

# Cierre percutáneo de orejuela guiado con ecocardiografía intracardiaca vs. ecocardiografía transesofágica: una revisión sistemática

## *Left atrial appendage occlusion guided by intracardiac echocardiography vs. transesophageal echocardiography: a systematic review*

Juan C. Díaz<sup>1\*</sup>, Oriana Bastidas<sup>2</sup>, Julián M. Aristizábal<sup>3</sup>, Vladimir Astudillo<sup>4</sup>, Jorge E. Marín<sup>5</sup>, César D. Niño<sup>6</sup>, Juan M. Martínez<sup>5</sup> y Mauricio Duque<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Servicio de Electrofisiología y Arritmias Cardíacas, Clínica Las Vegas Grupo Quirón Salud, Universidad CES, Medellín; <sup>2</sup> Servicio de Electrofisiología y Arritmias Cardíacas, Hospital Pablo Tobon Uribe; <sup>3</sup> Servicio de Electrofisiología y Arritmias Cardíacas, Hospital Universitario San Vicente Fundación, Universidad CES, Rionegro; <sup>4</sup> Servicio de Electrofisiología y Arritmias Cardíacas, Clínica El Rosario, sede Tesoro, Medellín; <sup>5</sup> Servicio de Electrofisiología y Arritmias Cardíacas, Clínica Las Américas, Universidad CES, Medellín; <sup>6</sup> Servicio de Electrofisiología y Arritmias Cardíacas, Clínica SOMER, Universidad CES, Rionegro. Colombia

## Resumen

El cierre percutáneo de orejuela se ha posicionado como una estrategia eficaz en la prevención de embolia en pacientes con fibrilación auricular. La mayoría de los procedimientos en el mundo se realizan mediante ecocardiografía transesofágica, que implica, en la mayoría de los casos, el uso de sedación profunda guiada por anestesiología o incluso anestesia general, lo que conlleva tiempos de sala y de procedimiento prolongados, potenciales retardos en la programación del procedimiento (por baja disponibilidad de servicios de anestesiología y de ecocardiografía) y exposición a los riesgos propios de la sedación profunda y la anestesia general. Adicionalmente, el mayor número de personas requeridos en sala para el cierre percutáneo de orejuela guiado por ecocardiografía transesofágica aumenta la cantidad de personas expuestas a radiación ionizante, particularmente el ecocardiografista, que se ubica próximo al angiógrafo y con frecuencia debe introducir sus manos en el campo de fluoroscopia. En los últimos años, la ecocardiografía intracardiaca ha cobrado importancia para guiar los procedimientos de cierre percutáneo de orejuela debido a su amplia disponibilidad en los laboratorios de electrofisiología, y a la posibilidad de realizar procedimientos con menor tiempo de uso de sala y de recuperación, ya que evita el uso de anestesia general y a que facilita los procedimientos con alta el mismo día, lo que se podría asociar a una disminución global de los costos de procedimientos. En este artículo se discute la evidencia actual que avala el uso de ecocardiografía intracardiaca en el cierre percutáneo de orejuela.

**Palabras clave:** Ecocardiografía intracardiaca. Ecocardiografía transesofágica. Cierre percutáneo de orejuela. Complicaciones. Desenlaces.

## Abstract

Left atrial appendage occlusion has proven to be an effective strategy in reducing the risk of stroke and systemic embolism in patients with atrial fibrillation. Worldwide, most left atrial appendage occlusions are performed using transesophageal

### \*Correspondencia:

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

Fecha de recepción: 25-12-2022

Fecha de aceptación: 13-06-2023

DOI: 10.24875/RCCAR.22000108

Disponible en internet: 06-11-2023

Rev Colomb Cardiol. 2023;30(5):275-285

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/>).

*echocardiography, which requires the use of monitored anesthesia care or general anesthesia, resulting in prolonged in-room and procedural times, delays in procedural scheduling (due to a low availability of anesthetic and echocardiography services) and the risks associated with anesthesia per se. Moreover, the additional personnel required to perform left atrial appendage occlusion guided by transesophageal echocardiography increases the number of people exposed to ionizing radiation, which is particularly high for the transesophageal echocardiography operator, who stands beside the fluoroscopy tube and frequently introduces his/her hands in the fluoroscopy field. Intracardiac echocardiography has gained acceptance to guide left atrial appendage occlusion in recent years, given its high availability in electrophysiology labs, as well as its potential to reduce in-room and procedural times, reduce the need for extensive recovery times, avoid the use of general anesthesia and facilitating same-day discharge, all of which could result in a reduction of total procedure-related costs. In this article, we discuss the evidence supporting the use of intracardiac echocardiography guidance during left atrial appendage occlusion.*

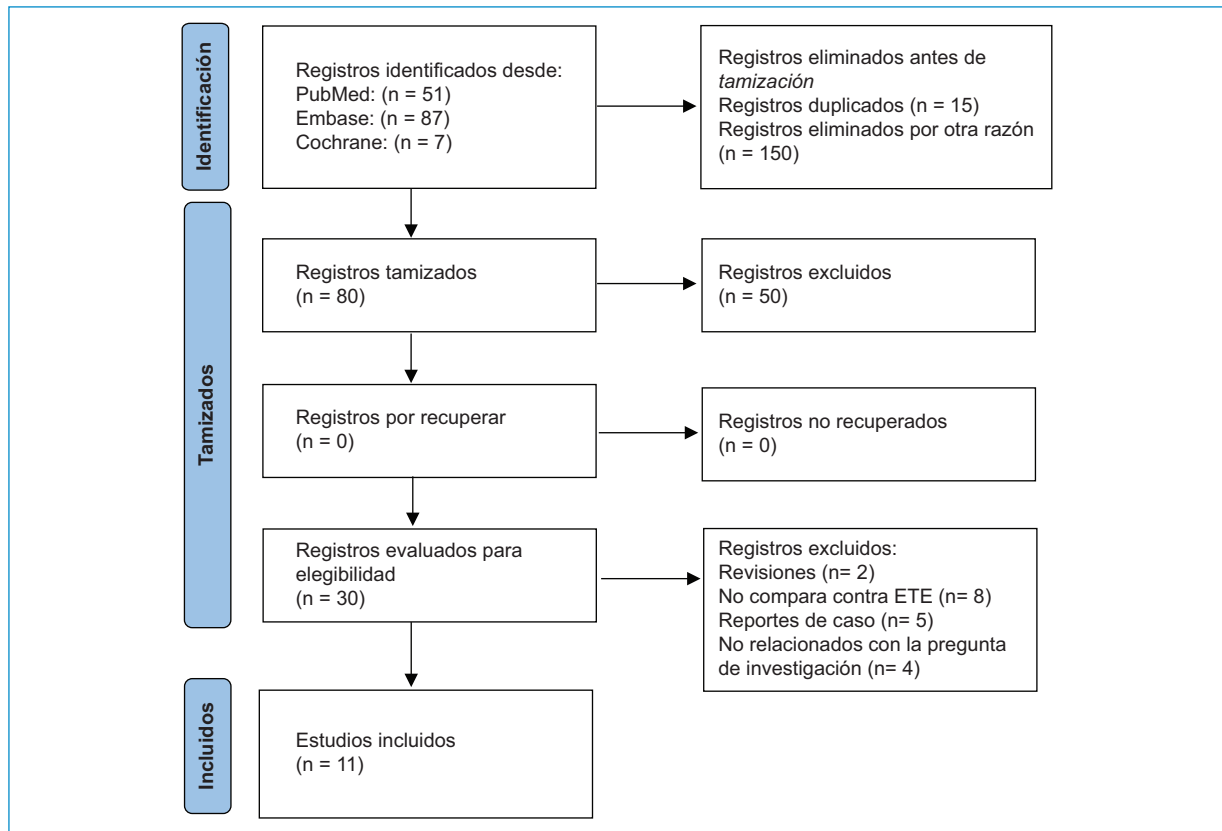
**Keywords:** Intracardiac echocardiography. Transesophageal echocardiography. Left atrial appendage occlusion. Adverse events. Outcomes.

## Introducción

La fibrilación auricular (FA) es la arritmia más prevalente y está relacionada con un aumento significativo de morbilidad, mortalidad y pérdida de años productivos<sup>1</sup>. La incidencia y prevalencia de la FA viene en aumento; para 2010, se estimaba una prevalencia global de más de 30 millones de individuos, cifra que sugiere un aumento progresivo debido al incremento concomitante de los factores de riesgo y la longevidad de la población<sup>2</sup>. En pacientes con FA, la embolia (ya sea cerebral o sistémica) es una de las principales causas de morbilidad y mortalidad, de ahí que los esfuerzos terapéuticos actuales se centren en la prevención de esta complicación<sup>3,4</sup>. Esto es particularmente importante en pacientes de edad avanzada, ya que el número de accidentes cerebrovasculares (ACV) relacionados con FA aumenta de manera progresiva con la edad: en pacientes con edad entre 50-59 años, la FA es responsable del 1.5% de los ACV isquémicos, cifra que aumenta al 23.5% en pacientes con edades entre 80 a 89 años<sup>5</sup>. Adicionalmente, la existencia de otros factores de riesgo (como hipertensión, enfermedad aterosclerótica, falla cardíaca, antecedente de fenómenos embólicos, diabetes *mellitus*, entre otros) acrecientan de manera significativa el riesgo de embolia, en cuyo caso el uso de anticoagulantes orales (warfarina o anticoagulantes orales directos) disminuye de manera significativa el riesgo de ACV<sup>6,7</sup>, con mayor impacto en pacientes de elevado riesgo. Pese a ello, el riesgo de embolia y sangrado está elevado de manera simultánea en la mayoría de personas, lo cual dificulta, en ocasiones, el uso de anticoagulantes orales.

El cierre percutáneo de orejuela (CPO) es una estrategia que ha demostrado, a lo largo de los años, ser

eficaz en la prevención de embolia en pacientes con FA con alto riesgo de sangrado asociado al uso de anticoagulantes<sup>8</sup>. Un estudio aleatorizado reciente demostró la no inferioridad del CPO en comparación con apixabán en un desenlace compuesto de eventos embólicos (ACV, evento isquémico transitorio o embolia sistémica), muerte cardiovascular, sangrado clínicamente relevante y complicaciones relacionadas con el dispositivo o el procedimiento<sup>9</sup>. Los resultados de los estudios y su seguimiento han mostrado que la terapia puede ser una alternativa razonable para pacientes con contraindicación para anticoagulación o con riesgo prohibitivo de sangrado y pronóstico favorable a mediano plazo<sup>4</sup>. En la actualidad, la mayor parte de los CPO son realizados mediante ecocardiografía transesofágica para guiar el procedimiento<sup>10</sup>, con base en la amplia experiencia con esta modalidad de imagen, la facilidad para quien realiza el cierre (ya que no está a cargo de las imágenes) y la experiencia inicial en los estudios pivotales<sup>11</sup>. No obstante, hasta en 2% de los pacientes no es posible hacer el examen, ya sea por variantes anatómicas o por falta de cooperación del paciente<sup>12,13</sup>. En el caso de procedimientos largos, esto conlleva la necesidad de anestesia general o sedación profunda, lo cual incrementa la posibilidad de complicaciones durante el procedimiento y el requerimiento de personal altamente entrenado (ecocardiografista y anestesiólogos) en la sala. De manera reciente, el CPO guiado por ecocardiografía intracardiaca ha cobrado importancia, ya que permite al operador obtener imágenes similares a las de la ecocardiografía transesofágica sin necesidad de anestesia general o personal adicional en la sala. El objetivo de esta revisión sistemática es determinar el impacto del uso de ecografía intracardiaca en los desenlaces de seguridad y eficacia durante los procedimientos de cierre percutáneo de orejuela.



**Figura 1.** Identificación de estudios a través de bases de datos y registros.

## Materiales y método

Se realizó una búsqueda en Embase, PubMed y Cochrane usando los términos “*left atrial appendage*” AND (*closure OR occlusion*) AND “*intracardiac echocardiography*”, sin restricción de idioma. Las listas de referencias de los artículos seleccionados fueron revisadas manualmente para buscar estudios adicionales. Se incluyeron estudios clínicos que compararon desenlaces entre ecocardiografía intracardiaca y ecocardiografía transesofágica. Se excluyeron artículos de revisión, resúmenes de congreso y cartas al editor. Los artículos fueron revisados manualmente de manera independiente por dos autores (OB, JCD) para determinar su elegibilidad, y su calidad fue determinada de acuerdo con la Escala Newcastle-Ottawa (ENO). Un puntaje  $\geq 7$  se consideró indicativo de buena calidad del estudio. Ambos autores debían estar de acuerdo con la inclusión o exclusión de un estudio al igual que con la calificación de calidad; las diferencias fueron resueltas mediante consenso. Esta revisión sistemática es acorde con la directriz PRISMA del 2020<sup>14</sup>. El desenlace primario evaluado fue la efectividad (definido

como la presencia de cierre exitoso), seguida de la seguridad (definido como ausencia de complicaciones mayores asociadas al procedimiento, incluyendo taponamiento cardiaco, embolización del dispositivo, sangrado mayor, muerte). Los desenlaces secundarios evaluados incluyeron tiempo de procedimiento, tiempo de fluoroscopia, costos asociados al procedimiento y fugas peridispositivo durante el seguimiento.

## Resultados

Se incluyeron 11 estudios observacionales con 3.034 pacientes (2.058 con cierre percutáneo de orejuela guiado por ecografía transesofágica y 976 guiados por ecografía intracardiaca)<sup>15-25</sup> (Fig. 1, Tabla 1). La mayoría fueron retrospectivos, a excepción de los estudios de Frangieh et al.<sup>19</sup>, Nielsen-Kudsk et al., Pommier et al.<sup>24</sup> y Streb et al.<sup>25</sup> De acuerdo con la ENO, la mayoría de los estudios fueron de buena calidad (puntaje > 7). Dos estudios fueron catalogados como de baja calidad: en el estudio de Heman et al.,<sup>17</sup> los controles fueron seleccionados sin establecer un criterio claro, mientras que el estudio de Berti et al.<sup>15</sup> incluyó pacientes de un

**Tabla 1.** Características de los estudios incluidos

Autor	n	País	Dispositivo usado	Diseño	Edad	Sexo (femenino)	FEVI	Seguimiento
Frangieh et al., 2016	76 (ecografía intracardiaca: 32 ecografía transesofágica: 44)	Suiza	Watchman	OP	Ecografía intracardiaca: 74.3 ± 9.3 Ecografía transesofágica: 80.3 ± 7.7 (p = 0.007)	Ecografía intracardiaca: 6 (18.8%) Ecografía transesofágica: 19 (43.2%) (p = 0.03)	ecografía intracardiaca: 52.7 ± 14.7% ecografía transesofágica: 59.3 ± 6.1% (p = 0.1)	2 días
Korsholm et al., 2017	216 (ecografía intracardiaca: 109, ecografía transesofágica: 107)	Dinamarca	ACP/Amulet	OR	Ecografía intracardiaca: 73 ± 7.8 Ecografía transesofágica: 73 ± 9.7 (p = 0.99)	Ecografía intracardiaca: 41 (38%) Ecografía transesofágica: 28 (26%) (p = 0.07)	ecografía intracardiaca: 56.7 ± 7.5% ecografía transesofágica: 58.3 ± 3.7% (p = 0.08)	56.3 ± 13.4 días
Kim et al., 2018	144 (ecografía intracardiaca: 41, ecografía transesofágica: 103)	Korea	ACP/Amulet/ Watchman	OR	Ecografía intracardiaca: 71.4 ± 9.3 Ecografía transesofágica: 72.3 ± 9.2 (p = 0.586)	Ecografía intracardiaca: 17 (41.5%) Ecografía transesofágica: 52 (50.5%) (p = 0.428)	NR	23.2 ± 17.1 meses
Reis et al., 2018	82 (ecografía transesofágica: 56, ecografía intracardiaca: 26)	Portugal	Amulet/ACP/ Watchman	OR	74 ± 8 (All)	33 (40.2%) (All)	NR	23 ± 1 meses
Berti et al., 2018	604 (187 ecografía intracardiaca, 417 ecografía transesofágica)	Italia	ACP/Amulet	OR	Ecografía intracardiaca: 76 ± 8 Ecografía transesofágica: 74 ± 7 (p = 0.045)	Ecografía intracardiaca: n = 64 (34%) Ecografía transesofágica: n = 146 (35%) (p = 0.89)	ecografía intracardiaca: 53 ± 9% ecografía transesofágica: 52 ± 11% (p = 0.654)	451 días, IQR 162-899.
Hemam et al., 2019	104 (51 ecografía transesofágica, 53 ecografía intracardiaca)	EE.UU.	Watchman	OR	Ecografía transesofágica: 77 Ecografía intracardiaca: 76 (p = NS)	Ecografía transesofágica: 20 Ecografía intracardiaca: 20 (p = NS)	NR	NR

(Continúa)

**Tabla 1.** Características de los estudios incluidos (*continuación*)

Autor	n	País	Dispositivo usado	Diseño	Edad	Sexo (femenino)	FEVI	Seguimiento
Nielsen-Kudsk et al., 2019	1085 (ecografía intracardiaca: 130, ecografía transesofágica: 955)	Global	Amulet	OP	Ecografía transesofágica: 75 ± 8 Ecografía intracardiaca: 75 ± 9 (p = 0.62)	Ecografía intracardiaca: n = 52 (40%) Ecografía transesofágica: n = 335 (35%) (p = 0.28)	NR	1 año [IQR 0.97-1.0]
Streb et al., 2019	23 (ecografía intracardiaca: 11, ecografía transesofágica: 12)	Polonia	Amulet	OP	Ecografía transesofágica: 73 Ecografía intracardiaca: 77 (p = 0.69)	Ecografía transesofágica: 66.6% Ecografía intracardiaca: 55.55% (p = NS)	ecografía transesofágica: 53.5% ecografía intracardiaca: 55% (p = 0.54)	30 días
Alkhouli et al., 2020	286 (ecografía intracardiaca: 90, ecografía transesofágica: 196)	EE.UU.	Watchman	OR	Ecografía intracardiaca: 75.7 ± 8.0 Ecografía transesofágica: 75.2 ± 7.8 (p = 0.62)	Ecografía intracardiaca: 34 (37.8%) Ecografía transesofágica: 87 (44.4%) (p = 0.31)	ecografía transesofágica: 58% ecografía intracardiaca: 55% (p = 0.04)	45 días
Gianni et al., 2021	190 (ecografía intracardiaca: 122, ecografía transesofágica: 68)	EE.UU.	Watchman	OR	Ecografía intracardiaca: 72 ± 8 Ecografía transesofágica: 75 ± 9 (p = 0.03)	Ecografía intracardiaca: 41 (34%) Ecografía transesofágica: 27 (40%) (p = NS)	NR	8.7 ± 3 semanas
Pommier et al., 2021	224 (49 ecografía transesofágica, 175 ecografía intracardiaca)	Francia	ACP/ Watchman	OP	Ecografía transesofágica: 75 Ecografía intracardiaca: 76 (p = 0.622)	Ecografía transesofágica: 14 Ecografía intracardiaca: 53 (p = NS)	ecografía transesofágica: 57% ecografía intracardiaca: 57% (p = 0.942)	NR

OR: observacional retrospectivo; OP: observacional prospectivo; NR: no reportado; NS: no significativo.

registro italiano sin especificar claramente el criterio de selección (consecutivos vs. seleccionados de acuerdo con un criterio específico) (Tabla 2). En varios estudios, los casos utilizados como controles (es decir el grupo de ecografía transesofágica) fueron realizados antes que los casos con ecografía intracardiaca o no se estableció la temporalidad de su realización, introduciendo la posibilidad de que la mayor experiencia del operador en el procedimiento de cierre percutáneo de orejuela influyera en los resultados más que el tipo de imagen usado como guía. Esto se ve reflejado en el apartado de comparabilidad, en el que ningún estudio tuvo un puntaje de 2 (puntaje máximo). No hubo diferencias significativas en las características basales de los pacientes. En la mayoría de los casos, se utilizaron imágenes previas al procedimiento (ecografía transesofágica o tomografía computarizada) para descartar trombos y planear los procedimientos.

### Efectividad y seguridad de la ecografía intracardiaca en el cierre percutáneo de orejuela

Once estudios evaluaron el desenlace primario de efectividad y de seguridad, sin diferencia alguna en el desenlace de efectividad (Tabla 3). En el desenlace de seguridad, solo el estudio de Reis et al.<sup>22</sup> encontró una diferencia significativa en la tasa de eventos adversos mayores con menor probabilidad de complicaciones en el grupo de cierre percutáneo de orejuela guiado por ecografía intracardiaca (11.5 vs. 16.1% para el cierre guiado por ecografía intracardiaca vs. ecografía transesofágica, respectivamente; p = 0.001). Es preciso resaltar que se trata de un estudio pequeño (n = 82) y los casos de cierre percutáneo de orejuela guiado por ecografía intracardiaca fueron hechos cuando ya se habían realizado los casos con ecografía transesofágica, por lo cual la experiencia de los operadores podría explicar esta diferencia.

### Tiempo en sala y tiempo de fluoroscopia

En cinco estudios que evaluaron el impacto de la ecografía intracardiaca en el tiempo de ocupación de sala, se encontró una reducción significativa en este apartado. Tal hallazgo se explica por el uso de anestesia local y sedación ligera en todos los casos, en comparación con el uso de anestesia general en los casos de ecografía transesofágica. Adicionalmente, los 11 estudios evaluaron el impacto en tiempo de fluoroscopia. Aunque en la mayoría no se encontró diferencia

Tabla 2. Calidad de los estudios de acuerdo con la escala Newcastle-Ottawa. Para esta revisión, un puntaje final  $\geq 7$  se consideró como de buena calidad

Primer autor, año	Representatividad de casos (EIC)		Selección		Comparabilidad		Desenlace			Puntaje total	
	1	0	Selección de controles (ecografía transesofágica)	Evaluación de exposición	Demstración que el desenlace no estaba al inicio	Comparabilidad	Evaluación de desenlace	Seguimiento suficientemente largo	Seguimiento adecuado	Puntaje máximo = 9	
Frangieh et al., 2016	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	8
Korsholm et al., 2017	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	8
Kim et al., 2018	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	8
Reis et al., 2018	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	8
Berti et al., 2018	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	6
Hemam et al., 2019	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	6
Nielsen-Kudsk et al., 2019	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	8
Streb et al., 2019	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	8
Alkhouli et al., 2020	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	8
Gianni et al., 2021	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	8
Pommier et al., 2021	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	8

**Tabla 3.** Desenlace primario y desenlaces secundarios en los distintos estudios evaluados

Autor	Efectividad	Seguridad	Tiempo en sala	Tiempo de fluoroscopia	Fugas	Defectos SIA
Frangieh et al., 2016	Ecografía transesofágica: 100% Ecografía intracardiaca: 100% (p = NS)	Ecografía transesofágica: 2.3% Ecografía intracardiaca: 0% (p = NS)	NR	Ecografía transesofágica: 7.9 Ecografía intracardiaca: 9.8 (p = 0.51)	NR	NR
Korsholm et al., 2017	Ecografía transesofágica: 99.1% Ecografía intracardiaca: 99.1% (p = 0.99)	Ecografía transesofágica: 4.7% Ecografía intracardiaca: 1.8% (p = 0.28)	Ecografía transesofágica: 116 Ecografía intracardiaca: 87 (p < 0.001)	Ecografía transesofágica: 14 Ecografía intracardiaca: 15 (p = 0.63)	Ecografía transesofágica: 20% Ecografía intracardiaca: 23% (p = 0.34)	Ecografía transesofágica: 26% Ecografía intracardiaca: 35% (p = 0.21)
Kim et al., 2018	Ecografía transesofágica: 97.1% Ecografía intracardiaca: 100% (p = 1.0)	Ecografía transesofágica: 6.8% Ecografía intracardiaca: 2.4% (p = 0.734)	NR	Ecografía transesofágica: 7.6 ± 3.7 Ecografía intracardiaca: 8.3 ± 10.8 (p < 0.001)	NR	NR
Reis et al., 2018	Ecografía transesofágica: 94.6% Ecografía intracardiaca: 100% (p = 0.08)	Ecografía transesofágica: 16.1% Ecografía intracardiaca: 11.5% (p = 0.001)	NR	Ecografía transesofágica: 35.1 ± 16.5 Ecografía intracardiaca: 30.4 ± 17 (p < 0.001)	Ecografía transesofágica: 8.9% Ecografía intracardiaca: 7.6% (p = 0.06)	Ecografía transesofágica: 35.4% Ecografía intracardiaca: 29.3% (p = 0.09)
Berti et al., 2018	Ecografía transesofágica: 93.5% Ecografía intracardiaca: 95.8% (p = 0.587)	Ecografía transesofágica: 6.5% Ecografía intracardiaca: 4.2% (p = 0.327)	Ecografía transesofágica: 108 ± 33 Ecografía intracardiaca: 92 ± 34 (p < 0.001)	Ecografía transesofágica: 20 ± 11 Ecografía intracardiaca: 25 ± 12 (p < 0.001)	NR	NR
Hemam et al., 2019	Ecografía transesofágica: 100% Ecografía intracardiaca: 100% (p = NS)	Ecografía transesofágica: 0% Ecografía intracardiaca: 0%	Ecografía transesofágica: 116 ± 54 Ecografía intracardiaca: 28 (p = 0.03)	Ecografía transesofágica: 7.3 ± 4.7 Ecografía intracardiaca: 4.8 ± 2.7 (p = 0.004)	Ecografía transesofágica: 30% Ecografía intracardiaca: 28% (p = NS)	NR
Nielsen-Kudsk et al., 2019	Ecografía transesofágica: 99% Ecografía intracardiaca: 99% (p = 1.0)	Ecografía transesofágica: 10.4% Ecografía intracardiaca: 10.7% (p = 0.93)	NR	Ecografía transesofágica: 24 ± 19 Ecografía intracardiaca: 19 ± 10 (p = 0.64)	NR	NR

(Continúa)

**Tabla 3.** Desenlace primario y desenlaces secundarios en los distintos estudios evaluados (continuación)

Autor	Efectividad	Seguridad	Tiempo en sala	Tiempo de fluoroscopia	Fugas	Defectos SIA
Streb et al., 2019	Ecografía transesofágica: 100% Ecografía intracardiaca: 100% (p = NS)	Ecografía transesofágica: 0% Ecografía intracardiaca: 0% (p = NS)	NR	Ecografía transesofágica: 7.69 ± 3.21 Ecografía intracardiaca: 9.91 ± 4.01 (p = 0.16)	Ecografía transesofágica: 16.7% Ecografía intracardiaca: 9.09% (p = 0.59)	NR
Alkhouli et al., 2020	Ecografía transesofágica: 97.4% Ecografía intracardiaca: 97.8% (p = 0.88)	Ecografía transesofágica: 4.1% Ecografía intracardiaca: 3.3% (p = 0.76)	Ecografía transesofágica: 113.6 ± 18.1 Ecografía intracardiaca: 78.7 ± 19.5 (p < 0.001)	Ecografía transesofágica: 36.6 ± 15.6 Ecografía intracardiaca: 35.2 ± 11.3 (p = 0.67)	Ecografía transesofágica: 21.6% Ecografía intracardiaca: 14.6% (p = 0.28)	Ecografía transesofágica: 34.8% Ecografía intracardiaca: 46.5% (p = 0.12)
Gianni et al., 2021	Ecografía transesofágica: 100% Ecografía intracardiaca: 100% (p = NS)	Ecografía transesofágica: 0% Ecografía intracardiaca: 3% (p = NS)	NR	Ecografía transesofágica: 10 Ecografía intracardiaca: 11 (p = NS)	Ecografía transesofágica: 31% Ecografía intracardiaca: 27% (p = NS)	NR
Pommier et al., 2021	Ecografía transesofágica: 100% Ecografía intracardiaca: 97% (p = 0.895)	Ecografía transesofágica: 10% Ecografía intracardiaca: 5% (p = 0.689)	Ecografía transesofágica: 110 ± 27 Ecografía intracardiaca: 66 ± 21 (p = 0.004)	Ecografía transesofágica: 24 ± 12 Ecografía intracardiaca: 21 ± 11 (p = 0.803)	Ecografía transesofágica: 20% Ecografía intracardiaca: 23% (p = 0.349)	NR

NR: no reportado; NS: no significativo.

significativa en el tiempo de fluoroscopia, en los estudios de Hemam et al.<sup>17</sup>, Reis et al.<sup>22</sup> y Kim et al.<sup>23</sup>, se observaron reducciones significativas en el grupo de cierre percutáneo de orejuela guiado por ecografía intracardiaca. Solo en el estudio de Berti et al, el uso de ecografía intracardiaca se asoció a mayor tiempo de fluoroscopia.

### Presencia de fugas peridispositivo y defectos septales residuales

Siete estudios evaluaron las fugas peridispositivo durante el seguimiento, sin que existiese diferencia significativa entre los procedimientos guiados por ecografía intracardiaca vs. ecografía transesofágica. Tres estudios evaluaron, además, la presencia de defectos residuales, sin hallar diferencia alguna entre ambas técnicas.

### Discusión

La ecografía intracardiaca ha ganado terreno como técnica imagenológica para la realización de procedimientos estructurales, incluidos cierres de defectos interauriculares y reemplazos valvulares aórticos transcáteter<sup>26,27</sup>. Su mayor uso en la actualidad se registra en los laboratorios de electrofisiología, en los que se ha convertido en una herramienta fundamental como guía para la ablación de varios tipos de arritmias, permitiendo, incluso, la realización de procedimientos sin necesidad de fluoroscopia<sup>28</sup>. En la ablación de FA, procedimiento que requiere una punción transeptal, el uso de ecografía intracardiaca permite reducir (e incluso eliminar) la fluoroscopia y la tasa de complicaciones<sup>29</sup>. No obstante, el empleo de ecografía intracardiaca durante los procedimientos de cierre percutáneo de orejuela es infrecuente, y solo es usado por grupos altamente especializados. Los motivos por los cuales no se ha popularizado su práctica están relacionados con la disponibilidad de recursos, la percepción de mayor riesgo de procedimiento y mayor costo en comparación con el uso de cierre guiado por ecografía transesofágica, el temor a no lograr un cierre adecuado, la falta de familiaridad y el entrenamiento en la técnica.

En esta revisión sistemática, el desenlace primario (efectividad y seguridad del procedimiento) fue similar en los procedimientos de cierre percutáneo de orejuela con ecografía intracardiaca vs. los procedimientos con ecografía transesofágica. Dichos resultados están en línea con los de metaanálisis previamente



publicados<sup>30-33</sup>. De manera importante, varios de los estudios evaluados incluyeron pacientes llevados a procedimientos de cierre percutáneo de orejuela con dispositivos antiguos (por ejemplo, Amplatz cardiac plug, St Jude Medical; y Watchman 2.5, Boston Scientific) que eran técnicamente más difíciles de liberar y podían tener mayor riesgo de perforación. Con la nueva generación de dispositivos (Amulet y Watchman FLX), la tasa de complicaciones y de éxito del procedimiento han mejorado de manera significativa<sup>34-36</sup>, hecho que podría facilitar la adopción del cierre con ecografía intracardiaca. De manera interesante, aunque se hace una manipulación extensa del septo interauricular (en muchas ocasiones, introduciendo por la misma punción tanto la sonda de ecografía intracardiaca como el sistema de liberación del dispositivo), durante el seguimiento (en general a mediano plazo) no hay mayor prevalencia de defectos residuales del tabique interauricular. Los riesgos potenciales relacionados con la punción venosa o manipulación de la sonda de ecocardiografía intracardiaca son similares a los de otros catéteres y resultan infrecuentes en la práctica cotidiana.

Además de demostrar su seguridad y efectividad, el cierre percutáneo de orejuela guiado por ecografía intracardiaca brinda beneficios adicionales, incluyendo la reducción del tiempo en sala y la disminución de exposición a radiación ionizante a un mayor número de personas en sala. El tiempo en sala (el cual comprende desde el momento que el paciente entra a sala hasta que la abandona) es un medidor importante en cuanto a la optimización del tiempo de uso de laboratorio y fue significativamente menor en todos los estudios que reportaron esta medida. En lo que atañe al uso de fluoroscopia, en los procedimientos con ecografía transesofágica, es frecuente la presencia en sala de un anestesiólogo, un ecocardiografista y uno o dos ayudantes adicionales al personal de sala. Es particularmente preocupante la exposición a fluoroscopia que recibe el ecocardiografista, quien debe ubicarse a poca distancia del tubo de fluoroscopia y con frecuencia inserta sus manos en el campo de radiación. Bien se sabe que la exposición a radiación ionizante aumenta de manera significativa el riesgo de neoplasias y que dicha exposición está directamente relacionada con la distancia a la que la persona se encuentra de la fuente<sup>37</sup>. Aunque en este análisis no se encontró una disminución en la exposición a fluoroscopia, el desarrollo de nuevas técnicas ha permitido hacer con seguridad la punción transeptal sin fluoroscopia utilizando ecografía intracardiaca<sup>38</sup>. De esta manera, es posible que

en la actualidad la dosis de radiación usando ecografía intracardiaca sea mucho menor en centros de alta experiencia, con algunos reportes de caso de cierre percutáneo de orejuela sin fluoroscopia que usaron ecografía intracardiaca<sup>39</sup>.

Por último, existe preocupación acerca de los sobrecostos percibidos con el uso de ecografía intracardiaca en comparación con la ecografía transesofágica, los cuales se atribuyen al costo elevado de la sonda de ecografía intracardiaca en comparación con el costo de una ecografía transesofágica como guía de procedimiento. No obstante, tales análisis han omitido otros factores que aumentan los costos, como la necesidad de personal adicional (incluyendo auxiliares y anestesiólogos), mayor tiempo en sala (lo cual reduce la cantidad de procedimientos realizables y genera un gasto adicional de recursos, que muchas veces es obviado de manera errónea) y la necesidad de mayor tiempo de recuperación; al reducir este último, es posible establecer una estrategia de altas tempranas, intervención que puede llegar a disminuir aún más los costos de atención sin aumentar los riesgos de complicaciones para los pacientes<sup>40</sup>. En los estudios evaluados, solo los de Hemam et al. y Alkhouli et al. hicieron una evaluación de costos: el primero, encontró una reducción significativa de los costos de procedimiento y hospitalización con el uso de ecografía intracardiaca (\$132.202 vs. \$141.468 USD,  $p < 0.001$ ), mientras que el segundo no encontró diferencia significativa (\$79.020 vs. \$77.147 USD,  $p = 0.15$ ) en comparación con los cierres guiados por ecografía transesofágica<sup>16,17</sup>. En nuestras instituciones, después de un análisis de todos los costos (incluyendo el valor del tiempo de sala) se ha llegado a la conclusión de que el cierre percutáneo de orejuela guiado por ecografía intracardiaca es al menos igual en costos que el cierre percutáneo de orejuela guiado por ecografía transesofágica.

Los resultados de esta revisión sistemática pueden aportar a la práctica actual médica. Aunque se considera por lo general segura, se ha reportado que hasta el 6% de los pacientes llevados a ecografía transesofágica como guía para la realización de procedimientos estructurales cardíacos presenta algún tipo de complicación asociado al uso de la sonda de ecografía transesofágica, con 1.5% de los pacientes presentando una complicación mayor (incluyendo sangrados gastrointestinales y lesiones que requieren intervenciones adicionales)<sup>41</sup>. Si se realiza de manera rutinaria una endoscopia digestiva superior a todos los pacientes que son llevados a ecografía transesofágica como guía de procedimientos cardíacos estructurales, hasta el

86% tendrá lesiones, de las cuales el 40% se consideran complejas<sup>42</sup>. Esta mayor incidencia (en comparación con la reportada en ecografía transesofágica electivos) probablemente se deba a que los pacientes sometidos a dichos procedimientos son de mayor edad y tienen mayor número de comorbilidades, con lo cual aumentan los riesgos de dichos procedimientos; adicionalmente, durante éstos, el tiempo de manipulación de la sonda en el esófago es más prolongada, y por tanto se eleva el riesgo de complicaciones. Al comparar procedimientos guiados por ecografía intracardíaca vs. ecografía transesofágica, se demuestra la seguridad de la primera dada que no se observa un aumento significativo en la tasa de complicaciones vasculares ni en el riesgo de perforación cardíaca<sup>43</sup>. Es decir, ni la necesidad de un acceso vascular adicional aumenta el riesgo de complicaciones vasculares, ni la manipulación de la sonda aumenta el riesgo de taponamiento. Por las razones expuestas, el cierre con ecografía intracardíaca está ganando terreno entre grupos con alta experiencia en cierre percutáneo de orejuela. De acuerdo con la alta disponibilidad de esta herramienta en los laboratorios de electrofisiología y la amplia experiencia para guiar procedimientos con ecografía intracardíaca, se espera que, en el futuro próximo, el número de procedimientos realizados bajo esta modalidad imagenológica sea mayor.

## Limitaciones

Todos los estudios incluidos son de tipo observacional, lo cual introduce sesgos inherentes a este tipo de estudios. Aunque el uso de la escala Newcastle-Ottawa facilita al lector el análisis crítico de dichos estudios, se debe tener en cuenta que esta escala también tiene un componente subjetivo que influye en los resultados finales<sup>44</sup>. De manera importante, buena parte de los procedimientos de cierre percutáneo de orejuela con ecografía intracardíaca fueron realizados por operadores con amplia experiencia en el uso de ecografía intracardíaca y en procedimientos de cierre percutáneo de orejuela, de modo que los resultados no son extrapolables a todos los operadores.

## Conclusión

El cierre percutáneo de orejuela guiado por ecografía intracardíaca es una estrategia segura y efectiva, que se asocia con menores tiempos de procedimiento y, posiblemente, menores tiempos de fluoroscopia confrontado con el método tradicional guiado por ecografía

transesofágica. Teniendo en cuenta que el cierre percutáneo de orejuela guiado por ecografía intracardíaca no requiere anestesia y que se puede realizar aún en pacientes con contraindicación para ecografía transesofágica, un mayor número de pacientes puede ser llevado a este tipo de terapia, sin que se aumenten los costos al incluir todos los gastos en los que se incurre al utilizar ecografía transesofágica. Con base en estos argumentos, la ecografía intracardíaca está imponiéndose en grupos con alta experiencia en el cierre percutáneo de orejuela como la primera opción para guiar este tipo de procedimientos.

## Financiamiento

Los autores no han recibido financiamiento alguno para la realización de este artículo.

## Conflicto de intereses

Juan Carlos Díaz ha recibido honorarios como expositor y supervisor para procedimientos de cierre de orejuela con ecocardiografía intracardíaca por parte de Boston Scientific y becas educativas por parte de Boston Scientific, Abbott, Bayer y Pfizer. Oriana Bastidas ha recibido becas educativas por parte de Pfizer. Julián Aristizábal ha recibido honorarios como expositor por parte de Boehringer y Pfizer y becas educativas por parte de Boston Scientific, Abbott, Boehringer y Pfizer. Vladimir Astudillo ha recibido honorarios como expositor y supervisor para procedimientos de cierre de orejuela con ecocardiografía intracardíaca por parte de Boston Scientific y becas educativas por parte de Boston Scientific y Abbott. Jorge Marín ha recibido becas educativas por parte de Boston Scientific y Abbott. César Niño ha recibido becas educativas por parte de Boston Scientific. Juan Manuel Martínez no declara conflictos de interés. Mauricio Duque ha recibido becas educativas por parte de Boston Scientific y Abbott.

## 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**

- Rahman F, Kwan GF, Benjamin EJ. Global epidemiology of atrial fibrillation. *Nat Rev Cardiol*. 2014;11(11):639-54.
- Chugh SS, Havmoeller R, Narayanan K, Singh D, Rienstra M, Benjamin EJ, et al. Worldwide epidemiology of atrial fibrillation: a Global Burden of Disease 2010 Study. *Circulation*. 2014;129(8):837-47.
- Hindricks G, Potpara T, Dagres N, Arbelo E, Bax JJ, Blomström-Lundqvist C, et al. 2020 ESC Guidelines for the diagnosis and management of atrial fibrillation developed in collaboration with the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS): The Task Force for the diagnosis and management of atrial fibrillation of the European Society of Cardiology (ESC) Developed with the special contribution of the European Heart Rhythm Association (EHRA) of the ESC. *Eur Heart J*. 2021;42(5):373-498.
- January CT, Wann LS, Calkins H, Chen LY, Cigarroa JE, Cleveland JC, Jr., et al. 2019 AHA/ACC/HRS Focused Update of the 2014 AHA/ACC/HRS guideline for the management of patients with atrial fibrillation: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines and the Heart Rhythm Society. *J Am Coll Cardiol*. 2019;74(1):104-32.
- Benjamin EJ, Virani SS, Callaway CW, Chang AR, Cheng S, Chiuve SE, et al. Heart disease and stroke statistics-2018 update: a report from the American Heart Association. *Circulation*. 2018;137(12):e67-e492. doi: 10.1161/CIR.0000000000000558.
- Ruff CT, Giugliano RP, Braunwald E, Hoffman EB, Deenadayalu N, Ezekowitz MD, et al. Comparison of the efficacy and safety of new oral anticoagulants with warfarin in patients with atrial fibrillation: a meta-analysis of randomised trials. *Lancet*. 2014;383(9921):955-62.
- Hart RG, Pearce LA, Aguilar MI. Meta-analysis: antithrombotic therapy to prevent stroke in patients who have nonvalvular atrial fibrillation. *Ann Intern Med*. 2007;146(12):857-67.
- Brouwer TF, Whang W, Kuroki K, Halperin JL, Reddy VY. Net clinical benefit of left atrial appendage closure versus warfarin in patients with atrial fibrillation: a pooled analysis of the randomized PROTECT-AF and PREVAIL Studies. *J Am Heart Assoc*. 2019;8(23):e013525.
- Osmancik P, Herman D, Neuzil P, Hala P, Taborsky M, Kala P, et al. 4-year outcomes after left atrial appendage closure versus nonwarfarin oral anticoagulation for atrial fibrillation. *J Am Coll Cardiol*. 2022;79(1):1-14.
- Morcos R, Megaly M, Saad M, Barakat AF, Rubens M, Saxena A, et al. In-hospital outcomes of transesophageal versus intracardiac echocardiography guided left atrial appendage closure. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2022;99(5):1572-81.
- Reddy VY, Doshi SK, Kar S, Gibson DN, Price MJ, Huber K, et al. 5-year outcomes after left atrial appendage closure: from the PREVAIL and PROTECT AF Trials. *J Am Coll Cardiol*. 2017;70(24):2964-75.
- Daniel WG, Erbel R, Kasper W, Visser CA, Engberding R, Sutherland GR, et al. Safety of transesophageal echocardiography. A multicenter survey of 10,419 examinations. *Circulation*. 1991;83(3):817-21.
- Hahn RT, Abraham T, Adams MS, Bruce CJ, Glas KE, Lang RM, et al. Guidelines for performing a comprehensive transesophageal echocardiographic examination: recommendations from the American Society of Echocardiography and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists. *Journal of the American Society of Echocardiography: official publication of the American Society of Echocardiography*. 2013;26(9):921-64.
- Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*. 2021;372:n71.
- Berti S, Pastormerlo LE, Santoro G, Brscic E, Montorfano M, Vignali L, et al. Intracardiac versus transesophageal echocardiographic guidance for left atrial appendage occlusion: the LAO Italian Multicenter Registry. *JACC Cardiovasc Interv*. 2018;11(11):1086-92.
- Alkhouli M, Chaker Z, Alqahtani F, Raslan S, Raybuck B. Outcomes of routine intracardiac echocardiography to guide left atrial appendage occlusion. *JACC Clinical Electrophysiology*. 2020;6(4):393-400.
- Hemam ME, Kuroki K, Schurmann PA, Dave AS, Rodríguez DA, Sáenz LC, et al. Left atrial appendage closure with the Watchman device using intracardiac vs transesophageal echocardiography: Procedural and cost considerations. *Heart Rhythm*. 2019;16(3):334-42.
- Korsholm K, Jensen JM, Nielsen-Kudsk JE. Intracardiac echocardiography from the left atrium for procedural guidance of transcatheter left atrial appendage occlusion. *JACC Cardiovasc Interv*. 2017;10(21):2198-206.
- Frangieh AH, Alibegovic J, Templin C, Gaemperli O, Obeid S, Manka R, et al. Intracardiac versus transesophageal echocardiography for left atrial appendage occlusion with watchman. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2017;90(2):331-8.
- Nielsen-Kudsk JE, Berti S, De Backer O, Aguirre D, Fassini G, Cruz-Gonzalez I, et al. Use of intracardiac compared with transesophageal echocardiography for left atrial appendage occlusion in the amulet observational study. *JACC Cardiovasc Interv*. 2019;12(11):1030-9.
- Gianni C, Horton RP, Della Rocca DG, Mohanty S, Al-Ahmad A, Basiouny MA, et al. Intracardiac echocardiography- versus transesophageal echocardiography-guided left atrial appendage occlusion with Watchman FLX. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2021;32(10):2781-4.
- Reis L, Paiva L, Costa M, Silva J, Teixeira R, Botelho A, et al. Registry of left atrial appendage closure and initial experience with intracardiac echocardiography. *Rev Port Cardiol (Engl Ed)*. 2018;37(9):763-72.
- Kim DY, Shin SY, Kim JS, Kim SH, Kim YH, Lim HE. Feasibility of intracardiac echocardiography imaging from the left superior pulmonary vein for left atrial appendage occlusion. *Int J Cardiovasc Imaging*. 2018;34(10):1571-9.
- Pommier T, Guenancia C, Richard C, Sagnard A, Fichot M, Salignon-Vernay C, et al. Safety and efficacy of left atrial appendage occlusion with the ACP or Watchman device guided by intracardiac echocardiography from the left atrium. *Clinical Cardiology*. 2021;44(10):1402-8.
- Streb W, Mitreğa K, Podolecki T, Morawski S, Szulik M, Jędrzejczyk-Patej E, et al. Comparison of transesophageal and intracardiac echocardiography in guiding percutaneous left atrial appendage closure with an Amplatzer Amulet device. *Postępy Kardiologii Interwencyjnej*. 2019;15(4):446-54.
- 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. *J Int Cardiol*. 2017;30(3):234-41.
- 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. *Journal of the American Society of Echocardiography: official publication of the American Society of Echocardiography*. 2011;24(9):966-75.
- Kautzner J, Haskova J, Lehar F. Intracardiac Echocardiography to Guide Non-fluoroscopic Electrophysiology Procedures. *Cardiac Electrophysiology Clinics*. 2021;13(2):399-408.
- Xu J, Gao Y, Liu C, Wang Y. Radiofrequency ablation for treatment of atrial fibrillation with the use of intracardiac echocardiography versus without intracardiac echocardiography: A meta-analysis of observational and randomized studies. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2022;33(5):897-907.
- Akella K, Murtaza G, Turagam M, Sharma S, Madoukh B, Amin A, et al. Evaluating the role of transesophageal echocardiography (TEE) or intracardiac echocardiography (ICE) in left atrial appendage occlusion: a meta-analysis. *J Interv Card Electrophysiol*. 2021;60(1):41-8.
- Liang G, Xu B, Wang S, Li C, Zhong G. Imaging with intracardiac echocardiography compared to transesophageal echocardiography during left atrial appendage occlusion. *Rev Cardiovasc Med*. 2020;21(1):93-101.
- Ribeiro JM, Teixeira R, Puga L, Costa M, Gonçalves L. Comparison of intracardiac and transoesophageal echocardiography for guidance of percutaneous left atrial appendage occlusion: A meta-analysis. *Echocardiography*. 2019;36(7):1330-7.
- Velagapudi P, Turagam MK, Kolte D, Khera S, Gupta T, Garg J, et al. Intracardiac vs transesophageal echocardiography for percutaneous left atrial appendage occlusion: A meta-analysis. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2019;30(4):461-7.
- Galea R, De Marco F, Meneveau N, Aminian A, Anselme F, Gräni C, et al. Amulet or Watchman Device for percutaneous left atrial appendage closure: primary results of the SWISS-APERO Randomized Clinical Trial. *Circulation*. 2022;145(10):724-38.
- Kar S, Doshi SK, Sadhu A, Horton R, Osorio J, Ellis C, et al. Primary outcome evaluation of a next-generation left atrial appendage closure device: results from the PINNACLE FLX Trial. *Circulation*. 2021;143(18):1754-62.
- Lakkireddy D, Thaler D, Ellis CR, Swarup V, Sondergaard L, Carroll J, et al. Amplatzer amulet left atrial appendage occluder versus Watchman device for stroke prophylaxis (Amulet IDE): a randomized, controlled trial. *Circulation*. 2021;144(19):1543-52.
- Casella M, Dello Russo A, Russo E, Catto V, Pizzamiglio F, Zucchetti M, et al. X-Ray exposure in cardiac electrophysiology: a retrospective analysis in 8150 patients over 7 years of activity in a modern, large-volume laboratory. *J Am Heart Assoc*. 2018;7(11).
- Baykaner T, Quadros KK, Thosani A, Yasmeh B, Mitra R, Liu E, et al. Safety and efficacy of zero fluoroscopy transseptal puncture with different approaches. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2020;43(1):12-8.
- Flautt T, Da-Wariboko A, Lador A, Patel A, Guevara M, Valderrábano M. Left Atrial Appendage occlusion without fluoroscopy: optimization by 4D intracardiac echocardiography. *JACC Cardiovasc Interv*. 2022;15(15):1592-4.
- Dallan LAP, Bezerra HG, Cochet A, Kobayashi A, Attizzani GF, Rashid I, et al. Safety, efficacy, and cost-effectiveness of same-day discharge for left atrial appendage occlusion. *J Invasive Cardiol*. 2022;34(2):E124-e31.
- Freitas-Ferraz AB, Rodés-Cabau J, Junquera Vega L, Beaudoin J, O'Connor K, Turgeon PY, et al. Transesophageal echocardiography complications associated with interventional cardiology procedures. *Am Heart J*. 2020;221:19-28.
- Freitas-Ferraz AB, Bernier M, Vaillancourt R, Ugalde PA, Nicodème F, Paradis JM, et al. Safety of Transesophageal Echocardiography to Guide Structural Cardiac Interventions. *J Am Coll Cardiol*. 2020;75(25):3164-73.
- Wang Y, Zhao Y, Zhou K, Zei PC, Wang Y, Cheng H, et al. Intracardiac echocardiography is a safe and effective alternative to transesophageal echocardiography for left atrial appendage thrombus evaluation at the time of atrial fibrillation ablation: The ICE-TEE study. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2022.
- Stang A. Critical evaluation of the Newcastle-Ottawa scale for the assessment of the quality of nonrandomized studies in meta-analyses. *Eur J Epidemiol*. 2010;25(9):603-5.