

Original

Cirugía mínimamente invasiva en cardiopatías congénitas

Juan-Miguel Gil-Jaurena^{a,b,*}, Ana Pita^{a,b}, Carlos Pardo^{a,b}, Sara Solís^{a,b}, Laura Díaz^{a,b}
y Ramón Pérez-Caballero^{a,b}

^a Cirugía Cardíaca Infantil, Hospital Gregorio Marañón. Madrid, España

^b Instituto de Investigación Sanitaria, Hospital Gregorio Marañón. Madrid, España

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 17 de diciembre de 2024

Aceptado el 20 de mayo de 2025

On-line el xxx

Palabras clave:

Minimamente invasiva

Cardiopatía congénita

Esternotomía

Axilar

Submamaria

Keywords:

Minimally-invasive

Congenital cardiac condition

Sternotomy

Axillary

Sub-mammary

R E S U M E N

Introducción: En cirugía cardíaca de adultos, existe un auge de los procedimientos mínimamente invasivos para la cirugía valvular y coronaria. Presentamos nuestra serie de accesos mini en cardiopatías congénitas.

Métodos: Desde enero de 2013 hasta diciembre de 2024 hemos realizado 506 cirugías mínimamente invasivas con circulación extracorpórea (CEC). Los procedimientos más habituales son comunicación interauricular (CIA) e interventricular (CIV). Por abordajes, destacan la miniesternotomía inferior y superior, la toracotomía axilar y submamaria derechas y la toracoscopia. Como orientación, ofrecemos miniesternotomía inferior por debajo de los 10-15 kg, acceso axilar entre 15 y 30 kg y submamario en adolescentes.

Resultados: Por enfermedades: 205 fueron CIA *ostium secundum*, 143 CIV, 37 CIA del seno venoso, 37 canal parcial, 20 canal completo, 51 valvulopatías y 13 se clasificaron como miscelánea. Ordenado por abordajes: 236 fueron miniesternotomía inferior, 137 axilar, 49 submamaria, 44 miniesternotomía superior y 40 toracoscopias. Como complicaciones, un caso se reconvirtió, 2 niños fueron reintervenidos, otro presentó un bloqueo y 2 pacientes desarrollaron síndrome compartimental. El 98% de las CIA y un 67% de las CIV fueron intervenidas por incisiones diferentes a la esternotomía media completa.

Conclusiones: Ofrecemos un abordaje alternativo a la esternotomía completa, elegido según cardiopatía y tamaño del paciente. Gradualmente, introducimos diferentes accesos e incorporamos nuevas enfermedades. El resultado estético es excelente.

© 2025 Sociedad Española de Cirugía Cardiovascular y Endovascular. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Minimally invasive congenital cardiac surgery

A B S T R A C T

Background: Following the trend in minimally-invasive surgical procedures in the adult setting, our results in the congenital ground are presented.

Methods: 506 surgical procedures were performed between January 2013 and December 2024 under extracorporeal circulation (ECC). Commonest conditions were auricular and ventricular septal defects (ASD, VSD). Regarding approaches, lower ministernotomy, right axillary and sub-mammary incisions, upper ministernotomy and video-assisted minithoracotomy were included. As a rule of thumb, children under 10-15 kg were offered a ministernotomy, kids between 15-30 kg an axillary approach and teenagers a sub-mammary incision.

Results: Clustered by conditions: 205 were *ostium secundum* ASD, 143 VSD, 37 *sinus venosus* ASD, 37 partial septal defects, 20 complete septal defects, 51 valve procedures and 13 others. Indexed by approaches: 236 were lower ministernotomy, 137 axillary incisions, 49 sub-mammary ones, 44 upper ministernotomy and 40 video-assisted thoracotomies. One patient incision was enlarged, 2 ones were re-operated, one developed AV block and in 2 cases a compartment syndrome was detected. Overall, 98% of ASD and 67% of VSD repairs were conducted by an alternative approach.

Conclusion: According to age and weight, patients are offered a customized different approach other than sternotomy. New incisions and pathologies are taken up cautiously. Aesthetic results are outstanding.

© 2025 Sociedad Española de Cirugía Cardiovascular y Endovascular. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

Debido al auge de los procedimientos en cardiología intervencionista y la difusión de técnicas como laparoscopia o toracoscopia en otras especialidades quirúrgicas, numerosos grupos

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: giljaurena@gmail.com (J.-M. Gil-Jaurena).

<https://doi.org/10.1016/j.circv.2025.05.004>

1134-0096/© 2025 Sociedad Española de Cirugía Cardiovascular y Endovascular. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Cómo citar este artículo: J.-M. Gil-Jaurena, A. Pita, C. Pardo et al., Cirugía mínimamente invasiva en cardiopatías congénitas, Cir Cardiov., <https://doi.org/10.1016/j.circv.2025.05.004>

Tabla 1
Distribución de abordajes, edades y pesos (media y rango)

Abordaje	Número	Edad en años	Peso en kg
Miniesternotomía inferior	236	1,2 (7 días-8 años)	7,8 (3-37)
Axilar	137	5,7 (1-12)	18,8 (8-43)
Submamaria	49	9,7 (3-17)	30,2 (12-54)
Miniesternotomía superior	44	11,5 (9-16)	42,6 (33-52)
Toracoscopia	40	15,4 (6-17)	53 (23-81)

adoptaron abordajes alternativos a la esternotomía media¹⁻⁷. Entre las ventajas principales se citan una disminución del traumatismo quirúrgico y la recuperación precoz. El entusiasmo inicial, alentado por los avances técnicos de los últimos 30 años, contrastaba con las reticencias de los más conservadores. Las dudas respecto a la complejidad y duración de la técnica, así como los resultados, no ayudaron a popularizar la cirugía mínimamente invasiva en las cardiopatías congénitas.

Los accesos quirúrgicos más habituales como alternativa a la esternotomía media completa son: miniesternotomía inferior⁸⁻¹¹, toracotomía anterolateral derecha (vía submamaria^{1,12-16}), toracotomía posterolateral derecha^{17,18} y toracotomía axilar derecha¹⁹⁻²³. Las ventajas estéticas, aunque secundarias, son evidentes y se apuntan otras tales como: ahorro de hemoderivados, menor tasa de infecciones y recuperación precoz. Por el contrario, los inconvenientes más habituales son la complejidad técnica y la curva de aprendizaje, la mayor duración de circulación extracorpórea y el pinzamiento aórtico, y la dificultad en las maniobras de protección miocárdica y de desaireación.

En el presente trabajo, los autores relatan su experiencia a lo largo de 12 años y más de 500 casos. Se describen los criterios de selección y exclusión, así como las maniobras para solventar los inconvenientes antes citados. Detallamos los diversos abordajes utilizados, además de las pautas en la ampliación de indicaciones hacia casos más complejos y edades menores. Todo ello sin perder de vista la premisa básica de la seguridad del paciente.

Métodos

Recopilamos los datos de 506 pacientes, menores de 18 años, intervenidos con circulación extracorpórea (CEC) entre enero de 2013 y diciembre de 2024 (12 años) por acceso alternativo a la esternotomía media completa. Los abordajes mínimamente invasivos más habituales y en función del tamaño fueron: el submamario derecho (>30 kg), el axilar derecho (15-30 kg) y la miniesternotomía inferior

(<10-15 kg). Se incluyeron, además, otros como la miniesternotomía superior y minitoracotomía con apoyo de toracoscopia más canulación periférica (este último, como evolución de la incisión submamaria). La [tabla 1](#) muestra la edad y el peso de los diferentes grupos (medias y rango).

Predominan los casos simples, abordables a través de la aurícula derecha, tales como las comunicaciones interauriculares (CIA) e interventriculares (CIV). A medida que se supera la curva de aprendizaje de cada cirujano, se añaden nuevas enfermedades y accesos en la casuística.

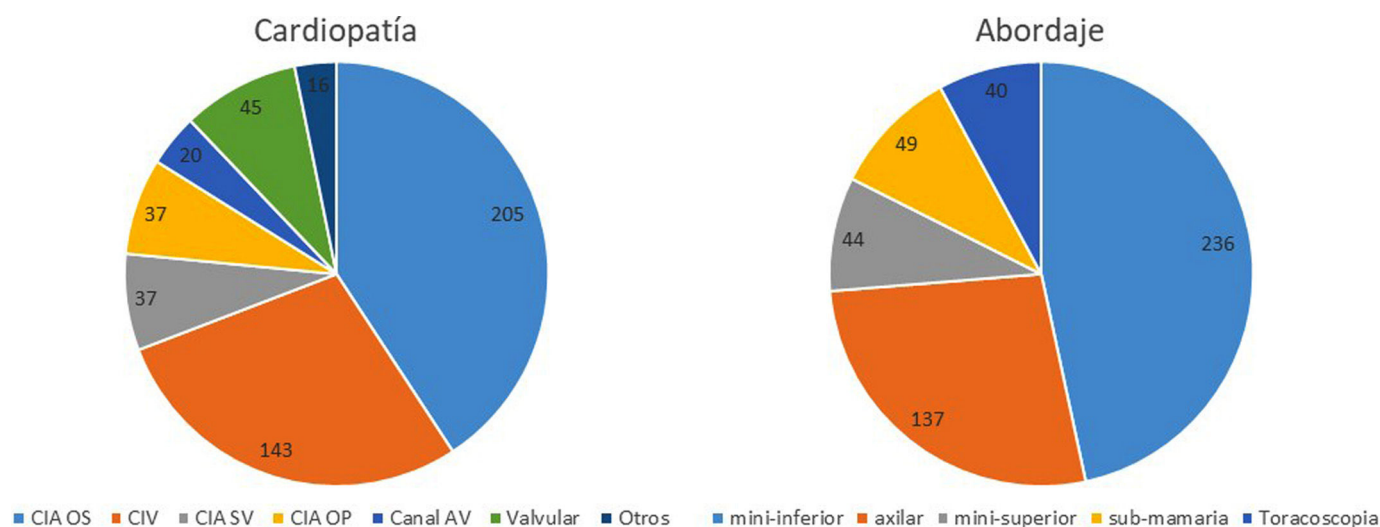
La elección del acceso según peso es arbitraria: los rangos establecidos se han citado en el párrafo previo. Damos preferencia a la canulación central (aorta y cavas) con objeto de reproducir la cirugía íntegramente a través de un acceso alternativo. Para ello, la elasticidad de los tejidos en niños, junto a la escasa distancia de la pared torácica a las estructuras, nos facilitan las maniobras de canulación. Tras introducir la canulación periférica y la visión con toracoscopia (mayores de 30 kg), añadimos la opción de canulaciones mixtas (central más periférica).

Resultados

La distribución por enfermedades y abordajes queda resumida en la [figura 1](#). Predominan la CIA *ostium secundum* (OS) (205 casos) y CIV (143 pacientes), con 37 CIA del tipo seno venoso (más drenaje venoso parcial anómalo a vena cava superior), 37 canales parciales (tipo *ostium primum*) y 20 canales totales, además de 51 valvulopatías y 13 casos de miscelánea. Por abordajes, 236 fueron miniesternotomías inferiores, 137 axilares (94 horizontales y 43 verticales), 49 submamarios, 44 miniesternotomías superiores y 40 minitoracotomías toracoscópicas.

En la [figura 2](#) se describen los abordajes más utilizados (miniesternotomía inferior y axilar derecha). En ella se aprecia cómo, a su vez, predominan la CIV en el primero y la CIA-OS en el segundo. Se muestra en la [figura 3](#) la distribución de cardiopatías en los accesos submamario, miniesternotomía superior y la videoasistencia, respectivamente. En conjunto, el 98% de las CIA-OS (201/205) y el 67% de las CIV (143/215) se han operado por un acceso mínimamente invasivo. La [figura 4](#) muestra la distribución de accesos por años.

La [figura 5](#) detalla imágenes de 4 pacientes, con miniesternotomía inferior, minitoracotomía e incisiones axilares horizontal y vertical, respectivamente. El paciente más pequeño fue un neonato de 3 kg con una CIV apical, intervenido por miniesternotomía

**Figura 1.** Distribución por cardiopatías y abordajes.

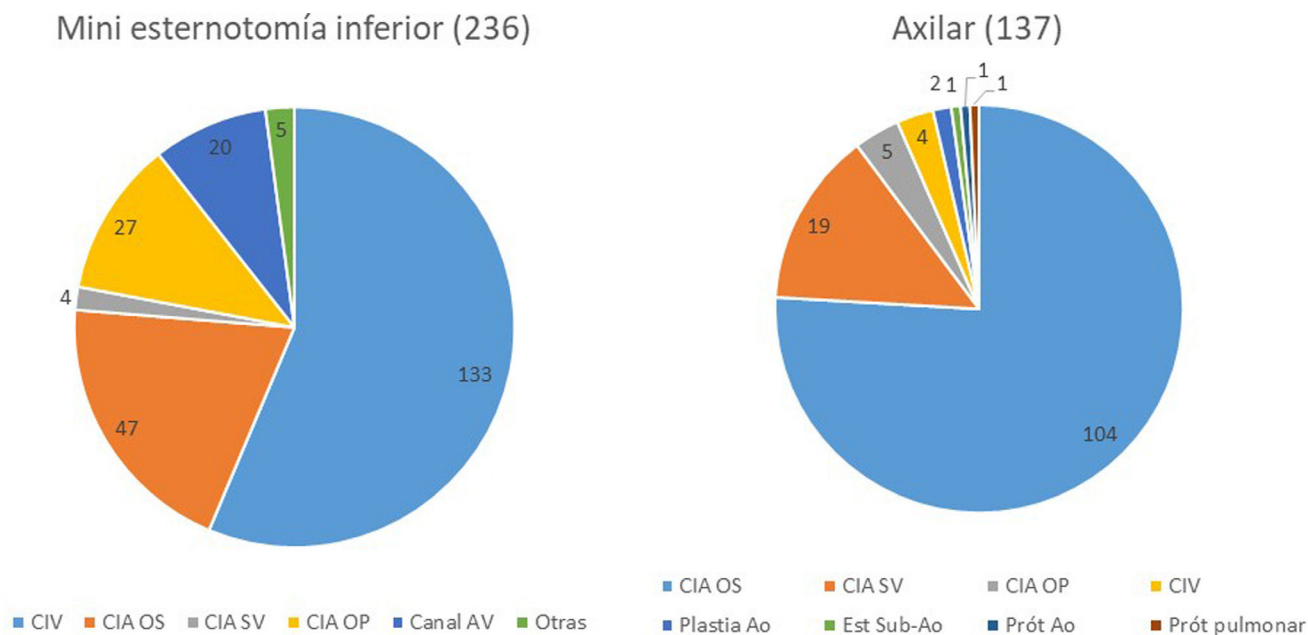


Figura 2. Distribución por cardiopatías en miniesternotomía inferior y acceso axilar.

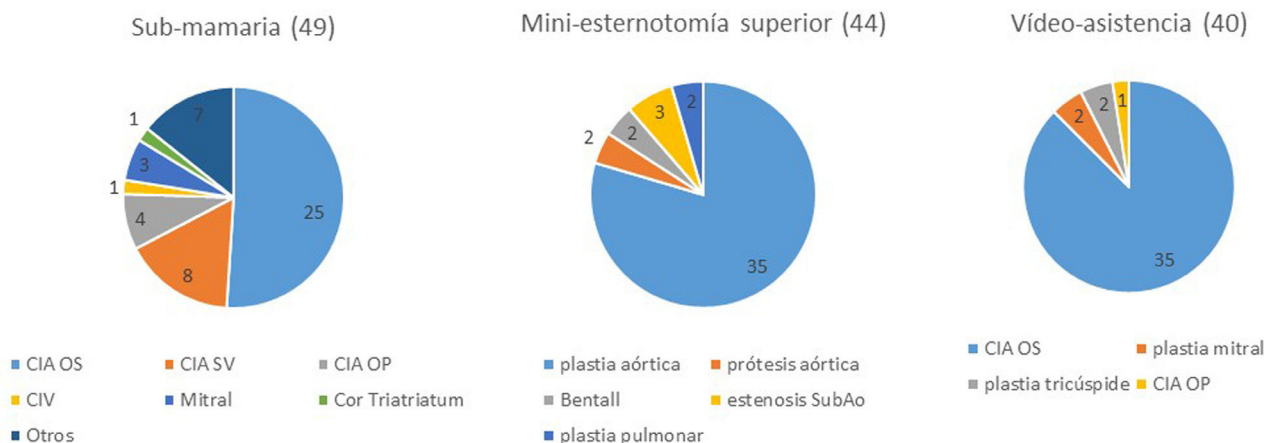


Figura 3. Distribución por cardiopatías en accesos submamario, miniesternotomía superior y videoasistencia.

inferior²⁴. De manera anecdótica, en una adolescente se implantó una prótesis pulmonar por vía axilar izquierda²⁵.

Hemos registrado complicaciones en 6 pacientes. Una ampliación de la incisión axilar horizontal (convirtiéndola en lateral-posterior) por un desgarro en la canulación de la vena cava inferior. Dos reintervenciones (durante el mismo ingreso) por dehiscencia de sutura: en una CIA-OS por vía axilar y en una reparación tricúspide por vía submamaria. Ambas se reoperaron por el mismo acceso (axilar y submamario, respectivamente). En una CIV (miniesternotomía inferior) el niño quedó bloqueado y precisó implantación de marcapasos epicárdico. Dos pacientes presentaron síndrome compartimental tras la canulación periférica.

Discusión

A diferencia de otras especialidades quirúrgicas, la cirugía cardíaca apenas se ha beneficiado de los accesos miniminvasivos. Dos son las razones principales: la dificultad de operar a través de incisiones pequeñas (o remotas) en un órgano que «se mueve» y precisa CECy el auge de los procedimientos percutáneos.

Tratar una cardiopatía simple (CIA-OS, por ejemplo) evitando la CEC y una esternotomía resultan argumentos incontestables. Frente a ello, los cirujanos buscamos soluciones imaginativas sin renunciar a la seguridad del paciente, avalados por una experiencia de 50 años en el caso concreto de la corrección quirúrgica de la CIA. En otras palabras: conocemos la historia natural de la enfermedad (modificada quirúrgicamente) a largo plazo e introducimos variantes «estéticas» sin compromiso del resultado inicial.

La historia de la cirugía miniminvasiva se remonta a los años 90, principalmente con los accesos por miniesternotomía inferior y toracotomía lateral. La mayoría de los grupos reproducían los mismos pasos a través de un abordaje alternativo, respetando las maniobras de canulación (para la CEC) y protección con cardioplejía. Posteriormente, comenzaron a modificarse algunas técnicas con objeto de minimizar las incisiones. Así, la canulación femoral (arteria y vena) ganó adeptos, al igual que la protección miocárdica sin cardioplejía (fibrilación inducida o corazón latiendo). Los resultados iniciales mostraban tiempos más largos: duración total de la intervención, CEC, isquemia coronaria (pinzamiento) como reflejo de la curva de aprendizaje.

Accesos mini-invasivos (506 cirugías con CEC)

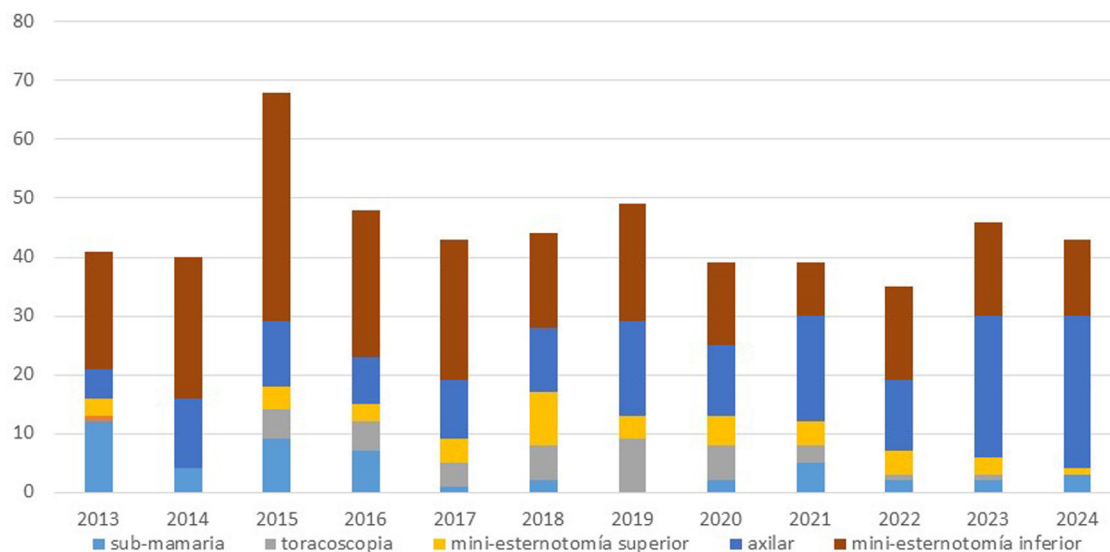


Figura 4. Distribución de abordajes por años.



Figura 5. Imágenes de miniesternotomía inferior (A), minitoracotomía submamaria (B), incisión axilar horizontal (C) y vertical (D).

Son varios los factores y las mejoras técnicas que avivan el interés por la cirugía mininvasiva (al margen de la «competencia» con nuestros colegas hemodinamistas):

1. Ecografía transesofágica intraoperatoria. Nos permite visualizar la función miocárdica, la posición de las cánulas intracardiacas y las maniobras para desaireación de cavidades izquierdas.
2. Mejoras en la perfusión, incluyendo cánulas y sistemas de drenaje venoso activo (permite líneas de menor tamaño para un mismo peso).

3. Canulación percutánea, apoyada por los párrafos previos.
4. Insuflación de CO₂ en campo operatorio, que minimiza el riesgo de embolia aérea en las maniobras de extracción de aire.

Dichas mejoras redundan en la seguridad del paciente al disminuir los riesgos relacionados con la protección miocárdica y la extracción de aire en cavidades izquierdas (maniobras menos sencillas de realizar en accesos alternativos a una esternotomía media completa).

Los equipos con experiencia acumulada, fundamentalmente en toracotomías laterales, muestran una evolución en sus estrategias quirúrgicas. En grupos alemanes, la incisión submamaria deja paso a la axilar ante la sospecha de deformidades mamarias²⁶ tardías. Se ha comprobado después que el acceso subpectoral²⁷ (frente al transpectoral) las previene. Igualmente, sustituyen la protección miocárdica clásica (pinzamiento y cardioplejía) por la fibrilación²⁰ inducida (ayudados por ecografía transesofágica). Vida *et al.* (Padua, Italia) han recorrido la totalidad de los accesos laterales^{5,28}, acompañados de las novedades técnicas. Comenzaron con el abordaje submamario y posterolateral extenso, incluso diferenciado por sexos²⁹, para después incorporar la canulación femoral (y cervical, en ocasiones) monitorizada por *near infra red spectroscopy*³⁰ (NIRS) para así minimizar progresivamente la incisión original. Del mismo modo, varios grupos en Estados Unidos³¹ y Canadá³² apuestan por accesos mininvasivos, con una tendencia creciente al abordaje axilar vertical. Un estudio multicéntrico europeo³³ de más de 3.000 pacientes (presentado en el EACTS 2024, Lisboa, Portugal) está a punto de ver la luz.

Nuestro trabajo recoge la experiencia acumulada a lo largo de 12 años. Los avances han sido cautos: comenzamos por casos «fáciles» y ampliamos las indicaciones tras superar curvas de aprendizaje y analizar las distintas fases quirúrgicas de cada procedimiento³⁴. En 2 publicaciones iniciales^{16,22} comparamos los tiempos de CEC y pinzamiento respecto a la esternotomía convencional: demostramos que estas no se incrementaban y ratificamos, de este modo, la seguridad del procedimiento. Nuestro grupo ha ido introduciendo pequeñas modificaciones para facilitar accesos y canulaciones^{35,36}.

La tasa de reconversión ha sido muy baja (un caso), con 2 reintervenciones por dehiscencia de sutura: CIA axilar y plastia tricúspide submamaria. Otros aspectos, como la ausencia de

episodios neurológicos (que confirma la seguridad de los accesos alternativos y la eficacia de las maniobras de protección y de desaireación) o la satisfacción de pacientes y padres, han sido altamente positivos. Comparando los pacientes del estudio multicéntrico europeo³³ con la base de datos del «ECHSA Congenital Group», no se aprecia una tasa de complicaciones mayor que la de los casos operados por esternotomía media completa. Recordemos que la tasa de complicaciones en cardiopatías congénitas simples es baja en nuestro entorno.

La incorporación de los accesos axilar y la miniesternotomía de manera progresiva a nuestra práctica habitual nos permite ampliar nuestra cartera de servicios. Prácticamente, el 20% de nuestros casos con CEC se efectúan por vía mínimamente invasiva. En este sentido, el incremento de nuestra actividad ha sido notable desde que ofrecemos cierres de CIV por miniesternotomía (con su consiguiente curva de aprendizaje en casos más simples). Observamos un incremento en los casos de miniesternotomía en comparación con el axilar y submamario, dada la ampliación de indicaciones a edades más tempranas y a mayor número de supuestos. El acceso por toracotomía lateralposterior puede resultar muy útil como paso previo a la vía axilar.

Actualmente, nuestra casuística recoge cardiopatías abordables a través de la aurícula derecha (e izquierda, en ocasiones, como enfermedad mitral y *cor triatriatum*) y alberga casos de complejidad creciente, desde CIA-OS hasta canal AV completo. Debido a la indicación cada vez más precoz en la corrección de algunas cardiopatías, la versatilidad en los abordajes nos permite seleccionar el más adecuado en cada caso. Los diferentes accesos presentados no son excluyentes entre sí: pueden ofrecerse distintas alternativas en función del tipo de cardiopatía o peso del paciente. Así, tal como se refleja en la [tabla 1](#), una CIV en un niño menor de 10 kg es cerrada a través de miniesternotomía; una CIA-OS o CIA de tipo seno venoso se hará por vía axilar si pesa 16 kg, pero se optará por un abordaje submamario si se trata de una niña mayor con mamas desarrolladas. Curiosamente, hemos accedido a todas las válvulas por accesos alternativos: mitral y tricúspide por vía submamaria y minitoracotomía, además de aórtico y pulmonar por miniesternotomía superior^{37,38} y axilar²⁵.

El abordaje diferencial en función del sexo²⁹ ya no es una premisa: tanto niños como niñas pueden beneficiarse de accesos mínimamente invasivos hoy en día. Los estándares de calidad de la cirugía mínimamente invasiva deben ser idénticos a los de la convencional. La estética es un *valor añadido* a los buenos resultados que registra la cirugía cardiaca infantil en los años recientes, además de la disminución del traumatismo quirúrgico y la recuperación precoz. Huelga decir que los accesos alternativos a la esternotomía no deben hipotecar la cirugía. La primera crítica surge de nosotros mismos: no podemos justificar un mal resultado por una cuestión estética. Conviene aprender a reconocer las propias limitaciones. Así, tras un aprendizaje³⁹ en toracoscopía y la puesta en marcha de un programa de minitoracotomía con canulación periférica más videoasistencia, registramos como complicación 2 casos de síndrome compartimental⁴⁰. Hemos dado un paso atrás, reservando la canulación arterial femoral para adultos (a pesar de las referencias favorables⁴¹) y ampliando las indicaciones axilar y submamaria a mayor edad y peso (con canulación mixta para los casos de aorta alejada).

Desde el punto de vista didáctico, la curva de aprendizaje es progresiva y segura aplicando normas rigurosas en la selección de casos. Es comprensible el miedo inicial ante un abordaje novedoso, posibles complicaciones en casos *a priori* sencillos, tiempos más prolongados, etc. Nuestra recomendación para las toracotomías laterales es comenzar por el acceso submamario, continuar por el lateralposterior y dejar el axilar en último lugar. Cada cirujano tiene su propia curva de aprendizaje, que siempre será inferior a la de su mentor. Es conveniente que todo el equipo quirúrgico

se familiarice con las técnicas mínimamente invasivas ([fig. 5](#)) y domine los abordajes alternativos a la esternotomía media⁴².

Conclusiones

Tras la experiencia acumulada, ofrecemos un abordaje alternativo a la esternotomía completa, elegido según cardiopatía y tamaño del paciente. Gradualmente, introducimos diferentes accesos e incorporamos nuevas enfermedades. En el caso de cardiopatías «simples», como la CIA-OS, nuestro porcentaje de accesos mínimamente invasivos es del 98%. Con menor agresión quirúrgica, el resultado estético es excelente, con una tasa de complicaciones igual o menor que la de la esternotomía completa.

Consideraciones éticas

Todos los responsables de los pacientes firmaron el correspondiente consentimiento informado, que incluye estudio y publicación de datos.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Agradecimientos

A la paciencia de todos aquellos que colaboraron desde el principio.

Bibliografía

1. Lancaster LL, Mavroudis C, Rees AH, Slater AD, Ganzel BL, Gray LA Jr. Surgical approach to atrial septal defect in the female: Right thoracotomy versus sternotomy. *Am Surg*. 1990;56:218–21.
2. Cremer JT, Boning A, Anssar MB, Kim PY, Pethig K, Harringer W, et al. Different approaches for minimally invasive closure of atrial septal defects. *Ann Thorac Surg*. 1999;67:1648–52.
3. Hagl C, Stock U, Haverich A, Steinhoff G. Evaluation of different minimally invasive techniques in pediatric cardiac surgery: Is a full sternotomy always a necessity? *Chest*. 2001;119:622–7.
4. Del Nido PJ. Minimal incision congenital heart surgery. *Semin Thorac Cardiovasc Surg*. 2007;19:319–24.
5. Vida VL, Padalino MA, Motta R, Stellin G. Minimally invasive surgical options in pediatric heart surgery. *Expert Rev Cardiovasc Ther*. 2011;9:763–9.
6. Gil-Jaurena JM, González-López MT, Pérez-Caballero R, Pita A, Castillo R, Miró L. 15 años de cirugía cardiaca infantil mini-invasiva; evolución y tendencias. *Ann Pediatr*. 2016;84:304–10.
7. Luo H, Wang J, Qiao C, Zhang X, Zhang W, Song L. Evaluation of different minimally invasive techniques in the surgical treatment of atrial septal defect. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2014;148:188–93.
8. Bichell DP, Geva T, Bacha EA, Mayer JE, Jonas RA, del Nido PJ. Minimal access approach for the repair of atrial septal defect: The initial 135 patients. *Ann Thorac Surg*. 2000;70:115–8.
9. Nicholson IA, Bichell DP, Bacha EA, del Nido PJ. Minimal sternotomy approach for congenital heart operations. *Ann Thorac Surg*. 2001;71:469–72.
10. Sun HS, Ma WG, Xu JP, Sun LZ, Lu F, Zhu XD. Minimal access heart surgery via lower ministernotomy: Experience in 460 cases. *Asian Cardiovasc Thorac Ann*. 2006;14:109–13.
11. Bautista-Hernández V. Cirugía de mínima invasión. *Cir Cardio*. 2014;21:107–10.
12. De Mulder W, Vanermen H. Repair of atrial septal defects via limited right anterolateral thoracotomy. *Acta Chir Belg*. 2002;102:450–4.
13. Dabritz S, Sachweh J, Walter M, Messmer BJ. Closure of atrial septal defects via a limited right anterolateral thoracotomy as a minimal invasive approach in female patients. *Eur J Cardiothor Surg*. 1999;15:18–23.
14. Mishaly D, Ghosh P, Preisman S. Minimally invasive congenital cardiac surgery through right anterior minithoracotomy approach. *Ann Thorac Surg*. 2008;85:831–5.
15. Massetti M, Babatasi G, Rossi A, Neri E, Bhoyroo S, Zitouni S. Operation for atrial septal defect through a right anterolateral thoracotomy: Current outcome. *Ann Thorac Surg*. 1996;62:1100–3.
16. Gil-Jaurena JM, Murtra M, Gonçalves A, Miró L, Vilá R, García-Górriz M. Estudio comparativo de la vía de abordaje en el cierre de la comunicación interauricular. *Rev Esp Cardiol*. 2002;55:1213–6.
17. Metras D, Kreitmann B. Correction of cardiac defects through a right thoracotomy in children. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1999;117:1040–2.

18. Vida VL, Padalino MA, Bhattarai A, Stellin G, Yang X, Wang D, et al. Right posterolateral minithoracotomy access for treating congenital heart disease. *Ann Thorac Surg.* 2011;92:2278–80.
19. Yang X, Wang D, Wu Q. Repair of atrial septal defect through a minimal right vertical infraaxillary thoracotomy in a beating heart. *Ann Thorac Surg.* 2001;71:2053–62.
20. Schreiber C, Bleiziffer S, Kostolny M, Hörer J, Eicken A, Holper K, et al. Minimally invasive midaxillary muscle sparing thoracotomy for atrial septal defect closure in prepubescent patients. *Ann Thorac Surg.* 2005;80:673–6.
21. Prêtre R, Kadner A, Dave H, Dodge-Khatami A, Bettex D, Berger F. Right axillary incision: A cosmetically superior approach to repair a wide range of congenital cardiac defects. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2005;130:277–81.
22. Gil-Jaurena JM, Zabala JL, Conejo L, Cuenca V, Picazo B, Jiménez C, et al. Cirugía mínimamente invasiva en niños: corrección de la comunicación interauricular por vía axilar y submamaria. *Rev Esp Cardiol.* 2011;64:208–12.
23. Gil-Jaurena JM, Castillo R, Zabala JL, Conejo L, Cuenca V, Picazo B. Incisión axilar para el cierre quirúrgico de la comunicación interauricular. *An Pediatr.* 2013;79:108–11.
24. Gil-Jaurena J-M, Pardo C, Pita A, Fajardo E, Pérez-Caballero R. Neonatal closure of apical ventricular septal defect. February 2021, <http://dx.doi.org/10.25373/ctsnet.13913369>.
25. Gil-Jaurena JM, Pardo C, Pita A, Perez-Caballero R. Left axillary approach for pulmonary valve replacement. *MMCTS.* 18 Dic 2023, <http://dx.doi.org/10.1510/mmcts.2023.096>.
26. Bleiziffer S, Schreiber C, Burkgart R, Regenfelder F, Kostolny M, Libera P, et al. The influence of right anterolateral thoracotomy in prepubescent female patients on late breast development and on the incidence of scoliosis. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2004;127:1474–80.
27. Dietl CA, Torres AR, Favalaro RG. Right submammary thoracotomy in female patients with atrial septal defects and anomalous pulmonary venous connections: Comparison between the transpectoral and subpectoral approach. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1992;104:723–7.
28. Vida VL, Tessari C, Fabozzo A, Padalino MA, Barzon E, Zucchetta F, et al. The evolution of the right anterolateral thoracotomy technique for correction of atrial septal defects: Cosmetic and functional results in prepubescent patients. *Ann Thorac Surg.* 2013;95:242–8.
29. Vida VL, Padalino MA, Boccuzzo G, Veshti AA, Speggorin S, Falasco G, et al. Minimally invasive operation for congenital heart disease: A sex-differentiated approach. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2009;138:933–6.
30. Vida VL, Padalino MA, Boccuzzo G, Stellin G. Near-infrared spectroscopy for monitoring leg perfusion during minimally invasive surgery for patients with congenital heart defects. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2012;143:756–7.
31. Said SM, Greathouse KC, McCarthy CM, Brown N, Kumar S, Salem MI, et al. Safety and efficacy of right axillary thoracotomy for repair of congenital heart defects in children. *World J Pediatr Congenit Heart Surg.* 2023;14:47–54.
32. Gupta S, McEwen C, Egbal A, Haller C. Minimally invasive surgery for congenital heart disease. *Ann Thorac Surg.* 2024;118:953–63.
33. Dodge-Khatami A, Gil-Jaurena JM, Hörer J, Heinisch PP, Arrigoni SC, Cesnjevar RA, et al. >3.000 mini thoracotomies from ECHSA for quality repairs of common congenital heart defects: Safe, routine, and mature enough for the new training curriculum? The EACTS 38th Annual Meeting. Lisboa (Portugal): World J Pediatr Congenit Heart Surg (in press); 9–12 October 2024.
34. Bonaros N, Schachner T, Oehlinger A, Ruetzler E, Kolbitsch C, Dichtl W, et al. Robotically assisted totally endoscopic atrial septal defect repair: Insights from operative times, learning curves, and clinical outcome. *Ann Thorac Surg.* 2006;82:687–93.
35. Gil-Jaurena JM, Castillo R, González M. Complete muscle sparing technique in axillary closure of atrial septal defects. *Asian J Cardiothorac Surg.* 2013;21:756–8.
36. Gil-Jaurena JM, Pita A, de la Torre M. Flexible way to encircle the inferior vena cava in minimally-invasive surgery. *SM J Pediatr Surg.* 2018;4:1067.
37. Vladimiro LV, Stellin G. Upper mini-sternotomy Chapter 11 (pp 133–40). En: Gil-Jaurena JM, editor. *Fundamentals in congenital minimally invasive cardiac surgery.* Academic Press, Elsevier; 2018.
38. Gil-Jaurena JM, Pérez-Caballero R, Pita A, Pardo C. Upper mini-sternotomy pulmonary valve repair. *Ann Thorac Surg.* 2019;107:e305–6.
39. González-López MT, Pérez-Caballero-Martínez R, Pita-Fernández AM, de Agustín-Asensio JC, Gil-Jaurena JM. Programa de aprendizaje con modelos animales para corrección video-asistida de cardiopatías congénitas en edad pediátrica: primeros pasos en España. *Cir Cardiovasc.* 2017;24:250–2.
40. Gil-Jaurena JM, de Agustín JC, Valda C, Pita A, Pardo C, Pérez-Caballero R. Developing new skills for smaller and hidden incisions. *J Surg Transplant Sci.* 2023;10:1088–91.
41. Kirov H, Caldonazo T, Runkel A, Fischer J, Tasoudis P, Mukharyamov M, et al. Percutaneous versus surgical femoral cannulation in minimally invasive cardiac surgery: A systematic review and meta analysis innovations. *Technol Techn Cardiothor Vasc Surg.* 2024;3:247–53. <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/15569845241241534>.
42. Gil-Jaurena JM, Pérez-Caballero R, Pita A, González-López MT, Sánchez J, de Agustín JC. How to set-up a program of minimally-invasive surgery for congenital heart defects. *Transl Pediatr.* 2016;5:125–33.



BIOMED



unidix

Especialistas en cirugía cardiovascular

desde 1977 al cuidado de tu salud



91 803 28 02



info@biomed.es