

IMPLANTE PRIMARIO DE MARCAPASOS DEFINITIVO EN NIÑOS DE URUGUAY EN UN PERÍODO DE 10 AÑOS

ALEJANDRO CUESTA^{1,2}, MARÍA JOSÉ AROCENA², NICOLÁS FERNÁNDEZ²,
MARTÍN ANTELO², GONZALO SEGURA²

¹Unidad Académica Cardiología, Facultad de Medicina, Universidad de la República.

²Instituto de Cardiología Integral (ICI - MUCAM), Montevideo, Uruguay

Dirección postal: Alejandro Cuesta. Unidad Académica Cardiología, Facultad de Medicina, Universidad de la República, Av. Gral. Flores 2125, 11800 Montevideo, Uruguay

E-mail: arritmia@yahoo.com

Recibido: 20-IV-2026

Aceptado: 3-IX-2026

Resumen

Introducción: El objetivo fue calcular la tasa anual de implantes de marcapasos definitivos (MPD) en pacientes ≤ 15 años en los últimos 10 años, en todo el país. Describir el perfil clínico, aspectos técnicos y complicaciones.

Materiales y métodos: Estudio epidemiológico descriptivo y analítico. El Fondo Nacional de Recursos financió todos los implantes que se realizan en Uruguay y brindó la base de datos anonimizada. Se incluyeron todos los implantes primarios entre 2015 y 2024. Las edades se compararon con Mann-Whitney.

Resultados: Hubo 56 implantes en ≤ 15 años; la edad mediana fue 3 años [0.5-9], hubo 23 (41%) ≤ 1 año y 37(66%) hombres. La tasa fue 7.62 por millón/anual (IC95% 5.76-9.90).

En 43 (77%) había una cardiopatía estructural, la mayoría congénita. Se indicó MPD por bloqueo aurículo-ventricular de 2°/ 3° grado en 44 (79%) y por enfermedad del nódulo sinusal en 7 (13%).

El implante fue epicárdico en 34 (61%). Su edad fue menor que en la vía endocárdica (1.4 ± 1.4 vs. 10.5 ± 3.8 años, $p < 0.001$). No hubo otra diferencia significativa. En 30 (54%) se implantó un dispositivo monocameral VVI, en 24 (43%) bicameral DDD y en 2 (4%) AAI. Hubo 4 (7%) fallecimientos y complicaciones mayores al alta.

Conclusión: La tasa específica de implantes de MPD en ≤ 15 fue 7.62 por millón. La mayor proporción de

pacientes se implantó antes del año y tenían una cardiopatía estructural. Los trastornos de conducción AV son la primera causa y la mayoría son epicárdicos. Hay características similares a series internacionales y otras diferentes a analizar.

Palabras clave: marcapasos definitivos, pediatría, epidemiología

Abstract

Primary permanent pacemaker implantation in children in Uruguay over a 10-year period

Introduction: The objective was to calculate the annual rate of permanent pacemaker (PPM) implantation nationwide in patients ≤ 15 years of age, over the past 10 years. To describe the clinical profile, technical aspects and complications.

Materials and methods: A descriptive and analytical epidemiological study was conducted. The Fondo Nacional de Recursos finances all implants in Uruguay and provided the anonymized database. All primary implants between 2015 and 2024 were included. Ages were compared with Mann-Whitney U test.

Results: There were 56 implants in patients ≤ 15 years. The median age was 3 years (0.5–9 years), 23 (41%) were

≤1 year, and 37 (66%) were male. The rate was 7.62 per million per year (IC95% 5.76-9.90). Forty-three (77%) patients had structural heart disease, mostly congenital. PPM was indicated for atrioventricular block (AVB) in 44 (79%) and sinus node dysfunction in 7 (13%). Epicardial implantation was performed in 34 (61%). Their age was lower than endocardial (1.4 ± 1.4 vs. 10.5 ± 3.8 years, $p < 0.001$). There was no other difference. A VVI device was implanted in 30 patients (54%), DDD in 24 (43%), and an AAI in 2 (4%). There were 4 (7%) deaths and major complications at discharge.

Conclusion: The specific rate of PPM implantation in children ≤15 was 7.62 per million. The largest proportion of patients received the implant before the age of one and had structural heart disease. AVB was the leading cause, and most were epicardial. There were similarities to international studies and differences that require further analysis.

Key words: pediatrics, permanent pacemakers, epidemiology

PUNTOS CLAVE

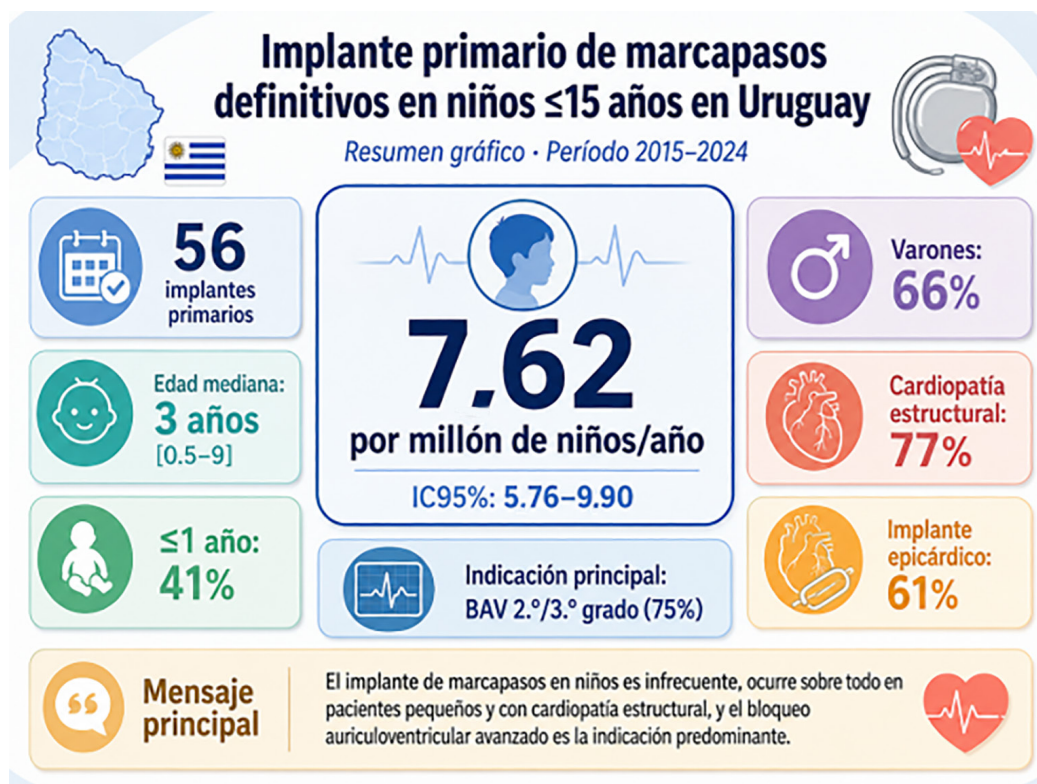
Conocimiento actual

- Hay pocos estudios epidemiológicos sobre implante de MPD en niños en poblaciones no seleccionadas y no se encontró ninguno en Latinoamérica. En Uruguay hay un registro robusto que incluye todo el país. Es un grupo heterogéneo por la indicación, el sustrato y las técnicas de implante.

Contribución del artículo al conocimiento actual

- La tasa de implantes de MPD en niños ≤ 15 años, en los últimos 10 años, fue 7.62 por millón. El 41% se implantan el primer año de vida, por vía epicárdica, cuando tienen una cardiopatía estructural, y se indican por trastornos de conducción aurículo-ventriculares.

Resumen gráfico



Los avances en el conocimiento y en el acceso a los servicios de salud han permitido el diagnóstico más precoz de cardiopatías y su tratamiento oportuno en niños y adolescentes¹. Dentro de ellos está la cirugía cardíaca, que permite la reparación o una solución paliativa de las malformaciones congénitas. Por otro lado, más diagnósticos e intervenciones han llevado a un aumento de la necesidad de implante de marcapasos definitivos (MPD)²⁻⁴.

Las mejoras tecnológicas en los dispositivos de estimulación y electrodos permiten el implante en niños recién nacidos y hasta considerar implantes por accesos endovasculares a edades cada vez más tempranas^{5,6}.

El implante de MPD no es una técnica sistemática y homogénea y menos en niños. La gran variación del tamaño de los pacientes, la presencia de malformaciones estructurales, los distintos accesos, vías de abordaje y sistemas de estimulación, hacen que cada caso deba analizarse de forma particular, buscando la mejor solución.

Los implantes de MPD en niños y adolescentes son pocos en relación a los adultos. La frecuencia con que se realizan en Uruguay no ha sido informada. Hay alguna información clínica y de resultados a partir de un reporte que incluyó un solo centro y procedimientos muy distantes en el tiempo^{7,8}. También son muy pocos los reportes internacionales.

El implante de MPD en Uruguay está financiado por el Fondo Nacional de Recursos (FNR), que brinda la misma cobertura a toda la población. Se accede a la cobertura financiera bajo pautas establecidas y la institución lleva un registro de todos los procedimientos solicitados y realizados. Todos los implantes de MPD que se realizan en el país se realizan a través del FNR.

Se quiso analizar la tasa de implante de MPD en Uruguay en niños y adolescentes de hasta 15 años. Obtener información del perfil clínico, el origen, la técnica empleada, los dispositivos utilizados y la ocurrencia de complicaciones mayores al alta del mismo.

Materiales y métodos

Se realizó un estudio epidemiológico retrospectivo descriptivo y analítico, utilizando la base de datos del FNR. Se siguieron las recomendaciones internacionales para “fortalecer la presentación de informes de estudios observacionales en epidemiología” – STROBE (strobe-statement.org).

El protocolo para el análisis de toda la base fue aprobado por el comité de ética. Antes de realizar cualquier implante se solicitó el consentimiento informado para la intervención y también para utilizar la información que se genere en el proceso.

Se solicitaron todos los implantes de MPD realizados en el país en un período de 10 años, desde 2015 a 2024. La única participación del FNR fue enviar la información anonimizada con las variables disponibles solicitadas. No había forma de identificar al paciente, la familia ni al centro en donde fue realizado el implante.

Se incluyeron todos los niños y adolescentes de hasta 15 años cumplidos a los que se les realizó por primera vez un implante de MPD en el período. No se consideraron los marcapasos transitorios. Se excluyeron los pacientes implantados antes, aunque se hubiese hecho un recambio o una mejora en el modo de estimulación en los años considerados. Tampoco se incluyeron pacientes implantados fuera del país.

Las complicaciones y fallecimientos se tomaron de la misma fuente. Esa información fue obtenida al alta del paciente del centro asistencial, no hay seguimiento a largo plazo.

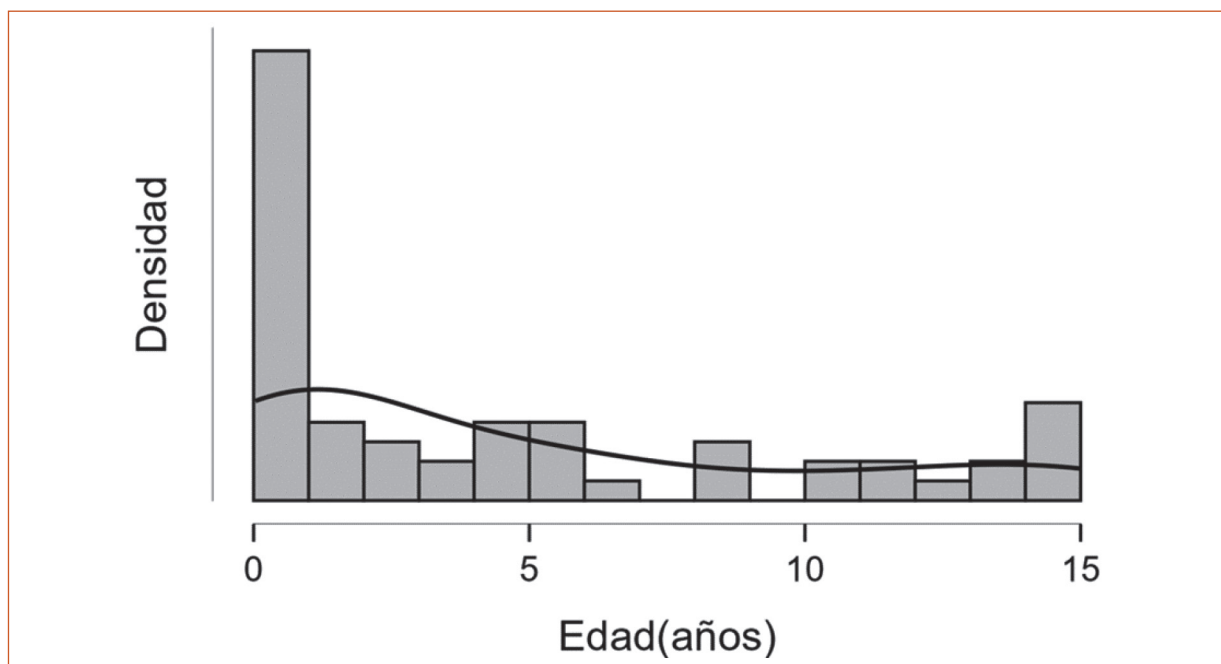
Análisis

El análisis se realizó utilizando el paquete estadístico de libre acceso JASP (jasp-stats.org). Las variables cualitativas se expresan en número absoluto y relativo en porcentaje y se compararon con test de Chi cuadrado. La tasa anual promedio en 10 años se calculó por millón de niños de esa misma edad. Se tomó como denominador el número total de niños de hasta 15 años del censo 2023 y las estimaciones de los años previos, del Instituto Nacional de Estadística (www.gub.uy/instituto-nacional-estadistica/censos2023pvh). Se calculó el IC95% con el método exacto de Poisson. La edad no tenía una distribución normal, se describe en mediana e intervalo inter-cuartílico y se comparó con el test de Mann-Whitney.

Resultados

En los 10 años considerados se registraron 13 032 implantes de MPD en Uruguay. Faltaron datos del procedimiento en 56 (0.4%) por lo que se incluyeron 12 976 para el análisis. Del total de implantes 56 (0.4%) se realizaron en niños y adolescentes ≤ 15 años. La tasa anual de implantes de MPD en esta población fue de 7.62 (IC95% 5.76-9.90) por millón anual.

La edad mediana fue 3 años, distribuidos como se muestra en la Figura 1; 23 (41%) de todos los pacientes tenían 1 año o menos (Tabla 1).

Figura 1 | Histograma de frecuencia de pacientes por año al momento del implante

En cuanto al origen; 21 (38%) provenía de Montevideo y la mayoría provenía de otros departamentos 35 (63%). En cuanto al tipo de efector de salud; 32 (57%) tenía cobertura pública y el resto alguna cobertura mutual o privada.

En 43 (77%) se informó que había alguna cardiopatía estructural demostrada, además de la eléctrica, en 30/43 se registró que esa cardiopatía estructural era congénita. No se cuenta con información del tipo en cada una de ellas.

Todos tenían ECG basal pero solo en 20 (36%) se consideró necesario un estudio Holter para solicitar y autorizar el implante.

Como se muestra en la Tabla 1, se indicó el implante por algún grado de bloqueo aurículo-ventricular en 44 (79%) de los casos, en 7 posterior a una cirugía cardíaca. Le siguieron las distintas formas de enfermedad del nódulo sinusal en 7 (13%).

En la Tabla 2 se muestra la información del implante. La vía de acceso más frecuente fue la epicárdica en 34 (61%). El modo de estimulación más frecuente fue el monocameral ventricular (VVI) en 30 (54%) seguido del bi-cameral (DDD) (Tabla 2).

Al alta del implante de MPD se reportaron 2 (4%) fallecimientos y 2 (4%) complicaciones ma-

Tabla 1 | Características de la población de niños y adolescentes incluidos e indicación del implante de marcapasos definitivo

	n =56
Masculino n (%)	37 (66)
Edad al implante*	3 (0.5-9)
≤ 1 año n (%)	23 (41)
Procedencia No Montevideo n (%)	35 (63)
Efector público n (%)	32 (57)
Cardiopatía n (%)	43 (77)
Holter previo n (%)	20 (36)
Indicación n (%)	
Bloqueo AV de cualquier grado	44 (79)
2do Grado	8
3er Grado	29
Posterior a CC	7
Bloqueo de ramas	2 (4)
Disfunción sinusal bradicardia	3 (5)
Disfunción sinusal bradicardia / taquicardia	4 (7)
QT largo / TDP	1 (2)
Pausa sinusal	2 (4)

CC: cirugía cardíaca; TDP: torcida de punta

*Mediana e intervalo Q1-Q3

yores; 1 neumotórax y 1 hemotórax. En los 4 pacientes que sufrieron complicaciones o fallecimiento se había realizado un abordaje epicárdico.

Tabla 2 | Abordaje, modo de estimulación y complicaciones al alta de todos los pacientes incluidos.

n (%)	56
Epicárdico	34 (61)
Endocárdico	22 (39)
Modo	
VVI	30 (54)
AAI	2 (4)
DDD	24 (43)
Complicaciones agudas	2 (4)
Fallecidos al alta	2 (4)

VVI: monocameral ventricular; AAI: monocameral auricular; DDD: bicameral

Cuando comparamos los pacientes y procedimientos por abordajes epicárdicos y endovasculares no encontramos diferencia significativa en; sexo, origen, indicación y modo de estimulación. En el abordaje epicárdico hubo 4 complicaciones o muerte y ninguno en el grupo endovascular (12% vs. 0%, $p=0.146$). La edad de los implantados por vía epicárdica fue 1.4 ± 1.4 y por vía endovascular 10.5 ± 3.8 años ($p<0.001$).

Discusión

Este es un estudio epidemiológico que incluye todo el país y abarca una década. Informa sobre la ocurrencia de 56 implantes de marcapasos en niños ≤ 15 años, lo que representa una tasa anual de 7.62 por millón (IC95% 5.76-9.90). Este es el aporte más importante y original del trabajo. Los reportes con éstas características son mínimos y no encontramos ninguno en Latinoamérica.

El registro nacional Desfibriladores y MPD de Suecia publica tasas brutas nacionales y desglosa el número de implantes por edad. En el año 2024 informó 8118 primo implantes de MPD, siendo 14 (0.2%) en menores de 10 años y 13 (0.2%) en el grupo de 10 a <20 años. Este porcentaje en relación al total de implantes es similar al encontrado en este estudio (0.4%), con la aclaración que aquí se consideró hasta los 15 años. No informa la tasa específica para poder comparar con éste trabajo⁹. Hay también reportes a nivel nacional de Países Bajos, Dinamarca y España, con buena calidad de información e incluso más variables, pero que no discriminan la población pediátrica ni calcula tasas.

En ésta serie la edad mediana fue de 3 años, con una proporción considerable de lactantes ≤ 1 año (41%) (Figura 1). Esta es una distribución esperable y se explica por las enfermedades de base y los procedimientos que se realizan sobre ellas y que fundamentan los implantes.

Por un lado, se recibe a los recién nacidos con trastornos de la conducción aurículo-ventricular que se originaron intra útero. Esto puede ser un hallazgo al nacer, un diagnóstico intra útero limitado a la alteración eléctrica o acompañar una repercusión hemodinámica leve y hasta el hidrops. La bradicardia fetal por una alteración primariamente eléctrica es motivo de interrupciones de embarazo, temiendo un sufrimiento fetal de otra causa no determinada. Encontramos diversas comunicaciones sobre el implante de MPD en niños y adolescentes indicados por bloqueo aurículo-ventricular completo. Describen en detalle la población tratada, pero no establecen relación con la población total de pacientes como para inferir incidencia y tasas^{2,3}.

Por otro lado, se reciben las cardiopatías congénitas que tienen un sistema de generación y conducción normal, pero requieren una intervención en el primer año de vida. Como complicación de esa cirugía sobreviene la alteración eléctrica por la cual se indica el MPD. Hay necesidad de implante de MPD a 30 días de una cirugía cardíaca en 1.1% de las intervenciones. Esto es menor que la incidencia de otras complicaciones, como drenaje pleural prolongado (4.7%) y diálisis (3.5%) y evento neurológico agudo (1.2%)¹⁰. La ocurrencia de implante de MPD post quirúrgico varía según la enfermedad de base tratada. Es mayor en aquellas que involucran comunicaciones auriculares y ventriculares, como el canal AV^{11,12}. También en aquellas que afectan directamente el nódulo sinusal o su irrigación, como la cirugía de Fontan.

La indicación predominante en la serie de este estudio fue el bloqueo aurículo-ventricular de alto grado, aproximadamente 3 de cada 4 casos, seguido por la enfermedad del nodo sinusal. Esto es también lo que informan series más numerosas aunque seleccionadas por el centro de referencia que informa^{3-6, 10-12}.

El hecho de que la principal indicación sea el trastorno de la conducción AV explica la necesi-

dad habitual de poner un sistema que estimule a nivel ventricular, esto es modo DDD, VDD o VVI. Los sistemas que solo sensan y estimulan aurícula (AAI) se indican cuando la enfermedad se localiza en el nódulo sinusal con la conducción AV intacta.

La vía epicárdica fue la estrategia más utilizada (61%) y particularmente en edades tempranas, mientras que los abordajes endovasculares se concentraron en niños mayores. Cuando surge la necesidad de implante de MPD los lactantes y hasta los 3 a 4 años, no tienen el tamaño suficiente corporal ni de los accesos para hacer implantes endovasculares.

No hay una edad ni un peso categóricos en que se decida una vía u otra y ello ha variado en el tiempo. A medida que el tamaño de los dispositivos y el perfil de los electrodos fue disminuyendo se tendió a utilizar la vía endovascular más temprano. Luego se vio el inconveniente de ocupar e inutilizar precozmente un acceso venoso, en pacientes que requerirán estimulación el resto de su vida. Ahora se tiende a demorar más la técnica endo-vascular, aprovechando más tiempo la epicárdica.

La tasa de complicaciones mayores inmediatas en toda la serie fue 4% y la mortalidad también 4%. Son cifras importantes a analizar en el contexto en que se realizan las indicaciones de implante. Los cuatro casos ocurrieron en pacientes en que se realizó abordaje epicárdico, lo que da una incidencia de eventos adversos graves en este subgrupo de 12%. No alcanzó una diferencia significativa con el abordaje endovascular ($p=0.146$), probablemente por el bajo número de casos. El mayor riesgo del abordaje epicárdico es un hecho bien establecido en la literatura y también está asociada a morbilidad y mortalidad en niños con cardiopatías congénitas^{2, 5, 6, 11, 12}.

En las variables consideradas la única que se encontró asociada con la vía de abordaje fue la edad. Es coherente con el hecho de que se escoge el abordaje epicárdico en los niños más pequeños.

En todas las series encontradas predomina ampliamente el modo de estimulación monocameral ventricular (VVI) y particularmente cuando se realizan abordajes epicárdicos. En esta serie se encontró que apenas supera la mitad (54%) y sin una diferencia favorable al modo

epicárdico^{2,4,11,12}. Habría que investigar más sobre ésta práctica que no parece alinearse con lo que se realiza en otros sitios. Es deseable conservar la sincronía aurículo-ventricular, pero en niños pequeños eso es a costa de más material y por lo tanto más complicaciones. Sería un punto a atender dada la frecuencia de eventos adversos encontrada.

Entre las fortalezas se destaca la cobertura nacional y el período prolongado de inclusión. Ello permite estimar una tasa robusta, que no ha sido informada de esta manera por otros países.

Una limitación a considerar es que la información se obtuvo de registros que tienen un carácter fuertemente administrativo. Los médicos actuantes están obligados a completar formularios, establecidos por la autoridad sanitaria, en base a los cuales se decide la autorización y posterior pago de los procedimientos. La información allí volcada puede no ser totalmente coincidente con la de la historia clínica del paciente y tampoco tiene todos los datos clínicos que interesaría analizar. Un ejemplo de ello es que no pudimos precisar el tipo de cardiopatía que tenían. Tampoco contamos con un informe detallado del electrocardiograma.

Otra limitación es que no tenemos el seguimiento luego del alta. Las complicaciones informadas son solo al alta del implante. La frecuencia encontrada de complicaciones no tiene relación con series que sigan los pacientes en ambulatorio^{5,6} y no incluyen las reintervenciones que se producen.

Finalmente se debe establecer que, a pesar del período prolongado e incluir todo el país, las cifras son pequeñas y ello impide análisis más detallados.

Los hallazgos proveen un punto de referencia para planificar recursos humanos y materiales, incluyendo disponibilidad de quirófano pediátrico, médicos capacitados en las distintas vías de abordaje y en cuidados post-implante. La baja tasa encontrada lleva a pensar es deseable que todos los implantes se concentren en un solo centro que pueda adquirir la mejor experiencia.

En conclusión, la tasa específica de implantes de MPD en niños y adolescentes ≤ 15 en los

últimos 10 años fue 7.62 por millón. La mayor proporción de pacientes se implantan en el primer año de vida y tienen una cardiopatía estructural conocida. La principal indicación son los trastornos de conducción aurículo-ventriculares y la vía de abordaje epicárdica. Hay características similares a series seleccionadas internacionales y otras a analizar con más información procedente de los centros. Este trabajo aporta información epidemiológica para la evaluación de resultados y toma de decisiones.

Agradecimientos: Al Fondo Nacional de Recursos por haber compartido la información de sus registros.

Conflicto de intereses: Todos los autores son cardiólogos o cirujanos cardíacos que trabajan realizando implantes en niños en uno o varios centros. Alejandro Cuesta es presidente de la Comisión Honoraria para la Salud Cardiovascular, entidad pública no estatal, nombrado por el gobierno nacional. Alejandro Cuesta y María José Arocena han recibido apoyo económico para la concurrencia a eventos científicos de la empresa Arcos SA, representante de Medtronic en Uruguay.

Bibliografía

1. Shah MJ, Silka MJ, Silva JNA, et al. 2021 PACES Expert Consensus Statement on the Indications and Management of Cardiovascular Implantable Electronic Devices in Pediatric Patients: Developed in collaboration with and endorsed by the Heart Rhythm Society (HRS), the American College of Cardiology (ACC), the American Heart Association (AHA), and the Association for European Paediatric and Congenital Cardiology (AEPC) Endorsed by the Asia Pacific Heart Rhythm Society (APHRS), the Indian Heart Rhythm Society (IHRS), and the Latin American Heart Rhythm Society (LAHRS). *JACC Clin Electrophysiol* 2021; 7: 1437-72.
2. Costa R, Silva KRD, Martinelli Filho M, Carrillo R. Minimally invasive epicardial pacemaker implantation in neonates with congenital heart block. *Arq Bras Cardiol* 2017; 109: 331-9.
3. Jičínský M, Kubuš P, Pavlíková M, Ložek M, Janoušek J. Natural history of nonsurgical complete atrioventricular block in children and predictors of pacemaker implantation. *JACC Clin Electrophysiol* 2023; 9: 1379-89.
4. Silvetti MS, Drago F, Grutter G, De Santis A, Di Cionno V, Ravà L. Twenty years of paediatric cardiac pacing: 515 pacemakers and 480 leads implanted in 292 patients. *Europace* 2006; 8: 530-6.
5. Wilhelm BJ, Thöne M, El-Scheich T, Livert D, Angelico R, Osswald B. Complications and Risk Assessment of 25 Years in Pediatric Pacing. *Ann Thorac Surg* 2015; 100: 147-53.
6. Konta L, Chubb MH, Bostock J, Rogers J, Rosenthal E. Twenty-seven years experience with transvenous pacemaker implantation in children weighing <10 kg. *Circ Arrhythm Electrophysiol* 2016; 9: e003422.
7. Ríos M, Segura G, Chiesa P, Cuesta A. Implante primario de marcapasos definitivo cardíaco en población pediátrica y evolución: Experiencia de 15 años en centro de referencia cardiológico pediátrico en Uruguay. (Resumen) *Rev Uru Cardiol* 2021;36(Sup1). En: <https://suc.org.uy/sites/default/files/cs2021/temaslibres/19.pdf>; consultado agosto 2026.
8. Chiesa P, Cuesta A, Dutra S, Matto S, Morales J, Giudice J. Miocardiopatía dilatada en la edad pediátrica por marcapasos con estimulación en el ápex del ventrículo derecho. *Arch Pediatr Urug* 2008; 79: 125-38.
9. Swedish ICD & Pacemaker Registry. Annual Statistical Report 2023. Stockholm: Swedish ICD & Pacemaker Registry; 2024. En: www.pacemakerregistret.se/icdpmr/docbank.do; consultado agosto 2026.
10. National Congenital Heart Disease Audit. National Congenital Heart Disease Audit Final Report 2019. London: NICOR; 2020. En: https://scts.org/_userfiles/pages/files/congenital/nationalcongenitalheartdiseaseauditnchdafinal.pdf; consultado agosto 2026.
11. Silvetti MS, Drago F, Di Carlo D, Placidi S, Brancaccio G, Carotti A. Cardiac pacing in paediatric patients with congenital heart defects: transvenous or epicardial? *Europace* 2013; 15: 1280-6.
12. Bhattacharya D, Namboodiri N, Nair KKM, et al. Long-term outcome of permanent epicardial pacemaker implantation in neonates: Experience from an Indian center. *Ann Pediatr Cardiol* 2024; 17: 97-100.