al interior del lumen de la camisa. En casos en los cuales ya se formó un trombo, se sugiere aspirar vigorosamente a través de la camisa, buscando la captura del trombo.

Punción inadvertida de otras estructuras

La punción de la pared posterior de la aurícula derecha generalmente no reviste gravedad siempre y cuando no se haya avanzado el dilatador y la camisa, ya que es una cavidad de baja presión. Por lo general, se puede continuar el procedimiento sin complicaciones vigilando de manera continua el espacio pericárdico. Si se avanzó el dilatador y la camisa, estos no se deben retirar hasta no tener drenaje pericárdico y todo listo para toracotomía urgente. Si la punción se realiza muy anterior, hay riesgo de puncionar la aorta. La mayoría de estas punciones comunican la AD con la cúspide no coronaria de la aorta o la unión sinotubular, y rara vez a la aorta ascendente³³. Por lo general, las dos primeras no revisten riesgo de taponamiento, mientras que la punción de la aorta ascendente (al involucrar paso por el espacio pericárdico) sí. En caso de presentarse, no se debe retirar lo que se haya introducido en la aorta (aguja, dilatador o camisa). Se debe realizar un aortograma para determinar el sitio exacto del ingreso a la aorta, avisar al cirujano cardiovascular y tener preparado al paciente para un drenaje pericárdico urgente. En el caso de las punciones de la cúspide o de la unión sinotubular, estas tienden a cicatrizar por completo sin ningún tipo de intervención durante el seguimiento, incluso si se avanzó el dilatador. Aunque existen algunos casos descritos de cierre del defecto en la aorta ascendente usando dispositivos oclusores de *ductus*³⁴⁻³⁶, esto solo se debe intentar cuando ya se tiene soporte de cirujano cardiovascular. Vale la pena recalcar que, en la mayor serie de casos de punción inadvertida de la aorta, no se utilizó guía ecocardiográfica para las punciones y que los autores reconocen que con su uso se pudo haber evitado esta complicación.

Conclusión

La punción transeptal es una técnica cuyo uso viene en aumento con los avances en ablación de arritmias complejas y manejo percutáneo de condiciones

cardíacas. A pesar de tener riesgos considerables, estos se pueden reducir de manera significativa con una adecuada técnica, el uso de guía ecocardiográfica y en manos de un operador experimentado. El dominio de la ecocardiografía intracardiaca facilita mucho este abordaje e incluso permite la realización de procedimientos sin fluoroscopia.

Financiamiento

Los autores declaran no haber recibido financiamiento.

Conflicto de intereses

Los autores no declaran tener conflicto de intereses.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Bibliografía

- Cope C. Technique for transseptal catheterization of the left atrium; preliminary report. *J Thorac Surg.* 1959;37(4):482-6.
- Ross J, Jr., Braunwald E, Morrow AG. Transseptal left atrial puncture; new technique for the measurement of left atrial pressure in man. *Am J Cardiol.* 1959;3(5):653-5.
- Schoonmaker FW, Vijay NK, Jantz RD. Left atrial and ventricular transseptal catheterization review: losing skills? *Cathet Cardiovasc Diagn.* 1987;13(4):233-8.
- Haïssaguerre M, Jaïs P, Shah DC, Takahashi A, Hocini M, Quiniou G, et al. Spontaneous initiation of atrial fibrillation by ectopic beats originating in the pulmonary veins. *N Engl J Med.* 1998;339(10):659-66.
- De Ponti R, Cappato R, Curnis A, Della Bella P, Padeletti L, Raviele A, et al. Trans-septal catheterization in the electrophysiology laboratory: data from a multicenter survey spanning 12 years. *J Am Coll Cardiol.* 2006;47(5):1037-42.
- Holmes DR, Reddy VY, Turi ZG, Doshi SK, Sievert H, Buchbinder M, et al. Percutaneous closure of the left atrial appendage versus warfarin therapy for prevention of stroke in patients with atrial fibrillation: a randomized non-inferiority trial. *Lancet.* 2009;374(9689):534-42.
- Herrmann HC, Rohatgi S, Wasserman HS, Block P, Gray W, Hamilton A, et al. Mitral valve hemodynamic effects of percutaneous edge-to-edge repair with the MitraClip device for mitral regurgitation. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2006;68(6):821-8.
- Coylewright M, Cabalka AK, Malouf JA, Geske JB, Pollak PM, Suri RM, et al. Percutaneous mitral valve replacement using a transvenous, transseptal approach: transvenous mitral valve replacement. *JACC Cardiovasc Interv.* 2015;8(6):850-7.
- Reddy VY, Holmes D, Doshi SK, Neuzil P, Kar S. Safety of percutaneous left atrial appendage closure: results from the Watchman Left Atrial Appendage System for Embolic Protection in Patients with AF (PROTECT AF) clinical trial and the Continued Access Registry. *Circulation.* 2011;123(4):417-24.
- Price MJ, Valderrábano M, Zimmerman S, Friedman DJ, Kar S, Curtis JP, et al. Periprocedural pericardial effusion complicating transcatheter left atrial appendage occlusion: a report from the NCDR LAAO Registry. *Circ Cardiovasc Interv.* 2022;15(5):e011718.
- Quinn RW, Vesely MR, Dawood M, Benitez M, Holmes SD, Gammie JS. Transseptal puncture learning curve for transcatheter edge-to-edge mitral valve repair. *Innovations (Phila).* 2021;16(3):288-92.
- Maclean E, Mahtani K, Roelas M, Vyas R, Butcher C, Ahluwalia N, et al. Transseptal puncture for left atrial ablation: Risk factors for cardiac tamponade and a proposed causative classification system. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 2022;33(8):1747-55.
- Calkins H, Hindricks G, Cappato R, Kim YH, Saad EB, Aguinaga L, et al. 2017 HRS/EHRA/ECAS/APHS/SOLAECE expert consensus statement on catheter and surgical ablation of atrial fibrillation. *Heart Rhythm.* 2017;14(10):e275-e444.
- Romero J, Cerrud-Rodríguez RC, Diaz JC, Michaud GF, Taveras J, Alviz I, et al. Uninterrupted direct oral anticoagulants vs. uninterrupted vitamin K antagonists during catheter ablation of non-valvular atrial fibrillation: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Europace.* 2018;20(10):1612-20.
- Latchamsetty R, Gautam S, Bhakta D, Chugh A, John RM, Epstein LM, et al. Management and outcomes of cardiac tamponade during atrial fibrillation ablation in the presence of therapeutic anticoagulation with warfarin. *Heart Rhythm.* 2011;8(6):805-8.
- Rigatelli G, Dell'Avvocata F, Giordan M, Viceconte N, Osanna RA, Braggion G, et al. Usefulness of intracardiac echocardiography with a mechanical probe for catheter-based interventions: a 10-year prospective registry. *Journal of Clinical Ultrasound: JCU.* 2014;42(9):534-43.
- Fender EA, Sibley CT, Nazarian S, Cheng A, Spragg DD, Marine JE, et al. Atrial septal angulation varies widely in patients undergoing pulmonary vein isolation. *J Invasive Cardiol.* 2014;26(3):128-31.
- Baran J, Sikorska A, Piotrowski R, Krynski T. Intracardiac echocardiography for immediate detection of intracardiac thrombus formation. *Blood Coagul Fibrinolysis.* 2015;26(8):959-60.
- Bartel T, Bonaros N, Müller L, Friedrich G, Grimm M, Velik-Salchner C, et al. Intracardiac echocardiography: a new guiding tool for transcatheter aortic valve replacement. *JASE.* 2011;24(9):966-75.
- Alqahtani F, Bhirud A, Aljohani S, Mills J, Kawsara A, Runkana A, et al. Intracardiac versus transesophageal echocardiography to guide transcatheter closure of interatrial communications: Nationwide trend and comparative analysis. *Journal of Interventional Cardiology.* 2017;30(3):234-41.
- Anter E, Silverstein J, Tschabrunn CM, Shvilkin A, Haffajee CI, Zimetbaum PJ, et al. Comparison of intracardiac echocardiography and transesophageal echocardiography for imaging of the right and left atrial appendages. *Heart Rhythm.* 2014;11(11):1890-7.
- Birgand G, Saliou P, Lucet JC. Influence of staff behavior on infectious risk in operating rooms: what is the evidence? *Infection Control and Hospital Epidemiology.* 2015;36(1):93-106.
- Calkins H, Kuck KH, Cappato R, Brugada J, Camm AJ, Chen SA, et al. 2012 HRS/EHRA/ECAS expert consensus statement on catheter and surgical ablation of atrial fibrillation: recommendations for patient selection, procedural techniques, patient management and follow-up, definitions, endpoints, and research trial design: a report of the Heart Rhythm Society (HRS) Task Force on Catheter and Surgical Ablation of Atrial Fibrillation. Developed in partnership with the European Heart Rhythm Association (EHRA), a registered branch of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Cardiac Arrhythmia Society (ECAS); and in collaboration with the American College of Cardiology (ACC), American Heart Association (AHA), the Asia Pacific Heart Rhythm Society (APHRS), and the Society of Thoracic Surgeons (STS). Endorsed by the governing bodies of the American College of Cardiology Foundation, the American Heart Association, the European Cardiac Arrhythmia Society, the European Heart Rhythm Association, the Society of Thoracic Surgeons, the Asia Pacific Heart Rhythm Society, and the Heart Rhythm Society. *Heart Rhythm.* 2012;9(4):632-96.e21.
- Razminia M, Willoughby MC, Demo H, Keshmiri H, Wang T, D'Silva OJ, et al. Fluoroless Catheter ablation of cardiac arrhythmias: a 5-year experience. *Pacing Clin Electrophysiol.* 2017;40(4):425-33.
- Voong C, Lee E, Sohinki D. Entrapment of a spline from a multielectrode mapping catheter in the side hole of a nonsteerable guiding sheath, with dislodgement and subsequent suction retrieval of a proximal spline electrode. *HeartRhythm Case Rep.* 2022;8(7):475-8.
- Žižek D, Antolić B, Prolič Kalinšek T, Štublar J, Kajdić N, Jelenc M, et al. Intracardiac echocardiography-guided transseptal puncture for fluoroless catheter ablation of left-sided tachycardias. *JICE.* 2021;61(3):595-602.
- Eerenberg ES, Kamphuisen PW, Sijpkens MK, Meijers JC, Buller HR, Levi M. Reversal of rivaroxaban and dabigatran by prothrombin complex concentrate: a randomized, placebo-controlled, crossover study in healthy subjects. *Circulation.* 2011;124(14):1573-9.
- Pollack CV, Jr., Reilly PA, van Ryn J, Eikelboom JW, Glund S, Bernstein RA, et al. Idarucizumab for dabigatran reversal-full cohort analysis. *N Engl J Med.* 2017;377(5):431-41.

29. Michowitz Y, Rahkovich M, Oral H, Zado ES, Tilz R, John S, et al. Effects of sex on the incidence of cardiac tamponade after catheter ablation of atrial fibrillation: results from a worldwide survey in 34 943 atrial fibrillation ablation procedures. *Circ Arrhythm Electrophysiol.* 2014;7(2):274-80.
30. Maleki K, Mohammadi R, Hart D, Cotiga D, Farhat N, Steinberg JS. Intracardiac ultrasound detection of thrombus on transeptal sheath: incidence, treatment, and prevention. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 2005;16(6):561-5.
31. Pręgowski J, Kłapyta A, Chmielak Z, Skowroński J, Szymański P, Mintz GS, et al. Incidence, clinical correlates, timing, and consequences of acute thrombus formation in patients undergoing the MitraClip procedure. *Kardiol Pol.* 2020;78(1):45-50.
32. 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(10):1861-7.
33. Chen H, Fink T, Zhan X, Chen M, Eckardt L, Long D, et al. Inadvertent transeptal puncture into the aortic root: the narrow edge between luck and catastrophe in interventional cardiology. *Europace.* 2019;21(7):1106-15.
34. Schamroth Pravda N, Codner P, Vaknin Assa H, Hirsch R. Management of ascending aorta perforation during transeptal puncture for left atrial appendage closure: a case report. *Eur Heart J Case Rep.* 2021;5(4):ytab154.
35. Yu HP, Feng AN, Tsai SK, Hsiung MC, Yin WH. Transcatheter repair of iatrogenic aortic perforation complicating transeptal puncture for a catheter ablation of atrial arrhythmia. *Acta Cardiol Sin.* 2014;30(5):490-2.
36. Mijangos-Vázquez R, García-Montes JA, Zabal-Cerdeira C. Aortic iatrogenic perforation during transeptal puncture and successful occlusion with Amplatzer ductal occluder in a case of mitral paravalvular leak closure. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2016;88(2):312-5.