



REVISIÓN / REVIEW

Dispositivos en insuficiencia cardíaca: rol del desfibrilador automático implantable y la terapia de resincronización cardíaca

Devices in heart failure: the role of implantable cardioverter-defibrillators and cardiac resynchronization therapy

Pedro Federico Cruz, MD^a✉; Michael Peltzer, MD^a; Juan Gac, MD^a.

^a Departamento de Cardiología, Clínica Las Condes, Santiago, Chile.

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del Artículo:

Recibido: 30/07/2025

Aceptado: 08/10/2025

Keywords:

Systolic Heart Failure;
Implantable Cardioverter-Defibrillators; Cardiac Resynchronization Therapy.

Palabras clave:

Insuficiencia Cardíaca con Fracción de Eyección Reducida; Desfibrilador Automático Implantable; Terapia de Resincronización Cardíaca.

RESUMEN

La insuficiencia cardíaca con fracción de eyección reducida (IC-FER) sigue siendo una causa importante de morbilidad y mortalidad a nivel mundial. A pesar del avance en las terapias farmacológicas, un subgrupo de pacientes permanece sintomático y en alto riesgo de muerte súbita. En este contexto, el desfibrilador automático implantable (DAI) y la terapia de resincronización cardíaca (TRC) representan herramientas fundamentales para mejorar la sobrevida y calidad de vida. Este artículo revisa la evidencia clínica que respalda su uso, las indicaciones actuales según las guías internacionales, y los desafíos en la selección de pacientes. Se discuten además los avances tecnológicos recientes y el futuro de la terapia con dispositivos en la insuficiencia cardíaca.

ABSTRACT

Heart failure with reduced ejection fraction (HFrEF) remains a major cause of morbidity and mortality worldwide. Despite advances in pharmacological therapies, a subgroup of patients continues to be symptomatic and at high risk of sudden death. In this context, the implantable cardioverter-defibrillator (ICD) and cardiac resynchronization therapy (CRT) represent key tools to improve survival and quality of life. This article reviews the clinical evidence supporting their use, the current guideline-based indications, and the challenges in patient selection. Recent technological advances and the future of device-based therapy in heart failure are also discussed.

✉ Autor para correspondencia
Correo electrónico: pecruz@clinicalascondes.cl

<https://doi.org/10.1016/j.rmclc.2025.10.007>
e-ISSN: 2531-0186 / ISSN: 0716-8640 © 2025 Revista Médica Clínica Las Condes.
Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND
(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).



INTRODUCCIÓN

La insuficiencia cardíaca (IC) representa una de las principales causas de hospitalización en adultos mayores, con un impacto sanitario y económico creciente. En particular, la insuficiencia cardíaca con fracción de eyección reducida (IC-FER), definida por una fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI) $\leq 40\%$, se asocia a una alta tasa de morbilidad, mortalidad y deterioro en la calidad de vida. A pesar del uso óptimo de terapias farmacológicas modificadoras de la enfermedad (beta bloqueadores, antialdosterónicos, inhibidores del receptor de angiotensina-neprilisina (ARNI) e inhibidores del cotransportador sodio glucosa 2 (iSGLT2)), un porcentaje significativo de pacientes continúa sintomático y en riesgo de eventos adversos¹.

Dentro de este contexto, los dispositivos implantables, como el desfibrilador automático implantable (DAI) y la terapia de resincronización cardíaca (TRC), se han establecido como herramientas terapéuticas clave, con impacto demostrado en la sobrevida y en la reducción de hospitalizaciones². El objetivo de este artículo es revisar en forma práctica y concisa la evidencia clínica que respalda el uso de estas terapias, las indicaciones actuales según las guías internacionales, y los desafíos en la selección de pacientes. Se discuten además los avances tecnológicos recientes y perspectivas a futuro.

DESFIBRILADOR AUTOMÁTICO IMPLANTABLE (DAI)

Justificación fisiopatológica

La muerte súbita cardíaca (MSC), comúnmente debida a taquiarritmias ventriculares, es una de las principales causas de fallecimiento en pacientes con IC-FER. La disfunción ventricular genera un sustrato arrítmico propicio para la aparición de una taquicardia ventricular sostenida o fibrilación ventricular. El DAI es capaz de detectar y tratar estos eventos mediante estimulación antitaquicardia (ATP) o descargas eléctricas².

Evidencia clínica

Varios ensayos clínicos han demostrado la eficacia del DAI en la prevención primaria y secundaria de la MSC. El estudio MADIT-II evidenció una reducción significativa de la mortalidad total en pacientes postinfarto con FEVI $\leq 30\%$ sin necesidad de documentar arritmias ventriculares previas³. Por su parte, el estudio SCD-HeFT mostró que el DAI reduce la mortalidad en pacientes con IC-FER de cualquier etiología, clase funcional II-III y FEVI $\leq 35\%$, comparado con placebo o amiodarona⁴.

En pacientes con etiología no isquémica, la evidencia es más controvertida. Mientras estudios como el DEFINITE⁵ mostraron beneficios en mortalidad arrítmica, el estudio DANISH no logró

demostrar una reducción significativa en la mortalidad total, aunque sí en la muerte súbita⁶.

Indicaciones actuales

Las guías 2021 de la Sociedad Europea de Cardiología 2021 (*European Society of Cardiology*, ESC) y de la Asociación Europea del Ritmo Cardíaco (*European Heart Rhythm Association*, EHRA) recomiendan el uso del DAI para prevención primaria en pacientes con IC-FER, sintomáticos (NYHA II-III), con FEVI $\leq 35\%$ y al menos tres meses de tratamiento médico óptimo². En prevención secundaria, está indicado en pacientes con arritmias ventriculares sostenidas o paro cardíaco recuperado, en ausencia de causas reversibles⁷.

TERAPIA DE RESINCRONIZACIÓN CARDÍACA (TRC)

Fundamento fisiológico

Un subgrupo de pacientes con IC-FER presenta disincronía eléctrica y mecánica, usualmente reflejada por un QRS ancho con morfología de bloqueo de rama izquierda (BRI). Esta alteración provoca contracción ventricular ineficiente, dilatación progresiva y remodelado desfavorable. La TRC consiste en el implante de un marcapasos biventricular que estimula ambos ventrículos, restaurando la sincronía contráctil⁷.

Evidencia clínica

La TRC ha demostrado mejorar la FEVI, reducir los volúmenes ventriculares, disminuir los síntomas (mejora en clase funcional NYHA) y reducir la mortalidad. Los estudios más relevantes incluyen:

- COMPANION: mostró reducción de mortalidad y hospitalización en pacientes NYHA III-IV con QRS ≥ 120 ms⁸.
- CARE-HF: demostró beneficio en mortalidad total y calidad de vida en pacientes con IC-FER, FEVI $\leq 35\%$ y evidencia de disincronía⁹.
- MADIT-CRT: evidenció reducción de eventos combinados en pacientes con QRS ancho y NYHA I-II¹⁰.
- REVERSE: destacó además mejoría en remodelado y síntomas¹¹.

Selección de pacientes

El beneficio de la TRC es mayor en pacientes con:

- QRS ≥ 150 ms
- Morfología BRI
- Ritmo sinusal
- FEVI $\leq 35\%$
- NYHA II-IV pese a tratamiento médico óptimo¹

Por el contrario, el beneficio es limitado o nulo en pacientes con QRS < 130 ms o sin morfología BRI. La tasa de no respondedores se sitúa en torno al 30%, motivando el desarrollo de estrategias de selección más precisas¹².

Marcapaseo del haz de His (MHH) y de la rama izquierda (MRI)

Representan modalidades de estimulación fisiológica que buscan restaurar la sincronía ventricular en pacientes con insuficiencia cardíaca y disincronía eléctrica, como alternativa a la terapia de resincronización cardíaca convencional con estimulación biventricular (BiVP).

Evidencia clínica

Ambas técnicas han demostrado acortar significativamente la duración del QRS y mejorar parámetros ecocardiográficos y clínicos en comparación con BiVP y marcapaseo convencional del ventrículo derecho. El MHH logra la activación biventricular más fisiológica, con la mayor reducción del QRS, mientras que MRI ofrece una mejora comparable en la sincronía ventricular y en la función sistólica, pero con mayor facilidad de implantación, menores umbrales de estimulación y menos complicaciones relacionadas con el electrodo¹³⁻¹⁵.

Metaanálisis y estudios multicéntricos han mostrado que MRI se asocia con mayor incremento en la fracción de eyección del ventrículo izquierdo, mayor reducción del volumen telediastólico y mejoría en la clase funcional NYHA, en comparación con BiVP y MHH, aunque la diferencia en hospitalizaciones por insuficiencia cardíaca entre MHH/MRI y BiVP no es significativa¹⁶.

Indicaciones actuales

El MHH y MRI pueden considerarse en los siguientes escenarios^{13,17}:

1. Pacientes con indicación de TRC por insuficiencia cardíaca con LVEF ≤35% y bloqueo de rama izquierda, especialmente cuando la estimulación biventricular no es factible o no logra una adecuada corrección de la disincronía.
2. Pacientes con indicación de marcapaseo por bradicardia y alta carga de estimulación ventricular, para prevenir el remodelado adverso y la disincronía inducida por estimulación convencional del ventrículo derecho.
3. Pacientes en los que la implantación de un electrodo en el seno coronario es difícil o imposible, o cuando la respuesta clínica a BiVP es subóptima.
4. MRI se prefiere sobre MHH en la práctica clínica actual por su mayor tasa de éxito, mejores parámetros eléctricos y menor tasa de complicaciones. El MHH puede estar limitado por umbrales elevados y dificultad para corregir bloqueos distales, mientras que MRI suele ser más sencillo de implantar y mantiene umbrales estables a largo plazo, aunque ambas técnicas ofrecen resultados clínicos y ecocardiográficos comparables. Sin embargo, aún no existen grandes ensayos aleatorizados a largo plazo que comparen directamente MHH y MRI, pero los datos observacio-

nales y estudios pequeños sugieren equivalencia en resultados clínicos, con ventajas técnicas para este último^{13,14}.

INTEGRACIÓN DEL DAI Y LA TRC: DISPOSITIVOS COMBINADOS

En muchos pacientes, especialmente aquellos con alto riesgo arrítmico y disincronía, se implanta un dispositivo combinado (TRC-D), que asocia ambas funciones. La decisión entre TRC-D y TRC-P (solo marcapasos) debe individualizarse considerando:

- Edad y comorbilidades
- Etiología de la IC
- Riesgo arrítmico

INDICACIONES SEGÚN GUÍAS INTERNACIONALES

Las guías actuales resumen las indicaciones de DAI y TRC en función de la clase funcional, el QRS y la etiología. Estas recomendaciones, basadas en clase de indicación (I, IIa, IIb) y nivel de evidencia (A, B, C), facilitan la toma de decisiones clínicas y la estratificación de riesgo^{2,17}. Las tablas 1 y 2 resumen gráficamente las recomendaciones principales de implante de TRC y DAI.

AVANCES RECIENTES Y PERSPECTIVAS FUTURAS

La tecnología de dispositivos ha avanzado significativamente. Se dispone de DAI subcutáneos, sistemas sin cables, marcapasos *leadless* y dispositivos con sensores de monitoreo remoto¹⁸. La telemonitorización ha demostrado reducir hospitalizaciones y detectar descompensaciones precoces¹⁹.

La medicina personalizada, el uso de biomarcadores, inteligencia artificial y herramientas de imagen avanzada podrían optimizar la selección de pacientes y reducir la proporción de no respondedores²⁰.

CONCLUSIÓN

El DAI y la TRC son pilares terapéuticos en el manejo de pacientes con IC-FER, con beneficios bien establecidos en la reducción de la mortalidad y mejora de la calidad de vida. La adecuada selección de pacientes basada en criterios clínicos, electrocardiográficos y de imagen es esencial para maximizar el beneficio. Las guías actuales ofrecen un marco sólido para la toma de decisiones, pero se requiere un enfoque individualizado considerando el riesgo arrítmico, la morfología del QRS y la expectativa de vida. El futuro apunta a una integración cada vez mayor entre tecnología, datos clínicos y monitoreo remoto, con el objetivo de ofrecer una terapia más eficaz y centrada en el paciente.

	Clase de Recomendación	Nivel de evidencia
La TRC está recomendada para pacientes sintomáticos con IC, ritmo sinusal, QRS ≥ 150 ms y con morfología de BRI, FEVI $\leq 35\%$ a pesar del TMO	I	A
Para pacientes con IC-FER que tienen una indicación para marcapasos ventricular y BAV de alto grado, se recomienda la TRC en lugar de marcapasos del VD independientemente de la clase funcional de la NYHA o la amplitud del QRS. Esto incluye a los pacientes con FA	I	A
Se debe considerar la TRC para pacientes sintomáticos con IC, en ritmo sinusal con QRS ≥ 150 ms y de morfología sin BRI, con FEVI $\leq 35\%$ a pesar del TMO	IIa	B
Se recomienda la TRC para pacientes sintomáticos con IC, en ritmo sinusal con QRS de 130-149 ms y morfología de BRI, con FEVI $\leq 35\%$ a pesar del TMO	IIa	B
Se debe considerar la TRC para los pacientes con IC-FER que tienen un marcapasos convencional o un DAI y después sufren un empeoramiento de la IC pese al TMO y tienen un porcentaje alto de estimulación del VD	IIa	B
Se puede considerar la TRC para pacientes sintomáticos con IC, en ritmo sinusal con QRS de 130-149 ms y morfología sin BRI, con FEVI $\leq 35\%$ pese al TMO	IIb	B
No se recomienda la TRC para pacientes con QRS < 130 ms que no tengan una indicación de marcapasos debido a BAV de grado alto	III	A

T BAV: bloqueo auriculoventricular; BRI: bloqueo de rama izquierda; DAI: desfibrilador automático implantable; FA: fibrilación auricular; FEVI: fracción de eyección del ventrículo izquierdo; IC: insuficiencia cardíaca; IC-FER: insuficiencia cardíaca con fracción de eyección reducida; NYHA: clase funcional de la New York Heart Association; TMO: tratamiento médico óptimo (tratamientos médicos con recomendación de clase I durante al menos 3 meses); TRC: terapia de resincronización cardíaca; VD: ventrículo derecho^{2,17}.

Tabla 1. Recomendaciones para TRC en insuficiencia cardíaca. Clase de recomendación y nivel de evidencia según guías europeas.

	Clase de Recomendación	Nivel de evidencia
Prevención secundaria		
Se recomienda implantar un DAI en los pacientes que se han recuperado de una arritmia ventricular causante de inestabilidad hemodinámica y tienen una esperanza de vida > 1 año en buen estado funcional si no hay una causa reversible o cuando la arritmia se produzca < 48 h después de un IM	I	A
Prevención primaria		
Se recomienda implantar un DAI en pacientes con IC sintomática (NYHA II-III) de etiología isquémica (excepto si han sufrido un IM durante los últimos 40 días) y FEVI $\leq 35\%$ pese al TMO ≥ 3 meses siempre que su esperanza de vida sea significativamente > 1 año en buen estado funcional	I	A
Se debe considerar el implante de un DAI en IC sintomática (NYHA II-III) de etiología no isquémica y FEVI $\leq 35\%$ pese al TMO ≥ 3 meses siempre que su esperanza de vida sea significativamente > 1 año en buen estado funcional	IIa	A
No se recomienda implantar un DAI durante los primeros 40 días tras el IM, ya que durante este periodo esta intervención no mejora el pronóstico	III	A
No se recomienda el implante de un DAI para pacientes en NYHA IV con síntomas graves y refractarios a tratamiento farmacológico, excepto si son candidatos a TRC, DAV o trasplante cardíaco	III	C

DAI: desfibrilador automático implantable; DAV: dispositivo de asistencia ventricular; FEVI: fracción de eyección del ventrículo izquierdo; IC: insuficiencia cardíaca; IM: infarto de miocardio; NYHA: clase funcional de la New York Heart Association; TMO: tratamiento médico óptimo; TRC: terapia de resincronización cardíaca^{2,17}.

Tabla 2. Recomendaciones para DAI en insuficiencia cardíaca. Clase de recomendación y nivel de evidencia según guías europeas.

Declaración de conflictos de interés:

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Usman MS, Bhatt DL, Hameed I, Anker SD, Cheng AYY, Hernandez AF, et al. Effect of SGLT2 inhibitors on heart failure outcomes and cardiovascular death across the cardiometabolic disease spectrum: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Diabetes Endocrinol.* 2024;12(7):447-461. doi:10.1016/S2213-8587(24)00102-5
2. McDonagh TA, Metra M, Adamo M, Gardner RS, Baumbach A, Böhm M, et al. ESC Scientific Document Group. 2021 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. *Eur Heart J.* 2021 Sep 21;42(36):3599-3726. doi: 10.1093/euroheartj/ehab368. Erratum in: *Eur Heart J.* 2021 Dec 21;42(48):4901. doi: 10.1093/euroheartj/ehab670.
3. Moss AJ, Zareba W, Hall WJ, Klein H, Wilber DJ, Cannom DS, et al. Multicenter Automatic Defibrillator Implantation Trial II Investigators. Prophylactic implantation of a defibrillator in patients with myocardial infarction and reduced ejection fraction. *N Engl J Med.* 2002 Mar 21;346(12):877-83. doi: 10.1056/NEJMoa013474.
4. Bardy GH, Lee KL, Mark DB, Poole JE, Packer DL, Boineau R, et al. Sudden Cardiac Death in Heart Failure Trial (SCD-HeFT) Investigators. Amiodarone or an implantable cardioverter-defibrillator for congestive heart failure. *N Engl J Med.* 2005 Jan 20;352(3):225-37. doi: 10.1056/NEJMoa043399. Erratum in: *N Engl J Med.* 2005 May 19;352(20):2146.
5. Schaechter A, Kadish AH; DEFibrillators In Non-Ischemic Cardiomyopathy Treatment Evaluation. DEFibrillators In Non-Ischemic Cardiomyopathy Treatment Evaluation (DEFINITE). *Card Electrophysiol Rev.* 2003 Dec;7(4):457-62. doi: 10.1023/B:CEPR.0000023162.45506.c4.
6. Køber L, Thune JJ, Nielsen JC, Haarbo J, Videbæk L, Korup E, et al. Defibrillator Implantation in Patients with Nonischemic Systolic Heart Failure. *N Engl J Med.* 2016 Sep 29;375(13):1221-30. doi: 10.1056/NEJMoa1608029.
7. Steffel J, Collins R, Antz M, Cornu P, Desteghe L, Haeusler KG, et al. External reviewers. 2021 European Heart Rhythm Association Practical Guide on the Use of Non-Vitamin K Antagonist Oral Anticoagulants in Patients with Atrial Fibrillation. *Europace.* 2021 Oct 9;23(10):1612-1676. doi: 10.1093/europace/euab065. Erratum in: *Europace.* 2021 Oct 9;23(10):1676. doi: 10.1093/europace/euab157.
8. Bristow MR, Saxon LA, Boehmer J, Krueger S, Kass DA, De Marco T, et al. Comparison of Medical Therapy, Pacing, and Defibrillation in Heart Failure (COMPANION) Investigators. Cardiac-resynchronization therapy with or without an implantable defibrillator in advanced chronic heart failure. *N Engl J Med.* 2004 May 20;350(21):2140-50. doi: 10.1056/NEJMoa032423.
9. Cleland JG, Daubert JC, Erdmann E, Freemantle N, Gras D, Kappenberger L, et al. Cardiac Resynchronization-Heart Failure (CARE-HF) Study Investigators. The effect of cardiac resynchronization on morbidity and mortality in heart failure. *N Engl J Med.* 2005 Apr 14;352(15):1539-49. doi: 10.1056/NEJMoa050496.
10. Moss AJ, Hall WJ, Cannom DS, Klein H, Brown MW, Daubert JP, et al. MADIT-CRT Trial Investigators. Cardiac-resynchronization therapy for the prevention of heart-failure events. *N Engl J Med.* 2009 Oct 1;361(14):1329-38. doi: 10.1056/NEJMoa0906431.
11. ElMaghawry M, Farouk M. REVERSE 5-year follow up: CRT impact persists. *Glob Cardiol Sci Pract.* 2014;2014(3):245-248. doi:10.5339/gcsp.2014.39
12. Leclercq C, Burri H, Delnoy PP, Rinaldi CA, Sperzel J, Calò L, et al. Cardiac resynchronization therapy non-responder to responder conversion rate in the MORE-CRT MPP trial. *Europace.* 2023 Oct 5;25(10):euad294. doi: 10.1093/europace/euad294.
13. Al-Khatib SM. Cardiac Implantable Electronic Devices. *N Engl J Med.* 2024 Feb 1;390(5):442-454. doi: 10.1056/NEJMra2308353.
14. Glikson M, Burri H, Abdin A, Cano O, Curila K, De Pooter J, et al. European Society of Cardiology (ESC) clinical consensus statement on indications for conduction system pacing, with special contribution of the European Heart Rhythm Association of the ESC and endorsed by the Asia Pacific Heart Rhythm Society, the Canadian Heart Rhythm Society, the Heart Rhythm Society, and the Latin American Heart Rhythm Society. *Europace.* 2025 Mar 28;27(4):euaf050. doi: 10.1093/europace/euaf050.
15. Al Hennawi H, Khan MK, Khalid M, Khalid H, Fatima L, Ashraf MT, et al. Beyond biventricular pacing: Exploring the advantages of his-bundle pacing and left bundle branch pacing in heart failure-A systematic review and meta-analysis. *Pacing Clin Electrophysiol.* 2024 Jan;47(1):156-166. doi: 10.1111/pace.14892.
16. Tokavanich N, Prasitlumkum N, Mongkonsritragoon W, Cheungpasitporn W, Thongprayoon C, Vallabhajosula S, et al. A network meta-analysis and systematic review of change in QRS duration after left bundle branch pacing, His bundle pacing, biventricular pacing, or right ventricular pacing in patients requiring permanent pacemaker. *Sci Rep.* 2021 Jun 9;11(1):12200. doi: 10.1038/s41598-021-91610-8.
17. Russo AM, Desai MY, Do MM, Butler J, Chung MK, Epstein AE, et al. ACC/AHA/ASE/HFSA/HRS/SCAI/SCCT/SCMR 2025 Appropriate Use Criteria for Implantable Cardioverter-Defibrillators, Cardiac Resynchronization Therapy, and Pacing. *J Am Coll Cardiol.* 2025 Mar 25;85(11):1213-1285. doi: 10.1016/j.jacc.2024.11.023.
18. Knops RE, Reddy VY, Ip JE, Doshi R, Exner DV, Defaye P, et al. A Dual-Chamber Leadless Pacemaker. *N Engl J Med.* 2023 Jun 22;388(25):2360-2370. doi: 10.1056/NEJMoa2300080.
19. Sardu C, Santamaria M, Rizzo MR, Barbieri M, di Marino M, Paolisso G, et al. Telemonitoring in heart failure patients treated by cardiac resynchronization therapy with defibrillator (CRT-D): the TELECARD Study. *Int J Clin Pract.* 2016 Jul;70(7):569-76. doi: 10.1111/ijcp.12823.
20. Khamzin S, Dokuchaev A, Bazhutina A, Chumarnaya T, Zubarev S, Lyubimtseva T, et al. Machine Learning Prediction of Cardiac Resynchronisation Therapy Response From Combination of Clinical and Model-Driven Data. *Front Physiol.* 2021 Dec 14;12:753282. doi: 10.3389/fphys.2021.753282.