

## Artículo de Revisión

# Cierre quirúrgico de la orejuela izquierda durante la cirugía cardíaca: artículo de revisión

Pedro Iván Rojas Sánchez <sup>1,a</sup>

Recibido: 30 de septiembre del 2024  
Aceptado: 02 de diciembre del 2024  
En línea: 06 de diciembre del 2024

### Filiación de los autores

<sup>1</sup> Hospital Nacional Alberto Sabogal Sologuren – EsSalud, Lima, Perú.  
<sup>a</sup> Cirujano de tórax y cardiovascular.

### Correspondencia

Pedro Rojas-Sánchez. Hospital Nacional Alberto Sabogal Sologuren. EsSalud. Colina 1081, Bellavista 07011. Callao, Perú.

### Correo

ivanrojas\_12@hotmail.com

### Fuente de financiamiento

Autofinanciado.

### Conflictos de interés

Ninguno.

### Citar como

Rojas Sánchez PI. Cierre quirúrgico de la orejuela izquierda durante la cirugía cardíaca: artículo de revisión. Arch Peru Cardiol Cir Cardiovasc. 2024;5(4):226-232. doi: 10.47487/apcyccv.v5i4.429.



Esta obra tiene una licencia de Creative Commons Atribución 4.0 Internacional

## RESUMEN

La oclusión quirúrgica de la orejuela izquierda durante la cirugía cardíaca ha demostrado disminuir el riesgo de *stroke* y embolia sistémica de forma significativa en los pacientes con fibrilación auricular, siendo actualmente un procedimiento con un alto grado de recomendación. Como cirujanos cardiovasculares tenemos la oportunidad de ofrecer este procedimiento quirúrgico adicional de impacto, pero debemos conocer sus principios anatómicos y quirúrgicos, además de la mayor evidencia que sustenta su indicación.

**Palabras clave:** Cierre del Apéndice Auricular Izquierdo; Cirugía Cardíaca; Fibrilación Auricular (Fuente: DeCS-BIREME).

## ABSTRACT

### Surgical closure of the left atrial appendage in cardiac surgery: a review article

Surgical occlusion of the left atrial appendage during cardiac surgery has been shown to significantly reduce the risk of stroke and systemic embolism in patients with atrial fibrillation and is currently a procedure with a high degree of recommendation. As cardiovascular surgeons we have the opportunity to offer this additional impactful surgical procedure, so the objective of this review is to understand its anatomical and surgical principles, in addition to evaluating the evidence that supports its indication.

**Keywords:** Left Atrial Appendage Closure; Cardiac Surgery; Atrial Fibrillation (Source: MeSH-NLM).

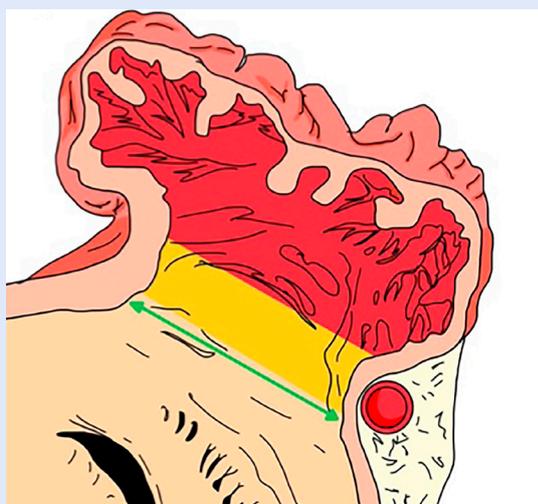
## Introducción

La orejuela izquierda (OI) es la principal fuente de émbolos de origen cardíaco en pacientes con fibrilación auricular<sup>(1)</sup> (FA), sobre todo en aquellos que presentan factores de riesgo (falta cardíaca, hipertensión arterial, edad avanzada, etc.). Durante la cirugía cardíaca, el cierre concomitante de la OI para pacientes con FA ha demostrado tener un gran impacto para disminuir la morbilidad secundaria a fenómenos embólicos a lo largo del tiempo<sup>(2)</sup>.

En este artículo se pretende revisar las bases anatómicas y quirúrgicas del cierre de la OI durante la cirugía cardíaca, así como la evidencia más importante de este tema.

## Anatomía

La OI es una prolongación apendicular de la aurícula izquierda<sup>(3)</sup> y constituye el único remanente del atrio primitivo<sup>(4)</sup>. Se origina de la porción lateral atrial y paralela a las venas pulmonares izquierdas. Presenta una extensión anterior (en su mayoría) que se torna curva entrando en contacto con diversas estructuras cardíacas, desde el borde libre del ventrículo izquierdo (VI), el tracto de salida del ventrículo derecho (TSVD) y la arteria pulmonar (AP)<sup>(3)</sup>. Estructuralmente consta de tres regiones anatómicas<sup>(5)</sup>: ostium, cuello, cuerpo (Figura 1). El ostium tiene una forma elíptica con bordes no tan bien definidos salvo en su porción postero-superior donde se vuelve prominente y lo separa de orificio de la vena pulmonar superior izquierda (cresta lateral izquierda). Su cuello, de extensión variable, es una región particularmente lisa y a nivel epicárdico es rodeado por fibras de conducción de Bachmann<sup>(3)</sup>. Su cuerpo es una región trabeculada y multilobulada que contribuye a dar su



**Figura 1.** Regiones anatómicas de la orejuela izquierda.

El ostium de la orejuela izquierda señalado por la flecha verde bidireccional, en amarillo el cuello liso de la orejuela izquierda y en rojo el cuerpo donde se aprecia múltiples trabeculaciones.

forma característica<sup>(6)</sup>. Se pueden distinguir cuatro morfotipos<sup>(7)</sup> de OI (Figura 2) los cuales son: en forma de «ala de pollo», «manga de viento», «cactus» y «coliflor». Este último ha sido relacionado con una mayor proporción de fenómenos cardioembólicos y con una mayor dificultad para el cierre quirúrgico.

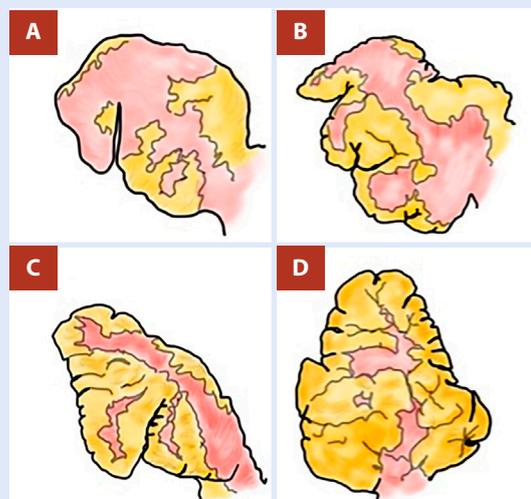
Externamente en su base, la OI es cruzada lateralmente por el ligamento de Marshal (o por un remante de la vena cava izquierda) quien la separa de la vena pulmonar superior izquierda y es un importante reparo anatómico epicárdico (Figura 3). Esta estructura se refleja endocárdicamente en la zona de la cresta lateral izquierda. Del mismo modo, en la porción más anterior de su base presenta una proximidad importante con la arteria circunfleja y la gran vena cardíaca (a nivel del surco atrio ventricular), que son cubiertas por la OI en su camino hacia el ventrículo derecho.

El espesor de su pared suele ser alrededor de 1 mm, salvo en las regiones donde presenta rodetes trabeculares los que vuelven a su pared parcialmente más prominente. Otras características recopiladas por Naksuk<sup>(3)</sup> et al. se visualizan en la Tabla 1.

## Técnicas quirúrgicas de cierre de la orejuela izquierda (Figura central)

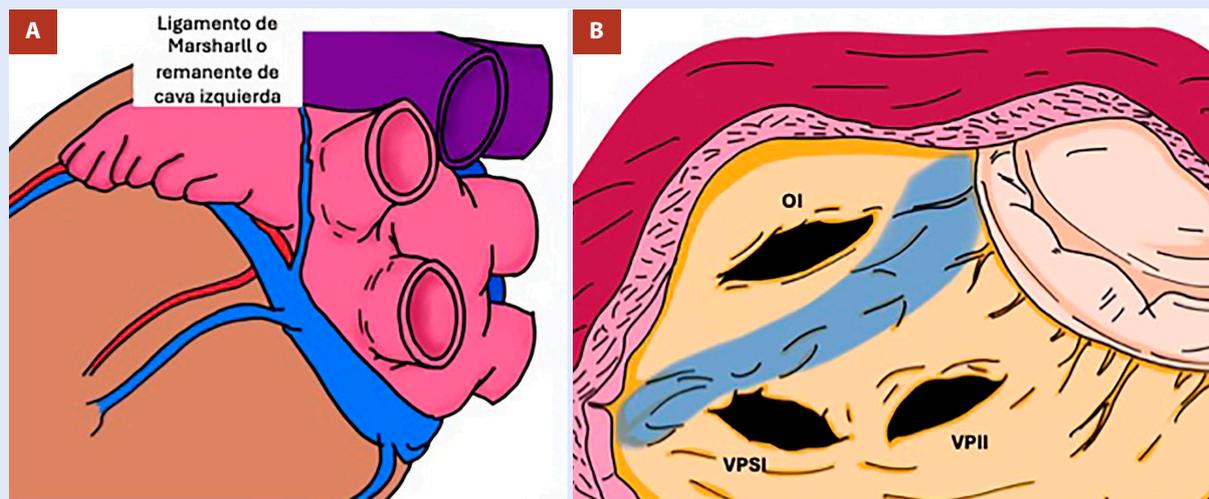
Históricamente, diversas técnicas quirúrgicas han sido utilizadas en el cierre de la orejuela izquierda; sin embargo, debido a su eficacia solo tres tipos de técnicas han logrado obtener resultados adecuados y son las principales en la actualidad<sup>(8)</sup>, estas se describen a continuación:

- **Amputación y sutura**<sup>(8-10)</sup>. Ya sea realizada de forma manual o con sutura automática, es una técnica que ha demostrado una alta tasa de seguridad y eficacia. Para el cierre manual, se realiza primero la resección del cuerpo de la OI evitando una excesiva proximidad al recorrido de la arteria circunfleja y dejando un margen de tejido apropiado para la sutura. En este paso se puede realizar una inspección de trombos dentro



**Figura 2.** Morfotipos de la orejuela izquierda.

A: Ala de pollo; B: Manga de viento; C: Coliflor; D: Cactus.



**Figura 3.** Reparos anatómicos en relación con la orejuela izquierda.

**A:** Relación del ligamento de Marshall (o un remanente de la vena cava izquierda) con la base de la orejuela izquierda. **B:** En azul se evidencia la cresta lateral izquierda que es una proyección interna del ligamento de Marshall. **OI:** Orejuela izquierda; **VPSI:** Vena pulmonar superior izquierda; **VPII:** Vena pulmonar inferior izquierda.

de la OI y el atrio. Posteriormente, se realizan dos líneas de sutura para un cierre hemostático adecuado. Su principal inconveniente es la posibilidad de dejar un remanente que pueda tener aún efectos trombogénicos (>10 mm). Se debe tener precaución cuando se realiza este tipo de cierre en OI con morfología tipo «coliflor» ya que por la presencia de múltiples lóbulos se puede dejar importante tejido remanente. Otras complicaciones asociadas son la posibilidad de sangrado

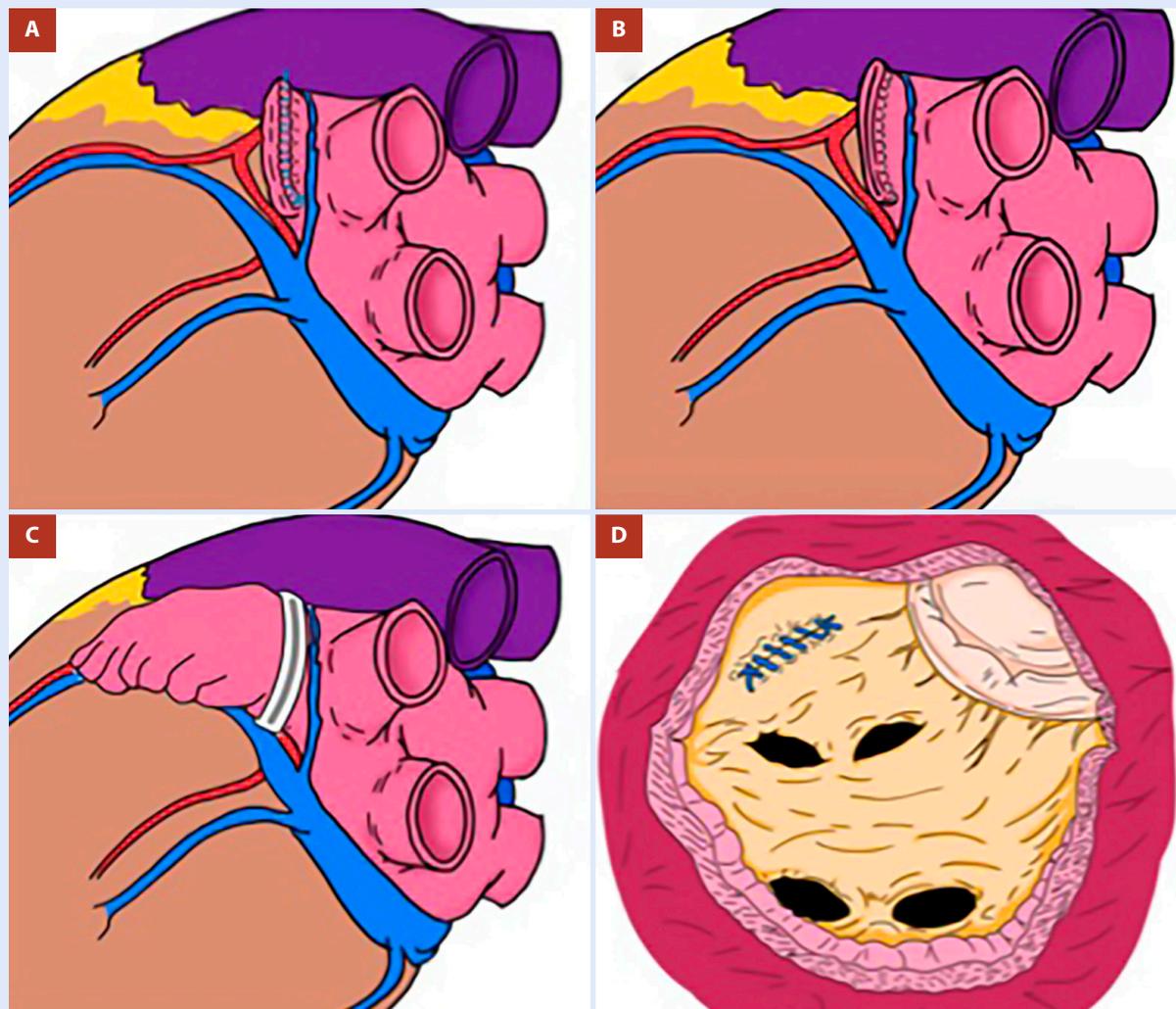
en la zona de sutura o la lesión de la arteria circunfleja (de frecuencia muy baja en los diversos estudios). En el estudio LAAOS III la principal técnica quirúrgica utilizada fue el cierre manual (55,7% de casos); sin embargo, la sutura automática se presentó como una buena opción al cierre convencional bajo los mismos principios técnicos, no obstante, se requiere una adecuada familiaridad con el dispositivo (y número de casos) para obtener resultados adecuados<sup>(9)</sup>.

**Tabla 1.** Características morfológicas de la orejuela izquierda

Morfología	Cactus (30%): tiene un lóbulo central con lóbulos secundarios que se extienden de este. Ala de pollo (48%): se dobla sobre sí mismo después del ostium, en la porción proximal o media. Manga de viento (19%): un lóbulo principal largo y otros de menor longitud que surgen dentro del lóbulo principal. Coliflor (3%): no presenta lóbulo dominante, presenta irregularidad en su morfología.
Lóbulos	Lóbulo único (20% - 70%); dos lóbulos (16% - 54%); hasta cuatro lóbulos en el porcentaje restante.
Localización del ostium	Hay variación en su orientación respecto a la VPSI. En el 60 - 65% de individuos es al mismo nivel que la VPSI, pero puede ser superior en el 25 - 30%. Una posición inferior se encuentra el porcentaje restante.
Forma del ostium	Elíptico (69%), circular, triangular, en forma de gota de agua y <i>foot-like</i> .
Ancho del ostium	21,9 +/- 4,1 mm
Longitud del ostium	49,4 +/- 9,1 mm
Profundidad del ostium	16 - 51 mm
Hoyuelos	Puede haber diversos hoyuelos el rededor del ostium que pueden contribuir a la formación de coágulos. Usualmente estos miden entre 0,5 a 10,3 mm.
Cuerpo	La OI tiene una base estrecha con un ápex en forma de gancho que apunta inferiormente. Un cuerpo amplio y un cuello estrecho son típicos.
Curvatura	Presenta un curso curvilíneo que se dobla en 90° +/- 20° después de los 14 +/- 4 mm iniciales (75%).
Dirección de la punta	Sigue un curso anterior y cefálico en su mayoría, recubriendo el tronco de la AP, pero puede ir en otras direcciones.
Espesor de la pared	Se reporta de alrededor de 1 mm (0,4 - 1,5 mm).

Fuente: tomado de Naksusk<sup>(3)</sup> et al.

VPSI: vena pulmonar superior izquierda. OI: orejuela izquierda. AP: arteria pulmonar.



**Figura Central.** Técnicas quirúrgicas para el cierre de la orejuela izquierda.

**A:** Cierre por corte y sutura; **B:** Cierre con autosutura; **C:** Cierre con clip epicárdico; **D:** Cierre endoatrial.

- **Cierre endoatrial.** Históricamente, este tipo de cierre con sutura simple o en un solo plano demostraron ser muy poco eficaces bajo el control ecocardiográfico <sup>(11)</sup>. El cierre actual consta de dos planos de sutura; el primero crea una intususcepción del cuerpo de la OI al plano de sutura, mientras el segundo plano utiliza una sutura tipo Lambert que imbrica las paredes laterales del atrio izquierdo <sup>(8)</sup>. Este tipo de obliteración ha demostrado tener tasas de éxito adecuadas y es una alternativa importante cuando se realiza tratamiento de la válvula mitral por cirugía mínimamente invasiva. El principal punto débil es la posibilidad de dejar flujo remanente hacia la OI cuando la técnica no es adecuada, pudiendo generar mayores fenómenos embólicos <sup>(12)</sup> (se discute más adelante).

- **Clipaje epicárdico.** En los últimos años se han desarrollado diversos dispositivos para el tratamiento epicárdico de la OI (AtriClip <sup>(13)</sup>, Penditure LAA <sup>(14)</sup>); estos, debido a su uso

relativamente sencillo permiten un tratamiento efectivo tanto en cirugía abierta como mínimamente invasiva <sup>(15)</sup>. Por su naturaleza completamente extracardiaca, este procedimiento no requiere anticoagulación por su aplicación per se <sup>(16)</sup>. La principal limitación para su uso en sociedades como la nuestra es el elevado costo (1800 USD por unidad evidenciado en el estudio LAAOS III <sup>(17)</sup>) y la regulación que se tiene para el ingreso de tecnologías nuevas.

#### Criterios de un adecuado cierre quirúrgico

Los estudios LAAOS <sup>(9,10,18)</sup> establecieron criterios ecocardiográficos muy estrictos para considerar un cierre adecuado de la orejuela izquierda los cuales han sido adoptados ampliamente en diversos estudios y en la práctica clínica, estos son:

- Muñón residual menor a 10 mm (para técnicas de excéresis): si bien es un criterio altamente utilizado, su adopción es arbitraria. El estudio LAAOS <sup>(9)</sup> tomó esta referencia por tratarse de más de la mitad de la longitud de la OI más pequeña observada antes de la oclusión.

- Ningún flujo residual hacia la orejuela izquierda (para técnicas de exclusión): este criterio ha demostrado una gran importancia por el riesgo de embolias posprocedimiento. Aryana <sup>(12)</sup> *et al.* realizaron un estudio para determinar el riesgo de *stroke* isquémico y embolización sistémica en una cohorte contemporánea de pacientes que recibieron ligadura quirúrgica de la OI concomitante a cirugía cardíaca. La técnica de cierre consistió en una sobrecostura en dos planos corridos y tuvo una tasa de oclusión completa de 64%. Este estudio encontró que la ligadura incompleta de la OI (definida por la presencia de un cuello estrecho que conecta el atrio izquierdo con la OI intacta evidenciada por tomografía) fue un predictor independiente de *stroke*/embolia sistémica, tanto en el análisis univariado (OR 16,6, 95% IC 1,7-161,4,  $p=0,015$ ) como multivariado (OR 20, 95% IC 1,92-212,68,  $p=0,012$ ). Cabe señalar que el riesgo anual del mismo desenlace por cada 100 pacientes-año fue mayor a menor diámetro del cuello residual (19% para diámetro del cuello < 5 mm).

## Análisis de la evidencia

### Estudios randomizados

Estos estudios han generado la mejor evidencia que apoya el cierre de OI en cirugía cardíaca, sus características y hallazgos se describen a continuación:

LAAOS<sup>(9)</sup> (2005): se trató de un estudio randomizado piloto en un solo centro cuyo objetivo fue valorar la seguridad y eficacia del cierre de la OI durante la cirugía coronaria en pacientes adultos fibriladores que, además, tenían al menos un factor de riesgo para *stroke*. Después de 8 semanas posoperatorias se realizó un control ecocardiográfico transesofágico y se valoró la tasa de oclusión (criterios de fallo utilizados son los antes descritos). La técnica de cierre en los 16 primeros casos fue por cerclaje o sutura corrida en un plano, pero fue reemplazada por el uso de autosuturas debido a una baja tasa de oclusión. De los 52 pacientes sometidos al grupo de intervención se logró una oclusión eficaz en el 66% de casos, además se no se evidenció diferencia significativa en los *end point* de seguridad (tiempo de CEC, sangrado posoperatorio, eventos tromboembólicos, entre otros).

LAAOS II <sup>(18)</sup> (2013): este fue un estudio multicéntrico que consistió en dos investigaciones piloto:

(a) *Cross-sectional study*: estudio transversal para determinar la prevalencia de FA en pacientes adultos que son sometidos a cirugía cardíaca en cuatro centros participantes. Se reclutó un total de 1889 pacientes (muestra objetivo lograda en 7 meses) y se evidenció que 204 tuvieron FA (10,8%). Estos pacientes fueron evaluados para ser enrolados en el segundo estudio.

(b) *Pilot trial*: estudio creado para evaluar la factibilidad del reclutamiento de pacientes para un estudio randomizado mayor (de oclusión de OI vs. no oclusión). Se incluyó un total de 51 pacientes donde 26 fueron al grupo de oclusión. La capacidad de reclutamiento fue de 3,2 pacientes por mes (objetivo: dos pacientes/mes). Se realizó una adecuada oclusión de la OI en todos los pacientes añadiendo solo 10 min adicionales a la cirugía, sin evidencia de sangrado en la zona del cierre.

LAAOS III <sup>(2)</sup> (2021): estudio randomizado, doble ciego, multicéntrico en pacientes adultos que fueron sometidos a cirugía cardíaca con circulación extracorpórea y que tuvieron al menos dos puntos en el CHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>VASc score. Se comparó si la oclusión de la OI (mediante amputación y cierre, autosutura, cierre lineal en dos planos o clip epicárdico) versus no oclusión, además de la continuación de los cuidados usuales en ambos grupos (incluye anticoagulación) podría prevenir el desarrollo del compuesto *stroke* isquémico/embolia sistémica. Un total de 4811 pacientes fueron reclutados a lo largo de casi 9 años cuando el estudio fue interrumpido por motivos de seguridad. El análisis por intención a tratar evidenció que el *stroke* isquémico/embolia sistémica ocurrió en un 4,8% en el grupo de oclusión vs. un 7,0% en el grupo control (HR, 0,67; 95% IC, 0,53-0,85;  $p=0,001$ ), obteniéndose como resultado neto una reducción del 33% del desenlace primario. Este beneficio adquiere significancia estadística desde los 30 días posintervención en la curva de tiempo-evento. Los autores, además, calcularon un número necesario a tratar para la reducción de *stroke* en el periodo de 5 años de 37 pacientes (95% IC 22-111).

Algo muy importante en este estudio fue la rigurosidad en cuanto al cierre de la OI, ya que no se permitieron cierres inadecuados en el grupo de intervención. Connolly <sup>(19)</sup> *et al.* realizaron un análisis posterior para determinar si el beneficio del cierre de la OI en la reducción del *stroke* en el estudio LAAOS III podría presentar variación respecto a la terapia de anticoagulación. Este análisis determinó que en los tres grupos estratificados (uso de antagonistas de la vitamina K, anticoagulante oral directo, no anticoagulación) la reducción del riesgo de *stroke* fue independiente. Eqbal <sup>(17)</sup> *et al.* en el 2023, realizaron un estudio para evaluar las implicancias económicas del cierre de la OI en el estudio LAAOS III. Los autores evidenciaron una disminución en los costos a favor del grupo de oclusión (3878 USD vs. 4490 USD, diferencia media -612 USD, IC 95%, -1276 USD a \$45 USD), el cual era más evidente más allá de los 30 días posoperatorios, sobre todo por la reducción de los costos relacionados al cuidado de los pacientes con *stroke*. Este mismo efecto fue evidenciado cuando se realizó el análisis por subgrupos.

Estudio LAACS <sup>(20)</sup> (2022): se trató de un estudio randomizado, abierto, ciego respecto a la evaluación, donde se valoró el efecto del cierre rutinario de la OI concomitante a la primera cirugía cardíaca en pacientes con y sin fibrilación auricular. Se excluyeron casos con cierre de OI planeada, ablación o cirugía *off pump*. La técnica de cierre recomendada fue de sutura en dos planos y fue primariamente realizada en el 95% de casos. Después del cierre de la OI los pacientes no tuvieron ninguna restricción con respecto al tratamiento general contemporáneo. El desenlace primario fue el compuesto de eventos de *stroke* clínico. Se analizó los datos de 186 pacientes (82% varones), donde el 13,4% presentaba FA y el 25,9% recibía anticoagulación oral. En el seguimiento medio de 6,2 años, el análisis por intención a tratar evidenció que el 21% de los pacientes experimentaron el desenlace primario en el grupo control vs. el 11% en el grupo de intervención. La curva de incidencia acumulada fue significativamente menor en el grupo intervención comparado con el control ( $p=0,033$ ). Los autores concluyeron que podría haber un potencial beneficio del cierre

de la OI independiente de la presencia de la FA preoperatoria para disminuir los eventos cerebrovasculares a lo largo del tiempo. El estudio LAACS-2<sup>(21)</sup>, protocolo multicéntrico donde participan hospitales de tres países, permitirá aportar evidencia más robusta para contrastar esta hipótesis.

### Estudios observacionales importantes

Friedman<sup>(22)</sup> *et al.* (2018) realizaron un estudio de cohorte retrospectivo de 10 524 pacientes los cuales fueron sometidos a cirugía cardíaca y presentaban FA. El desenlace primario fue la readmisión por tromboembolismo en un seguimiento de tres años. Como desenlaces secundarios se evaluó la incidencia de *stroke* hemorrágico, la mortalidad por todas las causas y un compuesto de la combinación del desenlace primario y los secundarios. Por consecuencia, se obtuvo que solo el 37% (n=3892) de pacientes recibieron oclusión de la OI. En este estudio se obtuvo como resultados que el cierre quirúrgico de la OI se asoció con menores tasas no ajustadas de tromboembolismo (4,2% vs. 6,2%; sHR 0,66; 95% IC 0,560,79; p<0,001); mortalidad por todas las causas (17,3 vs. 23,9; HR 0,70; 95% IC 0,64-0,77; p<0,001) y del desenlace compuesto (20,5% vs. 28,7%; HR 0,69; 95% IC 0,63-0,75; p<0,001), mas no hubo diferencias significativas en cuanto a la incidencia de *stroke* hemorrágico (0,9% vs. 0,9%). Esta asociación se mantuvo en el análisis ajustado.

Petersen<sup>(11)</sup> *et al.* (2024) realizaron un estudio retrospectivo a 149 pacientes con fibrilación auricular que fueron sometidos a cirugía cardíaca, en el que mediante ecocardiografía transesofágica analizaron la eficacia del cierre de cuatro técnicas quirúrgicas: clip atrial, sutura y ligadura externa de la OI, resección con autosutura, amputación y sutura (resección). Este estudio evidenció adecuadas tasas de cierre con el uso de clip y con la resección quirúrgica (98,4% y 93,1%, respectivamente). Los pacientes que presentaron mayor tasa de fallo fueron aquellos sometidos de revascularización quirúrgica miocárdica.

### Revisiones sistemáticas

El metaanálisis con mayor número de pacientes fue el realizado por Mohamed<sup>(23)</sup> *et al.* (2021) en el que se incluyó data de cinco estudios randomizados. Se analizaron 2580 pacientes con FA que fueron a cierre quirúrgico de la OI durante la cirugía cardíaca vs. 2548 como grupo control. El desenlace primario fue la presencia de eventos tromboembólicos a largo plazo (*stroke*, TIA o embolia sistémica). La media de seguimiento fue de 3,7 años, el promedio de edad en 71 años y el CHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>VASc score promedio fue de 4,1+1,5. Se evidenció que los pacientes del grupo de cierre tuvieron significativamente menores tasas del desenlace primario comparado con el control

(RR 0,67; 95% IC 0,53-0,84; p<0,01). Otros desenlaces secundarios evaluados como mortalidad por todas las causas, sangrado mayor/transfusión o infarto de miocardio no fueron significativos.

### Guías de práctica clínica

En los últimos años, y gracias al nivel de evidencia proporcionado por el estudio LAAOS III, se incrementó el grado de recomendación en las guías de FA de diversas sociedades médicas.

- Guía ACC/AHA 2023 (24): el grado de recomendación del cierre de la OI en pacientes con FA (con CHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc score > 2 o riesgo de *stroke* equivalente) concomitante a la cirugía cardíaca, en adición a la continuidad de la anticoagulación, para reducir el riesgo de *stroke* y embolia sistémica, pasó de ser IIb (nivel B-NR) a I (nivel A). Del mismo modo, adquiere un grado de recomendación I (nivel A) el uso de una técnica quirúrgica que asegure los criterios de cierre descritos anteriormente. En esta guía se indica también que la discontinuación de la terapia anticoagulante posterior al cierre quirúrgico de la OI es incierta (grado IIb, nivel A).

- Guía STS Fibrilación auricular 2023 (25): en esta guía se hace mención que para aquellos pacientes sometidos a una primera cirugía cardíaca, no de emergencia, con o sin ablación quirúrgica concomitante, se recomienda el cierre de la OI concomitante para reducción de la morbilidad derivada de las complicaciones tromboembólicas con un grado de recomendación I (nivel A).

- Guía ESC/EACTS 2024 (26): del mismo modo que la guía americana, en esta se aumenta el grado de recomendación de la obliteración de la OI concomitante a cirugía cardíaca respecto a su edición previa, pasando de IIb (nivel C) a I (nivel B).

## Conclusión

Actualmente es robusta la evidencia que recomiendan el cierre de la OI concomitante a la cirugía cardíaca en pacientes con FA, siendo este un procedimiento seguro y efectivo cuando se logra una adecuada experticia quirúrgica; para ello, el cirujano cardíaco debe conocer los principios anatómicos, fisiológicos y técnicos que guían un adecuado procedimiento. Los criterios para un adecuado cierre han permitido estandarizar los procedimientos de calidad por lo cual es necesario extender su uso a la mayor cantidad de pacientes, ya que el impacto que se logra disminuyendo la morbilidad secundaria al *stroke* es altamente significativo.

## Referencias bibliográficas

1. Johnson WD, Ganjoo AK, Stone CD, Srivivas RC, Howard M. The left atrial appendage: our most lethal human attachment! Surgical implications. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2000;17(6):718-722. doi: 10.1016/s1010-7940(00)00419-x.
2. Whitlock RP, Belley-Cote EP, Paparella D, Healey JS, Brady K, Sharma M, *et al.* Left Atrial Appendage Occlusion during Cardiac Surgery to Prevent Stroke. *N Engl J Med.* 2021;384(22):2081-2091. doi: 10.1056/NEJMoa2101897.
3. Naksuk N, Padmanabhan D, Yogeswaran V, Asirvatham SJ. Left Atrial Appendage. *JACC Clin Electrophysiol.* 2016;2(4):403-412. doi: 10.1016/j.jacep.2016.06.006.
4. Owais K, Mahmood F, Montealegre-Gallegos M, Khabbaz KR, Matyal R. Left Atrial Appendage, Intraoperative Echocardiography, and the Anesthesiologist. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2015;29(6):1651-1662. doi: 10.1053/j.jvca.2015.04.025.

5. Caliskan E, Cox JL, Holmes DR Jr, Meier B, Lakkireddy DR, Falk V, *et al.* Interventional and surgical occlusion of the left atrial appendage. *Nat Rev Cardiol.* 2017;14(12):727-743. doi: 10.1038/nrcardio.2017.107.
6. Beigel R, Wunderlich NC, Ho SY, Arsanjani R, Siegel RJ. The left atrial appendage: anatomy, function, and noninvasive evaluation. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2014;7(12):1251-1265. doi: 10.1016/j.jcmg.2014.08.009.
7. Wang Y, Di Biase L, Horton RP, Nguyen T, Morhanty P, Natale A. Left atrial appendage studied by computed tomography to help planning for appendage closure device placement. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 2010;21(9):973-982. doi: 10.1111/j.1540-8167.2010.01814.x.
8. Badhwar V, Rankin JS, Lee R, McCarthy PM, Wei LM. Contemporary left atrial appendage management during adult cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2023;165(4):1398-1404. doi: 10.1016/j.jtcvs.2022.02.029.
9. Healey JS, Crystal E, Lamy A, Teoh K, Semelhago L, Hohnloser SH, *et al.* Left Atrial Appendage Occlusion Study (LAAOS): results of a randomized controlled pilot study of left atrial appendage occlusion during coronary bypass surgery in patients at risk for stroke. *Am Heart J.* 2005;150(2):288-293. doi: 10.1016/j.ahj.2004.09.054.
10. Whitlock R, Healey J, Vincent J, Brady K, Teoh K, Royse A, *et al.* Rationale and design of the Left Atrial Appendage Occlusion Study (LAAOS) III. *Ann Cardiothorac Surg.* 2014;3(1):45-54. doi: 10.3978/j.issn.2225-319X.2013.12.06.
11. Petersen J, Böning H, Yildirim S, Alassar Y, Yildirim Y, Bazhanov I, *et al.* Efficacy of four different left atrial appendage closure techniques during cardiac surgery-A transesophageal echocardiography follow-up study. *JTCVSTech.* 2024;26:43-49. doi: 10.1016/j.jxjtc.2024.05.007.
12. Aryana A, Singh SK, Singh SM, O'Neill PG, Bowers MR, Allen SL, *et al.* Association between incomplete surgical ligation of left atrial appendage and stroke and systemic embolization. *Heart Rhythm.* 2015;12(7):1431-1437. doi: 10.1016/j.hrthm.2015.03.028.
13. Toale C, Fitzmaurice GJ, Eaton D, Lyne J, Redmond KC. Outcomes of left atrial appendage occlusion using the AtriClip device: a systematic review. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2019;29(5):655-662. doi: 10.1093/icvts/ivz156.
14. Torregrossa G, Baudo M, Yakobitis A, Murray C, Kappetein AP. Surgical implant of Medtronic Penditure left atrial appendage exclusion clip during off-pump bilateral internal thoracic artery coronary artery bypass grafting. *Ann Cardiothorac Surg.* 2024;13(2):18283-18183. doi: 10.21037/acs-2024-afm-23.
15. Rhee Y, Park SJ, Lee JW. Epicardial left atrial appendage clip occlusion in patients with atrial fibrillation during minimally invasive cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2023;166(2):468-474. doi: 10.1016/j.jtcvs.2021.10.032.
16. Rosati F, de Maat GE, Valente MAE, Mariani MA, Benussi S. Surgical clip closure of the left atrial appendage. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 2021;32(10):2865-2872. doi: 10.1111/jce.15181.
17. Eqbal A, Tong W, Lamy A, Belley-Cote E, Paparella D, Bogachev-Prokophiev A, *et al.* Cost Implications of Left Atrial Appendage Occlusion During Cardiac Surgery: A Cost Analysis of the LAAOS III Trial. *J Am Heart Assoc.* 2023;12(10):e028716. doi: 10.1161/JAHA.122.028716.
18. Whitlock RP, Vincent J, Blackall MH, Hirsh J, Froles S, Novick R, *et al.* Left Atrial Appendage Occlusion Study II (LAAOS II). *Can J Cardiol.* 2013;29(11):1443-1447. doi: 10.1016/j.cjca.2013.06.015.
19. Connolly SJ, Healey JS, Belley-Cote EP, Balasubramanian K, Paparella D, Brady K, *et al.* Oral Anticoagulation Use and Left Atrial Appendage Occlusion in LAAOS III. *Circulation.* 2023;148(17):1298-1304. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.122.060315.
20. Madsen CV, Park-Hansen J, Holme SJV, Irmukhamedov A, Carranza CL, Greve AM, *et al.* Randomized Trial of Surgical Left Atrial Appendage Closure: Protection Against Cerebrovascular Events. *Semin Thorac Cardiovasc Surg.* 2023;35(4):664-672. doi: 10.1053/j.semtcvs.2022.06.012.
21. Madsen CL, Park-Hansen J, Irmukhamedov A, Carranza CL, Rafiq S, Rodriguez-Lecoq R, *et al.* The left atrial appendage closure by surgery-2 (LAACS-2) trial protocol rationale and design of a randomized multicenter trial investigating if left atrial appendage closure prevents stroke in patients undergoing open-heart surgery irrespective of preoperative atrial fibrillation status and stroke risk. *Am Heart J.* 2023;264:133-142. doi: 10.1016/j.ahj.2023.06.003.
22. Friedman DJ, Piccini JP, Wang T, Zheng J, Malaisrie SC, Holmes DR, *et al.* Association Between Left Atrial Appendage Occlusion and Readmission for Thromboembolism Among Patients With Atrial Fibrillation Undergoing Concomitant Cardiac Surgery. *JAMA.* 2018;319(4):365-374. doi: 10.1001/jama.2017.20125.
23. Mohamed MMG, Faisaluddin M, Kheiri B, Osman M. Meta-analysis of Surgical Left Atrial Appendage Occlusion During Cardiac Surgery. *Am J Cardiol.* 2021;155:150-151. doi: 10.1016/j.amjcard.2021.06.004.
24. Joglar JA, Chung MK, Armbruster AL, Benjamin EJ, Chyou JY, Cronin EM, *et al.* 2023 ACC/AHA/ACCP/HRS Guideline for the Diagnosis and Management of Atrial Fibrillation: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Circulation.* 2024;149(1):e1-e156. doi: 10.1161/CIR.0000000000001193.
25. Wyler von Ballmoos MC, Hui DS, Mehaffey JH, Malaisrie SC, Vardas PN, Gillinov AM, *et al.* The Society of Thoracic Surgeons 2023 Clinical Practice Guidelines for the Surgical Treatment of Atrial Fibrillation. *Ann Thorac Surg.* 2024;118(2):291-310. doi: 10.1016/j.athoracsur.2024.01.007.
26. Van Gelder IC, Rienstra M, Bunting KV, Casado-Arroyo R, Caso V, Crijns HJGM, *et al.* 2024 ESC Guidelines for the management of atrial fibrillation developed in collaboration with the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). *Eur Heart J.* 2024;45(36):3314-3414. doi: 10.1093/eurheartj/ehae176.