

CARDIODESFIBRILADOR IMPLANTABLE SUBCUTÁNEO: UNA ALTERNATIVA CONSOLIDADA AL SISTEMA TRANSVENOSO

Autor: Tamaño, Juan Cruz

Centro: Residencia de Cardiología - Hospital San Martín de Paraná

Sin conflicto de intereses

Introducción

La enfermedad cardiovascular constituye la principal causa de mortalidad en los países desarrollados, y dentro de este grupo, la muerte súbita cardíaca (MSC) representa aproximadamente el 60 % de las muertes de origen cardiovascular (5). Su epidemiología se encuentra estrechamente vinculada a la enfermedad coronaria, que es responsable de hasta el 75–80 % de los casos de MSC (5). Si bien la reanimación cardiopulmonar, mediante compresiones torácicas efectivas y ventilación asistida, resulta crucial en el paciente con paro cardiorrespiratorio (PCR), la única medida verdaderamente eficaz para terminar con una fibrilación ventricular (FV) es la desfibrilación eléctrica.

Desde su primera implantación en la década de 1980, los cardiodesfibriladores implantables (CDI) se han consolidado como la terapia *gold standard* tanto en la prevención primaria como secundaria de la MSC (5,8). Tradicionalmente, el dispositivo más utilizado ha sido el CDI transvenoso (CDI-TV), que ha demostrado numerosos beneficios en términos de eficacia y supervivencia (8,9). Sin embargo, no está exento de complicaciones, siendo la mayoría de ellas relacionadas con el acceso venoso y la implantación de los electrodos en el ventrículo derecho (1,9). Entre estas complicaciones se incluyen la perforación cardíaca, derrame pericárdico, taponamiento cardíaco, hemotórax, neumotórax, infección asociada al dispositivo y la falla de los cables a largo plazo, lo que ha motivado la búsqueda de alternativas menos invasivas (3,8).

En este contexto, surge en la década de 2000 una nueva opción terapéutica: el CDI subcutáneo (CDI-SC) (1). Este dispositivo consta de un generador de impulsos alojado en posición medioaxilar izquierda, en la pared torácica, y un electrodo subcutáneo paraesternal provisto de una bobina de desfibrilación de 8 cm (1). Al prescindir por completo del acceso vascular, el CDI-SC evita las complicaciones asociadas a este, como los accesos venosos complejos, las fracturas de electrodos o la endocarditis relacionada con los cables (2,9). Esta característica lo convierte en una alternativa especialmente atractiva para pacientes jóvenes con una mayor esperanza de vida, quienes presentan un riesgo acumulado más elevado de complicaciones asociadas a los electrodos a lo largo del tiempo (5). De hecho, las complicaciones relacionadas con los

electrodos aumentan con el seguimiento y son particularmente relevantes en pacientes jóvenes y físicamente activos.

Desde su introducción en 2009, el CDI-SC ha experimentado un importante desarrollo tecnológico (1,2,5). La reducción significativa del tamaño del generador, el aumento de la longevidad de la batería y la mejora de los algoritmos de detección han contribuido a disminuir la incidencia de descargas inapropiadas, consolidando al dispositivo como una opción cada vez más segura y eficaz en la práctica clínica actual (1,2,5).

Desarrollo

¿Como está compuesto el CDI Subcutáneo?

El CDI-SC está compuesto por dos componentes principales:

- Generador: presenta un peso y volumen superiores a los del CDI-TV, debido principalmente a la necesidad de administrar descargas de alta energía, de hasta 80 J (1,2,5). El dispositivo puede además proporcionar estimulación post choque a 50 lpm durante un máximo de 30 segundos (2). Los sucesivos diseños fueron optimizándose con el tiempo hasta alcanzar, en las generaciones más recientes, un peso aproximado de 130 g, un volumen de 59,5 mL y una longevidad estimada de la batería de aproximadamente 8,7 años (5,7). El generador se encuentra recubierto por una carcasa de titanio (8).
- Electrodo subcutáneo: consiste en un único cable de aproximadamente 45 cm de longitud y 4 mm de diámetro máximo, destinado a un implante enteramente subcutáneo. Presenta dos anillos de detección, uno distal y otro proximal, ubicados a ambos extremos de una bobina de desfibrilación de 8 cm (2,8).



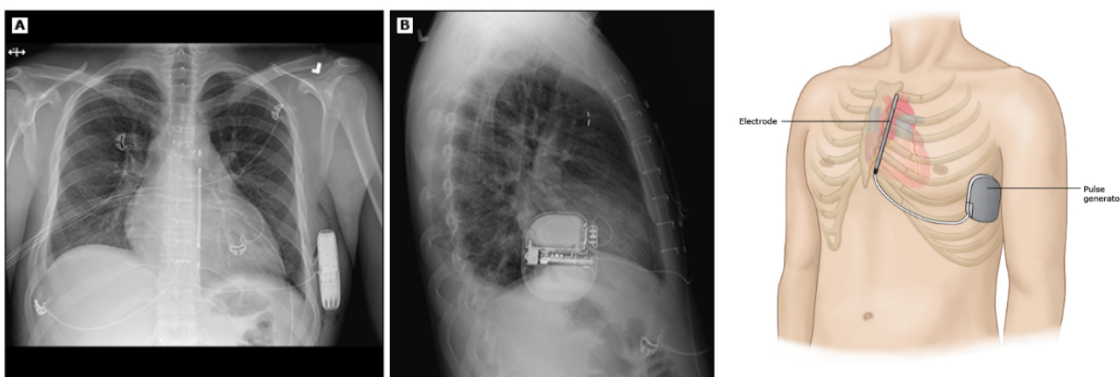
Colocación del CDI-Subcutáneo

El implante del CDI-SC puede realizarse mediante un abordaje basado completamente en reparos anatómicos, sin necesidad rutinaria de fluoroscopia (1,8). Aunque tradicionalmente se utilizó con frecuencia anestesia general, particularmente por la necesidad de realizar el test de desfibrilación, actualmente existen estrategias alternativas eficaces, como la anestesia local asociada a sedación consciente, la atención anestésica monitorizada o los bloqueos regionales (1,2).

La técnica clásica requiere tres incisiones. La primera se realiza en la región medioaxilar izquierda, aproximadamente a la altura del quinto espacio intercostal, creando un bolsillo entre los músculos serrato anterior y dorsal ancho para alojar el generador. Desde allí, el electrodo se tuneliza hasta una segunda incisión localizada a nivel de la apófisis xifoides y posteriormente continúa en dirección cefálica, paralela al esternón, hasta la región superior paraesternal, donde puede realizarse una tercera incisión para la fijación del extremo distal (3,8).

Posteriormente se desarrolló la técnica de dos incisiones, que elimina la incisión paraesternal superior y permite tunelizar el electrodo desde la incisión inferior hacia la región superior del esternón (1,2). Esta estrategia se ha asociado con menor tiempo de procedimiento, menor riesgo de infección y mejores resultados cosméticos y de confort, por lo que su utilización se ha incrementado progresivamente (1,8). La técnica de tres incisiones continúa siendo una alternativa particularmente útil en operadores con menor experiencia o cuando se considera necesaria una mayor estabilidad del extremo distal del electrodo (3,8).

Tras la implantación, se recomienda realizar un test de desfibrilación (TDF) para confirmar el adecuado funcionamiento del sistema (1,3,8). El procedimiento consiste en inducir una arritmia ventricular y permitir que el dispositivo administre una descarga de 65 J, registrando la impedancia de desfibrilación y el tiempo hasta la terapia. Una conversión exitosa con 65 J proporciona un margen de seguridad respecto de la energía máxima disponible del dispositivo, de 80 J (3,8).



Fuente: (10)

¿Cómo funciona el CDI-Subcutáneo?

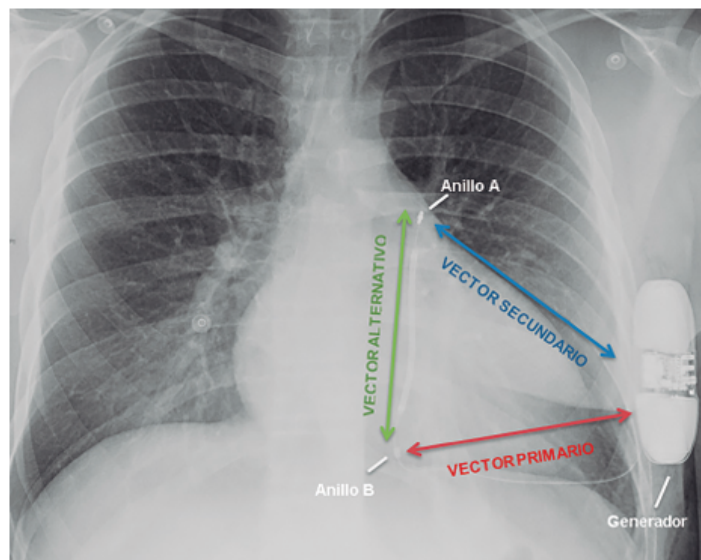
El CDI-SC detecta el ritmo cardíaco mediante tres posibles vectores de sensado: el vector primario, establecido entre el electrodo proximal y el generador; el vector secundario, entre el electrodo distal y el generador; y un tercer vector, denominado alternativo, configurado entre los electrodos distal y proximal (2). Debido a su localización subcutánea, la señal obtenida presenta características morfológicas semejantes a las de un electrocardiograma de superficie. Esta particularidad permite aplicar algoritmos basados en la morfología de la señal, aunque también favorece fenómenos de sobresensado, especialmente de la onda T, una de las principales causas de descargas inapropiadas en el CDI-SC (1,6).

Además de la selección del vector de sensado, el sistema incorpora algoritmos de discriminación basados en la comparación morfológica del complejo QRS, así como en características de la taquicardia, entre ellas su polimorfismo y la anchura del complejo (3,8). Una vez diagnosticada una arritmia ventricular susceptible de tratamiento, el dispositivo puede administrar una descarga bifásica de hasta 80 J. Si la primera terapia no consigue revertir el episodio, el sistema puede invertir automáticamente la polaridad en los choques posteriores (2,3,8). Asimismo, si tras la descarga detecta una asistolia superior a 3,5 segundos, puede proporcionar estimulación postchoque a 50 lpm durante 30 segundos (3,8).

A diferencia del CDI-TV, el CDI-SC presenta un número considerablemente menor de parámetros programables. En las primeras generaciones se utilizaba

habitualmente una única zona de detección a frecuencias elevadas, sin discriminación adicional del ritmo, circunstancia que se asociaba a una mayor incidencia de descargas inapropiadas (5). La incorporación posterior de una zona condicional de detección, junto con algoritmos de discriminación más avanzados, permitió reducir significativamente la incidencia de estas terapias inapropiadas (4,5). La evidencia más reciente muestra que las tasas de descargas inapropiadas han disminuido progresivamente con la optimización de la programación y de los algoritmos de detección (4,9).

Entre las mejoras tecnológicas más relevantes se encuentra SMART Pass, un filtro de paso alto diseñado para atenuar las señales de menor frecuencia, particularmente la onda T, preservando en mayor medida las señales de frecuencia más elevada correspondientes al complejo QRS. De esta manera, mejora la relación R/T y disminuye el riesgo de sobresensado de la onda T (1,2). Su incorporación, junto con otras mejoras en la programación y discriminación del ritmo, se ha asociado con una reducción sustancial de las descargas inapropiadas sin evidencia de pérdida relevante en la capacidad de detección de arritmias ventriculares (1,4,9).



Fuente: (3)

Limitaciones y Complicaciones del CDI-SC

Dado que el CDI-SC se implanta en una localización completamente extracardiaca, su funcionamiento se basa en algoritmos de sensado lejano para la detección y el diagnóstico de arritmias (2). Esta particularidad condiciona una de sus principales limitaciones técnicas, y es precisamente por ello que resulta obligatoria la realización de un *screening* preimplante en todos los pacientes, con el fin de garantizar una correcta detección de la señal y minimizar el riesgo de eventos adversos relacionados con el sensado (2,7).

Entre las limitaciones inherentes al dispositivo, destaca en primer lugar su generador. La batería presenta una longevidad más limitada en comparación con la de los CDI-TV, lo que implica una mayor frecuencia de recambios (4,7,9). Asimismo, aunque los avances tecnológicos de las últimas generaciones han logrado reducir su tamaño, el generador del CDI-SC continúa siendo de mayores dimensiones que el de sus homólogos transvenosos (2,4,9).

No obstante, la limitación más relevante desde el punto de vista funcional es la incapacidad para ofrecer marcapaseo cardiaco permanente y, fundamentalmente, la imposibilidad de realizar sobreestimulación ventricular (ATP) como terapia anti taquicardia (1,2,6,9).

En cuanto a las complicaciones asociadas al dispositivo, la literatura recoge, entre otras, la infección del sistema, el desplazamiento del cable electrodo y, de manera destacada, las descargas inapropiadas, que constituyen la complicación más frecuente y clínicamente relevante (2,6,7,8). Dentro de este apartado, la principal causa identificada es la sobredetección de la onda T, un fenómeno que, aunque manejable mediante una adecuada programación y selección de pacientes, sigue siendo un reto en la práctica clínica habitual y un aspecto a tener en cuenta en la decisión terapéutica (1,2,7).

¿Qué pacientes son candidatos al CDI-SC?

Prácticamente la totalidad de los pacientes con indicación de CDI para prevención primaria son candidatos potenciales al CDI-SC, lo que convierte a este dispositivo en una opción ampliamente aplicable en dicho escenario clínico (1,9). No obstante, quedan excluidos aquellos pacientes que requieren estimulación cardiaca permanente o prolongada (1,2,6,7,9).

En los casos en los que dicha necesidad no esté presente en el momento del implante, la probabilidad futura de requerir marcapasos es baja; además, en la actualidad, podría contemplarse la opción de un marcapasos transvenoso sin cables (leadless) como alternativa en estos pacientes (1).

El CDI-SC se erige como una alternativa especialmente valiosa en situaciones en las que la implantación de dispositivos transvenosos resulta técnicamente compleja o inviable (1,2,5,9). Este es el caso, por ejemplo, de pacientes con cardiopatías congénitas o aquellos en programa de hemodiálisis, en quienes el acceso vascular se encuentra comprometido (1,4,9).

Asimismo, los pacientes con elevado riesgo infeccioso —incluyendo aquellos con antecedentes de endocarditis infecciosa previa o infección asociada a un dispositivo cardíaco previo— constituyen un subgrupo especialmente favorecido por el abordaje subcutáneo, al evitarse el lecho venoso y reducirse la exposición a complicaciones infecciosas graves (1,2,5,9).

Por otra parte, los pacientes jóvenes pueden beneficiarse de manera significativa del CDI-SC, dado que se asocia a una menor tasa de complicaciones relacionadas con los cables a lo largo de la vida útil del dispositivo (1,2,4,9). Dentro de este grupo, cobran especial relevancia los pacientes con arritmias hereditarias, entre las que se incluyen la miocardiopatía arritmogénica del ventrículo derecho, el síndrome de Brugada, la miocardiopatía hipertrófica, el síndrome de QT largo, el síndrome de QT corto, el síndrome de repolarización precoz y otras entidades afines (1,2,4,9). En estos casos, el riesgo de desarrollar bradicardia que requiera estimulación es bajo, lo que refuerza la idoneidad del CDI-SC (1,4).

Finalmente, los pacientes con indicación temporal de CDI —como aquellos que se encuentran en lista de espera para trasplante cardíaco— también son excelentes candidatos, ya que el dispositivo subcutáneo ofrece una protección eficaz y evita la complejidad de un sistema transvenoso en un contexto de duración limitada (5).

TABLA 1.

Resumen de los sistemas CDI-S y CDI-TV (unicamerales)

	CDI-S	CDI-TV
Preimplante	Require screening	No requiere screening
Implante del generador	Subcutáneo o intermuscular	subcutáneo o submuscular
Implante del catéter	subcutáneo, técnica de 2 vs 3 incisiones	Transvenoso, requiere acceso intravascular
Longevidad de la batería	7.3 – 8.7 años	11-12 y más de 13 años
Tamaño del generador	59.5 cm ³ , 130 g	30 cm ³ , 68.9 g
Descarga de energía	Hasta 80 J	Hasta 42 J
Energía requerida para desfibrilar	36.6 ± 19.8 J	11.1 ± 8.5 J
Tiempo de carga de capacitor	Largo (14.6 ± 2.9 seg)	Mas corto (7.1 ± 1.8 seg.)
Onda de choque	Bifásica	Bifásica
Shock tilt	Fijo 50%	Fijo 50%
Capacidad de marcapaseo permanente (ATP/antibradicardia/CRT)	No disponible	Disponible
Riesgo de infección a 4 años	0.9%	1.9%
Fallas de catéter/ complicaciones	1.4%	6.6%
Compatibilidad RMN	Si	Si
Monitoreo de arritmia auricular	Si (algoritmo de detección de FA)	Si (varias opciones programables)
Monitoreo remoto	Si	Si

Fuente: (5)

Discusión

¿Que dicen las guías y la evidencia?

El desarrollo del CDI-SC ha tenido como uno de sus principales objetivos la prevención de complicaciones de índole vascular e intravascular, gracias a su abordaje de implantación completamente extratorácica (1,2,6). En los últimos años, múltiples trabajos han corroborado tanto su eficacia como su perfil de seguridad en comparación con el CDI-TV (Tabla 1) (1,4,9).

En este contexto, el ensayo clínico **PRETORIAN** se configuró como un estudio internacional, aleatorizado y de no inferioridad, diseñado para evaluar si el CDI-SC era comparable al CDI-TV en cuanto a complicaciones relacionadas con el dispositivo a corto y largo plazo (6). Para ello, se aleatorizó a 876 pacientes con indicación de CDI (pero sin necesidad de estimulación cardíaca), con un seguimiento medio de 49 meses (6). Los resultados demostraron la no inferioridad del dispositivo para el objetivo primario compuesto por complicaciones asociadas al generador y descargas inapropiadas (6). La tasa de descargas inapropiadas fue del 9,7 % en el grupo con CDI-SC frente al 7,3 % en el grupo con CDI-TV (*HR* 1,43; *IC*95 % 0,89–2,30) (6). Tampoco se observaron diferencias significativas en la mortalidad, aunque el ensayo carecía de potencia estadística suficiente para establecer la no inferioridad en este último parámetro (6).

A partir de la cohorte previa, se realizó un seguimiento a largo plazo y se publicó el estudio **PRETORIAN XL**, que tuvo como objetivo explorar si el CDI-SC era superior al CDI-TV en lo que respecta a las complicaciones del dispositivo (7). En esta extensión, se incluyó a 643 pacientes del estudio original que aceptaron un seguimiento prolongado (media de 8 años) (7). El criterio de valoración principal fue similar al de su predecesor, si bien se estratificaron las complicaciones como *mayores* (si requerían intervención invasiva) o *menores* (en caso contrario) (7). Aunque no se hallaron diferencias significativas en la tasa global de complicaciones entre ambas ramas, el análisis detallado reveló que las complicaciones en el grupo con CDI-TV fueron más frecuentes y de mayor gravedad; de hecho, se objetivó un número significativamente mayor de complicaciones mayores que precisaron

tratamiento invasivo, así como una mayor incidencia de problemas relacionados con los electrodos (7). Las tasas de mortalidad, por su parte, se mantuvieron similares en ambos grupos (7).

Por otro lado, el ensayo **ATLAS**, de carácter prospectivo, aleatorizado y controlado con comparación directa, evaluó como objetivo primario la tasa de complicaciones graves relacionadas con los cables a los 6 meses del implante (4). El estudio incluyó a 503 pacientes con indicación estándar primaria o secundaria para un CDI, así como a aquellos con arritmias hereditarias o afecciones cardíacas consideradas de alto riesgo para complicaciones asociadas a los electrodos (4). Los resultados fueron concluyentes: se produjeron complicaciones graves relacionadas con los cables en el 4,8 % de los pacientes portadores de un CDI-TV, frente a solo el 0,4 % en el grupo con CDI-SC (4). Esta diferencia supone una reducción relativa del 92 %, lo que evidencia la superioridad del dispositivo subcutáneo en este ámbito (4).

En consonancia con esta evidencia acumulada, las últimas guías de la AHA y la ESC otorgan al CDI-SC una indicación de clase IIa con nivel de evidencia B (1,5,6). Además, las guías de la AHA elevan esta recomendación a clase I en aquellos pacientes que presentan un acceso vascular inadecuado o un riesgo elevado de infección, consolidando así su papel como alternativa preferente en poblaciones seleccionadas (2,5).

Study	Design	Patients (n)	Patient Baseline Characteristics	Primary Outcome(s)	Results	Key Findings
PRAETORIAN ³ (NCT01296022)	Non-inferiority RCT	849	• ≥18 years • Class I or IIa indication for ICD therapy for primary or secondary prevention • Ischaemic cardiomyopathy, S-ICD: 67.8%; TV-SCD: 70.4% • Non-ischaemic cardiomyopathy, S-ICD: 23.2%; TV-SCD: 23.2% • Genetic arrhythmia syndrome, S-ICD: 4.7%; TV-SCD: 4.3% • Hypertrophic cardiomyopathy, S-ICD: 3.5%; TV-SCD: 1.7% • Idiopathic VF, S-ICD: 2.6%; TV-SCD: 1.2% • Congenital heart disease, S-ICD: 0.7%; TV-SCD: 0.7% • Other	Composite of device-related complications and IAS	At median follow-up of 49.1 months, a primary endpoint event occurred in 68 patients in the S-ICD group and 68 patients in the TV-ICD group	S-ICD was non-inferior to the TV-ICD regarding device-related complications and IAS in patients with an indication for an ICD but no indication for pacing
UNTOUCHED ⁵ (NCT02433379)	Multi-national, prospective, non-randomised study	1,111	• Primary prevention patients with an LVEF ≤35% undergoing a <i>de novo</i> S-ICD implant procedure • 53.5% ischaemic heart disease • 87.7% symptomatic heart failure and a mean LVEF 26.4 ± 5.8%.	IAS-free rate at 540 days (18 months) compared to a performance goal of 91.6%	95.9% IAS-free rate at 18 months	S-ICD offers high efficacy and safety
EFFORTLESS ⁴ (NCT01085435)	An international, observational, non-randomised, standard of care registry	994	• 29% ischaemic cardiomyopathy • 18% dilated cardiomyopathy • 20% channelopathies • 65% primary prevention indication	• S-ICD complication rate 30 days post-implantation • S-ICD complication rate at 360 days • Percentage of IAS for AF or SVT	• S-ICD complication-free rate was 99.9% at 30 days, 98.5% at 360 days, and 94.5% after 5 years • IAS rates at 1 and 5 years were 8.7% and 16.9%, respectively	The S-ICD maintains a high level of shock efficacy over time
Rordorf et al. 2021 ² (meta-analysis)	Meta-analysis of primary studies that directly compare clinical outcomes and complications between S-ICD and TV-ICD	9,073 (13 studies)	• Mean LVEF was 40 ± 10% • 30% of patients were female • 73% had an ICD implanted for primary prevention	The composite of clinically relevant complications and IAS	No statistically significant difference in the risk of the primary outcome between S-ICD and TV-ICD	S-ICD is at least as effective and safe as TV-ICD for prevention of SCD in patients without the need for pacing
ATLAS ⁶ (NCT02881255)	Prospective RCT	503	• Aged ≥18 to 60 years, standard indication for ICD • Aged ≥18 years and one of the following: inherited arrhythmia syndrome, a prior pacemaker or ICD removal for infection; need for hemodialysis, prior heart valve surgery or chronic obstructive pulmonary disease (with FEV₁ <1.5 l)	Reduction in the rate of major lead-related complications at 6 months post-implant	S-ICD reduces the rate of major, lead-related complications by 92%	S-ICD is superior to TV-ICD regarding serious lead-related complications

IAS = inappropriate shock; LVEF = left ventricular ejection fraction; RCT = randomised controlled trial; S-ICD = subcutaneous ICD; SVT = supraventricular tachycardia; TV-ICD = transvenous ICD.

Fuente: (4)

Conclusión

El cardiodesfibrilador implantable subcutáneo (CDI-SC) representa una evolución significativa en la terapia de prevención de la muerte súbita cardíaca, al ofrecer una alternativa eficaz y segura al tradicional CDI transvenoso, especialmente en poblaciones seleccionadas. A lo largo de los últimos años, la evidencia acumulada, ha demostrado que el CDI-SC no es inferior al CDI-TV en cuanto a complicaciones relacionadas con el dispositivo y descargas inapropiadas. Desde el punto de vista clínico, el CDI-SC se perfila como la opción de elección en pacientes jóvenes, aquellos con arritmias hereditarias, personas en hemodiálisis, portadores de cardiopatías congénitas y pacientes con antecedentes de infección previa o indicación temporal.

No obstante, el dispositivo presenta limitaciones que deben ser conocidas y valoradas en cada caso: la incapacidad para ofrecer marcapaseo permanente o sobreestimulación antitaquicardia (ATP), la mayor longevidad limitada de la batería, el tamaño del generador —aunque reducido en las últimas versiones— y, especialmente, el riesgo de descargas inapropiadas, cuya principal causa es la sobre detección de la onda T. Afortunadamente, los avances tecnológicos, como la incorporación de una segunda zona de detección condicional y el filtro Smart Pass, han mejorado sustancialmente la especificidad del sistema, disminuyendo la incidencia de estas descargas sin comprometer la eficacia terapéutica. Además, las nuevas tecnologías en estudio como la asociación de CDI y marcapasos Leadless, o incluso CDI extravascular, con estudios en curso de dichas modalidades, respondan a estas problemáticas.

En resumen, el CDI-SC se ha consolidado como una herramienta valiosa y en constante evolución en el arsenal terapéutico frente a la muerte súbita. Su perfil de seguridad, su eficacia comparable y capacidad para evitar complicaciones vasculares lo convierten en una opción preferente en determinados subgrupos de pacientes. A medida que la tecnología continúe avanzando y se acumulen más datos a largo plazo, es probable que sus indicaciones se amplíen y su uso se extienda aún más en la práctica clínica, siempre bajo una cuidadosa selección de pacientes y una adecuada programación individualizada.

BIBLIOGRAFÍA

1. Dijkshoorn LA, Smeding L, Pepplinkhuizen S, de Veld JA, Knops RE, Olde Nordkamp LRA. Fifteen years of subcutaneous implantable cardioverter-defibrillator therapy: Where do we stand, and what will the future hold? *Heart Rhythm*. 2025;22(1):150-158. doi:10.1016/j.hrthm.2024.06.028.
2. Kaya E, Rassaf T, Wakili R. Subcutaneous ICD: Current standards and future perspective. *IJC Heart Vasc*. 2019;24:100409. doi:10.1016/j.ijcha.2019.100409.
3. Galizia Brito V, Expósito Pineda MDC, Grande Morales C. Cardiodesfibrilador implantable subcutáneo. *Rev CONAREC*. 2019;34(151):195-200. doi:10.32407/RCON/2019151/0195-0200.
4. Rordorf R. The ATLAS randomized clinical trial: What do the superiority results mean for subcutaneous ICD therapy and sudden cardiac death prevention as a whole? *Arrhythm Electrophysiol Rev*. 2022;11(Suppl 1):1-7. doi:10.15420/aer.2022.11.S1.
5. Fernández RJ, Ortigoza DV, Scazzuso F. Cardiodesfibrilador implantable subcutáneo. Evidencia clínica y recomendaciones. *Rev Fed Arg Cardiol*. 2025;54(2):90-98.
6. Knops RE, Olde Nordkamp LRA, Delnoy PPHM, Boersma LVA, Kuschyk J, El-Chami MF, et al. Subcutaneous or transvenous defibrillator therapy. *N Engl J Med*. 2020;383(6):526-536. doi:10.1056/NEJMoa1915932.
7. Olde Nordkamp LRA, de Veld JA, Ghani A, Kuschyk J, Bonnemeier H, Bode K, et al. Device-related complications in transvenous versus subcutaneous defibrillator therapy during long-term follow-up: The PRAETORIAN-XL trial. *Circulation*. 2025;152:172-182. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.125.074576.
8. Grande Morales CE, Galizia Brito V, Expósito Pineda MDC, Bibiloni Cladera A, Falco Martínez T, Peral Disdier V. Cardiodesfibrilador implantable subcutáneo: revisión bibliográfica y experiencia en un centro español. *Rev Electro Arritmias*. 2019;11(2):65-71.
9. Abdin A, Aktaa S. Subcutaneous ICD for more and transvenous ICD for few?! *Clin Res Cardiol*. 2022;111:475-478. doi:10.1007/s00392-022-01990-8.
10. UpToDate. *Implantable cardioverter-defibrillators: Choosing a device and system descriptions* [Internet]. Waltham (MA): UpToDate; 2026. Disponible en: UpToDate.