



REVISTA DE LA FEDERACION ARGENTINA DE CARDIOLOGIA

Publicación oficial trimestral de la Federación Argentina de Cardiología

Vol. 54 | N° 2
Abril - Junio
2025

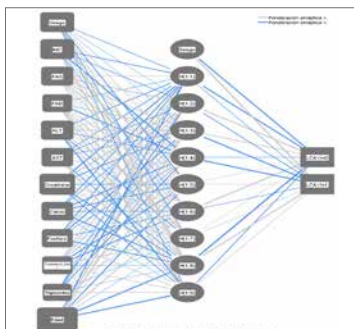
Versión electrónica:

ISSN 1666-5694

fac.org.ar/revista

Versión impresa:

ISSN 0326-646X



La Revista de la
Federación Argentina
de Cardiología,
adhiera a los
principios éticos
del Grupo Heart.

*Full English
text available*

Indizada en
• Free Medical Journals
• IMBIOMED
• Latindex
• Lilacs
• Periódica UNAM
• Scopus

EDITORIALES

Cardiomiopatía amiloide por transtiretina: la importancia de la intervención temprana para mejorar el pronóstico.

Montserrat Carrillo Estrada y cols.

When distance is the enemy: barriers in the treatment of acute myocardial infarction

Claudio Tinoco Mesquita y cols.

ARTÍCULO DE REVISIÓN

Vacunación en prevención cardiovascular: una herramienta no siempre bien valorada

Gabriel M. Aisenberg

Cardiodesfibrilador implantable subcutáneo.

Evidencia clínica y recomendaciones

Rosmiro Javier Fernández y cols.

ARTÍCULOS ORIGINALES DE INVESTIGACIÓN

Excursión sistólica del anillo mitral en estenosis aórtica moderada-severa, bajo flujo y función sistólica conservada

Adrián Carlessi y cols.

Retraso en el traslado de pacientes con infarto en la región centro-norte de Santa Fe. Es hora de trabajar en redes.

Hominal Miguel y cols.

Cardiomiopatía amiloide por transtiretina: características y estadificación clínica, indicaciones para el tratamiento y mortalidad

Hugo R. Ramos y cols.

Registro multicéntrico de ablación con catéter en Argentina.

Trotta Omar y cols.

Prediciendo la rigidez arterial con perceptrón multicapa; un enfoque basado en datos clínicos.

Alberto Guevara Tirado

TOMA DE POSICION

Toma de posición conjunta sobre ecocardiografía e inteligencia artificial

Guillermo Aristimuño y cols.

IN MEMORIAM

Dr. Roberto Lang

NOVEDAD
TERAPÉUTICA

 **Bempenal**[®]
Ácido Bempedoico

 **Bempezet**[®]
Ácido Bempedoico
/ Ezetimibe

La meta es **POSIBLE**



Línea
Cardiometabólica

BEMPENAL[®]

PRESENTACIÓN
180 mg x 30 comprimidos.



INFORMACIÓN
PARA PRESCRIBIR
BEMPENAL[®]
ESCANEE EL CÓDIGO QR

BEMPEZET[®]

PRESENTACIÓN
180 mg / 10 mg x 30 comprimidos.



INFORMACIÓN
PARA PRESCRIBIR
BEMPEZET[®]
ESCANEE EL CÓDIGO QR

Productos comercializados por Laboratorios RAFFO.

MATERIAL EXCLUSIVO PARA PROFESIONALES DE LA SALUD.

Para reportar un evento adverso o queja de producto favor de enviar un correo a: fvigilancia@raffo.com.ar



WWW.RAFFO.COM.AR

NUESTRA CALIDAD RESPALDA SU CONFIANZA

Información Disponible Para Profesionales: **Dpto. Médico RAFFO: Tel (011) 4509-7100**
Complejo Empresarial Urbana 1. Int. Cnel. Amaro Ávalos 2829 3° Piso (B1605 EBQ)
Munro / Buenos Aires / Argentina.



REVISTA DE LA FEDERACION ARGENTINA DE CARDIOLOGIA

Volúmen 54 N°2
Abril - Junio 2025
ISSN 0326-646X

Autoridades de la Revista

Editor Jefe

• Daniel Piskorz
Sanatorio Británico de Rosario

Editor Asociado

• Eduardo R Perna
Instituto de Cardiología J. F. Cabral - Corrientes

Editores Eméritos

• Fernando de la Serna (1970-1975) †
• Horacio Cingolani (1975-1976) †
• Osvaldo Robiolo (1976-1982) †

• Carlos Baudino (1982-1985) †
• Raúl Breglia (1985-2005)

• Luis Guzmán (2005-2010)
• Héctor Lucas Luciardi (2010-2021) †

Editores Asociados por Áreas Temáticas

Cardiopatía Isquémica - Intervenciones Percutáneas

Stella M Macín
Hugo Ramos

Insuficiencia Cardíaca + Hipertensión Pulmonar

Eduardo R Perna
Lilia L. Lobo Márquez

Imágenes Cardíacas

Aldo Prado
Jorge Camilletti

Arritmias y Electrofisiología

José Luis Serra
Francisco Femenia

Cardiopatías Congénitas - Cardiología Pediátrica

Sandra Romero
Sofía Berman

Miocardopatías

Carlos Dumont
Javier Courtis

Epidemiología – Factores de riesgo – Prevención Cardiovascular

Ricardo López Santi
Gustavo Cerezo

Valvulopatías

Miguel Tibaldi
Jorge Parras

Informática – Tecnología

Roberto Lombardo
Armando Pacher

Comité Editorial Nacional

Luis Aguinaga
UNT-Universidad Nacional de Tucumán
Raúl Altman
UNT-Universidad Nacional de Tucumán
Juan Beloscar
UNR-Universidad Nacional de Rosario. Santa Fe
Mario Bendersky
UNC-Universidad Nacional de Córdoba
Julio Bono
Sanatorio Allende. Córdoba
Edmundo Cabrera Fisher
CONICET-UBA- Universidad Nacional de Buenos Aires
Eduardo Conci
Instituto Modelo de Cardiología. Córdoba
Daniel Corsiglia
UNLP-Universidad Nacional de La Plata
Carlos Cuneo
Instituto de Prevención Cardiovascular. Salta
Sergio Chaín
Centro Radiológico Méndez Collado. Tucumán
Rafael Díaz
ECLA-Estudios Clínicos de Latinoamérica
Adrián D'Ovidio
UCC-Universidad Católica de Cuyo

Eduardo Escudero
UNLP-Universidad Nacional de La Plata
Fernando Faccio
UNL-Universidad Nacional del Litoral
Eduardo Farías
UNN-Universidad Nacional del Nordeste
Gabriela Feldman
UNT-Universidad Nacional de Tucumán
Arturo Fernández Murga
Insitituto de Cardiología. Tucumán
Jorge Garguichevich
Hospital Privado de Rosario
Emilio Kuschnir
Córdoba
Hugo Londero
Sanatorio Allende. Córdoba
Alberto Lorenzatti
Instituto Médico DAMIC. Córdoba
Felipe Martínez
UNC-Universidad Nacional de Córdoba
José Milei
UBA-Universidad Nacional de Buenos Aires
Juan Muntaner
UNT-Universidad Nacional de Tucumán
Marcelo Orías
Yale University, New Haven, USA

Raúl Ortego
UNM- Universidad Nacional de Mendoza
Jorge Pasca
UBA-Universidad de Buenos Aires
Sergio V. Perrone
UCA-Universidad Católica Argentina
Ricardo Pichel
UF-Universidad Favaloro. Buenos Aires
Domingo Pozzer
Instituto de Cardiología JF Cabral. Corrientes
José Luis Ramos
Hospital Privado de Rosario
Alberto Robredo
Hospital Público Materno Infantil. Salta
Ricardo Ronderos
UNLP-Universidad Nacional de La Plata
José Sala
Instituto Modelo de Cardiología. Córdoba
Alberto Sampaolesi
UCC-Universidad Católica de Córdoba
Felipe Somoza
Hospital Materno Neonatal. Córdoba
Walter Stoerman
CIMAC-Centro Integral de Medicina de Alta Complejidad



REVISTA DE LA FEDERACION ARGENTINA DE CARDIOLOGIA

Volúmen 54 N°2
Abril - Junio 2025
ISSN 0326-646X

Comité Editorial Internacional

Juan Badimon Mount Sinai Hospital. New York, USA Adrián Baranchuk Canadá Josep Brugada Hospital Clinic. Barcelona, España Alain Carpentier Free University of Brussels, ULB Belgium Juan Chachques Pompidou Hospital, University of Paris Descartes, France Mario Cazzaniga España Costantino Costantini Fundación Costantino Costantini Curitiba, Brasil Alejandro De La Sierra University of Barcelona, España Marcelo Di Carli Harvard Medical School, Boston, MA, USA Edgardo Escobar Chile	Valentín Fuster School of Medicine at Mount Sinai New York, USA Mario García Montefiore Medical Center-Albert Einstein College of Medicine, NYC, USA Carlos García Guevara Cardiocentro Pediátrico "William Soler", La Habana, Cuba Mario González Milton S. Hershey Medical Center Penn State Health, USA Juan Carlos Kaski Inglaterra Vicente Lahera Universitat Autònoma de Barcelona, España Robert Lang † University of Chicago Hospital. Chicago, USA Marco A. Martínez Ríos México Carlos Martínez Sánchez Instituto Nacional de Cardiología, México	Alberto Morganti University of Milan, Italia Manlio Márquez Murillo México Natesa Pandian Tufts Medical Center - Boston, USA Andrés Pérez Riera Fundação do ABC Faculdade de Medicina, São Paulo, Brasil Leonard Reisen Israel Julio Sandoval Zárate Instituto Nacional de Cardiología, México Julián Segura Hospital 12 de Octubre, Madrid, España Gianni Tognoni Istituto Ricerche Farmacologiche Mario Negri, Milan, Italia Héctor Ventura University of Queensland New Orleans, USA Raúl Weiss Ohio State University, USA
--	--	--

Autoridades Comisión Directiva 2024-2025

Presidente Beder Gustavo Farez	Secretario Sergio Vissani	Tesorero Juan Pablo Albisu	Vocales Gustavo Vega Lucas Gutiérrez Amelia Laciari Lorena Atencio Andrea Astesiano
Vicepresidente 1° Diego Echazarreta	Pro-Secretario Magdalena Defeo	Pro-Tesorero Diego Martínez Demaría	
Vicepresidente 2° Mildren Del Sueldo			

Cronograma de distribución de la Revista de la Federación Argentina de Cardiología en su versión online

Vol. 54 de 2025

- > N° 1 · 30 de Marzo
- > N° 2 · 30 de Junio
- > N° 3 · 30 de Setiembre
- > N° 4 · 20 de Diciembre

> Suplemento 1

Manejo de la congestión en pacientes con insuficiencia cardíaca

> Suplemento 2

Shock cardiogénico complicando al infarto agudo de miocardio 2025

> Suplemento 3

Impacto del sedentarismo en la salud cardiovascular a lo largo de la vida.

> Suplemento 4

Uso de antagonistas de los receptores de mineralocorticoides en la insuficiencia cardíaca. Integrando a la Finerenona.

> Suplemento 5

Hipertensión arterial severa en guardia. Protocolo de conducta y tratamiento

PUBLICACIÓN OFICIAL DE LA FEDERACIÓN ARGENTINA DE CARDIOLOGÍA

Propiedad intelectual N° 157282

Gerencia Editorial: Bulnes 1004, 1176 Buenos Aires, Argentina. Tel/Fax: (011) 4866 5910 / (011) 4862 0935 / revista.fac.org@gmail.com

Editorial FAC: edifac@fac.org.ar / **Editor:** daniel.piskorz@hotmail.com / **fac.org.ar/revista** / **Diseño:** Mali Bernachea / malibernachea@gmail.com

Prohibida la reproducción total o parcial salvo autorización expresa de la Dirección de la Revista.

RIXaTYL

Rivaroxabán 2,5 • 10 • 15 • 20 mg

EFICIENCIA EN ANTICOAGULACIÓN

- Administración oral **una vez al día.**
- **Anticoagulación segura y efectiva.**

- **Sin necesidad de ajuste de dosis** ni controles periódicos.
- **Bajo riesgo** de interacciones medicamentosas.

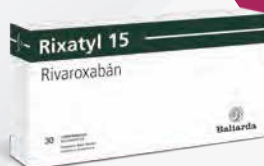
Presentaciones



| 60 comprimidos



| 15 y 30 comprimidos

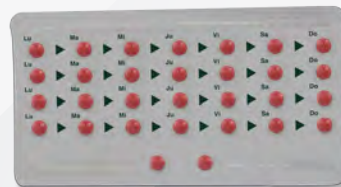


| 30 comprimidos



Tratamiento
mensual
asegurado

Blister Calendario Mensual.
Favorece la continuidad del tratamiento.



Información completa para prescribir
Material para uso exclusivo del Profesional facultado
para prescribir o dispensar medicamentos.
Prohibida su entrega a pacientes, consumidores
y/o el público en general.

Por tratarse de un producto nuevo,
Rixatyl se encuentra sujeto a un
Plan de Gestión de Riesgos (PGR)
aprobado por la ANMAT.

IOMA

PAMI
INSSJP



pap
Programa de ayuda
al paciente

MPN
MEDICAMENTOS
DE PRIMER NIVEL



Baliarda
Vida con salud
www.baliarda.com.ar



EDITORIALES

- 79-81 **Cardiomiopatía amiloide por transtiretina: la importancia de la intervención temprana para mejorar el pronóstico.**
• **Palabras clave:** Cardiomiopatía, amiloidosis, transtiretina.
Transthyretin amyloid cardiomyopathy: the importance of early intervention to improve prognosis
• **Keywords:** Cardiomyopathy, amyloidosis, transthyretin.
Montserrat Carrillo Estrada, Axel H. Hernández Pineda. México.
- 82-84 **When distance is the enemy: barriers in the treatment of acute myocardial infarction**
• **Keywords:** Infarction of right ventricle, STEMI, prognosis Myocardial infarction, Reperfusion, Health disparities, Telemedicine, Latin America.
Distancia es el enemigo: barreras en el tratamiento del infarto agudo de miocardio
• **Palabras clave:** Infarto agudo de miocardio, Reperusión, Inequidades en salud, Telemedicina, América Latina
Claudio Tinoco Mesquita, Carlos Henrique Bonfim Osaka. Brasil.
- 85-89 **Artículo de Revisión**
Vacunación en prevención cardiovascular: una herramienta no siempre bien valorada
• **Palabras clave:** Vacunación; influenza; COVID-19; SARS-COV-2; enfermedad cardiovascular.
Vaccination in cardiovascular prevention: a tool not always adequately appreciated
• **Keywords:** Vaccination; influenza; COVID-19; SARS-CoV-2; cardiovascular disease.
Gabriel M. Aisenberg. Houston.. EE.UU
- 90-98 **Cardiodesfibrilador implantable subcutáneo. Evidencia clínica y recomendaciones**
• **Palabras clave:** Cardio desfibrilador implantable, cardio desfibrilador implantable subcutáneo, muerte súbita, desfibrilador.
Subcutaneous implantable cardioverter defibrillator. Clinical evidence and recommendations
• **Keywords:** Implantable cardioverter defibrillator, subcutaneous implantable cardioverter defibrillator, sudden cardiac death, defibrillator.
Rosmiro Javier Fernández, Daniel Víctor Ortigoza, Fernando Scazzuso. Buenos Aires. Argentina

ARTÍCULOS ORIGINALES DE INVESTIGACIÓN

- 99-104 **Excursión sistólica del anillo mitral en estenosis aórtica moderada-severa, bajo flujo y función sistólica conservada**
• **Palabras clave:** Estenosis aórtica, bajo flujo, fracción de eyección, strain longitudinal, ESPAM.
Mitral annular plane systolic excursion in moderate-severe aortic stenosis, low flow and preserved systolic function
• **Keywords:** Aortic stenosis, low flow, ejection fraction, longitudinal strain, MAPSE.
Adrián Carlessi, Juan Morbidoni, Evangelina Garelo, Bruno Strada, Leonel Perello. Santa Fe. Argentina
- 105-110 **Retraso en el traslado de pacientes con infarto en la región centro-norte de Santa Fe. Es hora de trabajar en redes.**
• **Palabras clave:** Infarto, Reperusión, Redes de atención del infarto agudo de miocardio.
Delay to reperfusion in patients with myocardial infarction in Santa Fe. It is time to develop a reperfusion network
• **Keywords:** Acute myocardial infarction, Reperfusion, Networks of care for myocardial infarction.
Hominal Miguel, Braidia Antonela, López Lautaro, Constantin Nahuel, Etchetto Fabricio. Santa Fe. Argentina.

Una nueva opción en betabloqueantes

MOINEL
B I S O P R O L O L

El justo balance
Cardiovascular

- ♥ Betabloqueante potente y de mayor afinidad por los receptores β_1 adrenérgicos.
- ♥ Confiable en pacientes con alteraciones de la glucemia y con dislipemias.
- ♥ Seguro en pacientes con insuficiencia renal, epoc y asma.
- ♥ Sin repercusiones en la función sexual y ortostatismo.

Se puede tomar con o sin alimentos.



Presentaciones

Moinel 2,5 mg: 30 comprimidos recubiertos.
Moinel 5 mg: 30 comprimidos recubiertos.
Moinel 10 mg: 30 comprimidos recubiertos.



MOINELD
BISOPROLOL FUMARATO - HIDROCLOROTIAZIDA 5-12,5 mg

Un complemento para el balance
Antihipertensivo y Cardiovascular

- ♥ Eficacia combinada durante 24 horas.
- ♥ Confiable en pacientes de cualquier sexo, edad o raza.
- ♥ Mayor tasa de pacientes que responden al tratamiento.

Se puede tomar con o sin alimentos.



Presentación

Moinel D 5/12,5 mg:
30 comprimidos recubiertos.

*Juntos para restablecer y
preservar la salud de
sus pacientes*



• Calidad • Tecnología • Innovación
• Servicio • Compromiso



ARTÍCULOS ORIGINALES DE INVESTIGACIÓN

- 111-117 **Cardiomiopatía amiloide por transtiretina: características y estadificación clínica, indicaciones para el tratamiento y mortalidad**

• **Palabras clave:** Miocardiopatía, amiloidosis, transtiretina, estadificación, mortalidad.

Transthyretin amyloid cardiomyopathy: clinical features and staging, indications for treatment and mortality

• **Keywords:** Cardiomyopathy, amyloidosis, transthyretin, staging, mortality.

Hugo R. Ramos, Víctor R. Balestrini, Félix Zelaya, Lorena C. Balestrini, Valeria Balestrini, Verónica Celorrio, Adriana Gigena, Marcelo Sagripanti, Luis Lema, Mariana Cruz, Marcos Baroni, Andrés de León, Eduardo C. Conci. Córdoba, Argentina.

- 118-127 **Registro multicéntrico de ablación con catéter en Argentina.**

• **Palabras clave:** Registro, Electrofisiología, Ablación por catéter.

Multicenter catheter ablation registry in Argentina

• **Keywords:** Registry, Electrophysiology, Catheter ablation.

Trotta Omar, Jurado Juan C, Moreno Gerardo, Medesani Luis, Delgado Lorena, Pozzer Domingo L, Reyes Gabriela, López Cabanillas Néstor, Cozzari Jennifer, Elencwajg Benjamín, Velasco Diego, Zabala Federico, Onetto Leonardo, Camerini Daniel, Monjes Enrique, Arabia Luis, Telechea Trentin Juan, César Cáceres Monié, Raña Ramón, Taquichiri Acuña Noemi, Pellizzón Oscar, Nannini Sebastián, Silvano Diangelo, Bravino María F, Díaz Uberti Pedro, Guzmán Juan P, Iván Tello Santacruz. Argentina

- 128-133 **Prediciendo la rigidez arterial con perceptrón multicapa; un enfoque basado en datos clínicos.**

• **Palabras clave:** Rigidez vascular; índice vascular cardio-tobillo; pruebas hematológicas; análisis de datos secundarios; redes neurales de la computación.

Predicting arterial stiffness with multilayer perceptron; a clinical data-driven approach

• **Keywords:** Vascular stiffness; cardio ankle vascular index; blood tests; secondary data analysis; neural networks, computer.

Alberto Guevara Tirado. Lima, Perú.

TOMA DE POSICION

- 134-144 **Toma de posición conjunta sobre ecocardiografía e inteligencia artificial**

• **Palabras clave:** Inteligencia artificial, ecocardiografía, aprendizaje automático, aprendizaje profundo.

Joint opinion document on echocardiography and artificial intelligence

• **Keywords:** Artificial intelligence, echocardiography, machine learning, deep learning.

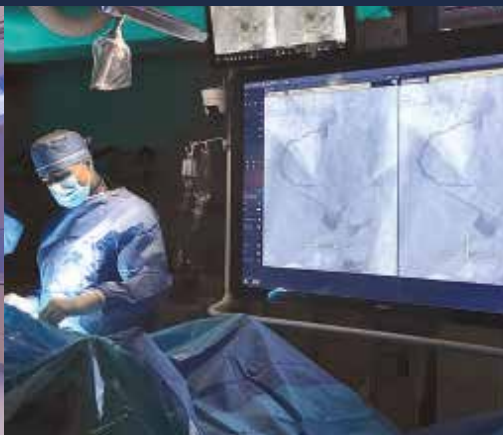
Guillermo Aristimuño, Jorge Parras, José Picco, Santiago Vigo, Jesica Aranda, Griselda Doxastakis, Augusto José Lépori. Revisión: Aldo Prado; revisión y aporte de imágenes: Roberto Lang †. Comité de Ecocardiografía. Comité de Innovación Tecnológica. FAC. Argentina

IN MEMORIAM

- 145 **Dr. Roberto Lang**

CARDIO LOUNGE

El primer espacio en Argentina diseñado para realizar **procedimientos cardiovasculares de alta complejidad de forma ambulatoria** de manera **segura**, posibilitando **internaciones breves** y potenciando la integración entre el paciente, su acompañante y el equipo de salud.



RADIAL LOUNGE

ARRITMIAS LOUNGE

INSUFICIENCIA CARDÍACA LOUNGE

El CARDIO LOUNGE optimiza la experiencia de nuestros pacientes, logrando resultados clínicos alineados a los más altos estándares internacionales.



¿Qué tienen
en común
tomar dos litros
de agua por día
y la Sal Light
Dos Anclas?

VOS.

Vos sos de los que eligen cuidarse.
Y nosotros de los que elegimos crear una sal para vos.
Una sal mucho más saludable, pura y con la mayor calidad.

Porque entre una vida llena de energía,
y la Sal Light Dos Anclas, hay algo en común.

Y SOS VOS.

Sal Light Dos Anclas.
Tenemos algo en común.



Dos anclas Light

Sugerimos que las personas con dieta restringida en sodio o potasio consulten a su médico.



Editorial

Los editoriales representan la opinión de el/los autor/es, no necesariamente las del Comité Editorial de la Revista FAC.

Cardiomiopatía amiloide por transtiretina: la importancia de la intervención temprana para mejorar el pronóstico.

Transthyretin amyloid cardiomyopathy: the importance of early intervention to improve prognosis

Montserrat Carrillo Estrada, Axel H. Hernández Pineda

Hospital de Cardiología, Centro Médico Nacional Siglo XXI, Instituto Mexicano del Seguro Social, ciudad de México.

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Recibido el 3 de Junio de 2025

Aceptado después de revisión
el 18 de Junio de 2025

www.revistafac.org.ar

El autor declara no tener
conflicto de intereses

RESUMEN

El artículo "Cardiomiopatía Amiloide por Transtiretina: características y estadificación clínica, indicaciones para el tratamiento y mortalidad" describe las características de 32 pacientes con diagnóstico no invasivo de cardiomiopatía amiloide por transtiretina (CM-ATTR). La mayor parte de los pacientes tenían el subtipo wild-type de CM-ATTR, presentaban clase funcional II de la NYHA, fracción de expulsión del ventrículo izquierdo preservada y hallazgos típicos de la enfermedad por resonancia magnética. La fibrilación auricular se presentó en 50% de los pacientes, mientras que 25% de ellos tenía estenosis aórtica moderada o severa. El sistema de estadificación NAC fue utilizado en estos pacientes para establecer su pronóstico, y 75% de los pacientes se encontraron en estadio I. Notablemente, solo 25% recibió tratamiento con el estabilizador de transtiretina tafamidis, y la mayor parte de los pacientes que murieron no tenían terapia modificadora de la enfermedad.

Palabras clave:

Cardiomiopatía,
amiloidosis,
transtiretina.

Transthyretin amyloid cardiomyopathy: the importance of early intervention to improve prognosis

ABSTRACT

The article "Transthyretin Amyloid Cardiomyopathy: clinical features and staging, indications for treatment and mortality" describes the clinical characteristics of 32 patients diagnosed non-invasively with transthyretin amyloid cardiomyopathy (ATTR-CM). Most patients had wild-type ATTR-CM and presented with New York Heart Association (NYHA) functional class II symptoms, preserved left ventricular ejection fraction, and typical cardiac magnetic resonance findings associated with the disease. Atrial fibrillation was present in 50% of the patients, while 25% had moderate or severe aortic stenosis. The NAC staging system was used in these patients to establish prognosis, with 75% of patients were classified as stage I. Notably, only 25% of patients received the transthyretin stabilizer tafamidis, and most of those who died had not received disease-modifying therapy.

Keywords:

Cardiomyopathy,
amyloidosis,
transthyretin.

La cardiomiopatía amiloide por transtiretina (CM-ATTR) ha tomado mayor importancia en los últimos años debido a los avances en el diagnóstico no invasivo y el tratamiento, así como la mayor concientización sobre la enfermedad. Esta patología se caracteriza por un plegamiento anómalo de la transtiretina, proteína sintetizada principalmente en el hígado, lo que conduce a la formación de un material llamado amiloide, que se deposita en el intersticio entre los

cardiomiocitos. Lo anterior, puede conducir a una miocardiopatía restrictiva, la cual tiene un pronóstico sombrío si es detectada en etapas avanzadas¹.

En el artículo "Cardiomiopatía Amiloide por Transtiretina: características y estadificación clínica, indicaciones para el tratamiento y mortalidad", los autores presentan los resultados de una investigación retrospectiva que describe las características clínicas, el tratamiento y la mortalidad de

una cohorte de pacientes con este diagnóstico². Gran parte de la información actual acerca de la CM-ATTR es derivada precisamente de estudios unicéntricos, observacionales y registros, que permiten conocer el comportamiento contemporáneo de esta patología.

Los 32 pacientes incluidos fueron diagnosticados mediante una modalidad no invasiva, con un estudio de gammagrafía con radiotrazador con avidéz ósea positivo (grado 2 o 3 de Perugini), excluyendo componente monoclonal con determinación de cadenas ligeras séricas, así como electroforesis con inmunofijación sérica y urinaria. Lo anterior destaca la utilidad actual del uso del gammagrama con pirofosfatos para el diagnóstico no invasivo de esta entidad, recordando que en algunos casos con resultados no concluyentes aún se requerirá la confirmación histológica de amiloidosis cardiaca³.

En este estudio, en los pacientes en quienes se realizó la prueba genética para detectar los casos de CM-ATTR hereditaria, se encontró la mutación Val30Met en un 6.2% de los casos. La mitad de los pacientes incluidos en esta cohorte se encontraban en clase funcional II de la New York Heart Association, y las manifestaciones extracardíacas más frecuentes fueron los trastornos digestivos, el síndrome del túnel del carpo y la presencia de neuropatía periférica. Todos los pacientes presentaron un electrocardiograma de superficie anormal. En cuanto a los estudios de imagen, los pacientes presentaron fracción de expulsión del ventrículo izquierdo preservada en la mayor parte de los casos; con una mediana de E/e' de 16.5 y una mediana de strain global longitudinal de -9.5%, lo que traduce el incremento importante en las presiones de llenado ventricular izquierdo, así como el deterioro de las fibras de deformación longitudinal. Se realizó resonancia magnética cardiaca en el 50% de los casos, observando hallazgos típicos, lo que sugiere un estado manifiesto de la enfermedad. La mayor parte de los pacientes con fracción de expulsión reducida fallecieron en el seguimiento.

Un hallazgo muy relevante es que la mitad de los pacientes incluidos tenían fibrilación auricular y una cuarta parte presentaban estenosis aórtica moderada o severa. Dado el alto riesgo tromboembólico que acompaña a la CM-ATTR, la anticoagulación en pacientes que se presentan con fibrilación auricular está indicada en todos los pacientes, independientemente del riesgo estimado por escalas como CHA₂DS₂-VA; las estrategias farmacológicas para el control del ritmo o la frecuencia deben ser utilizadas con cautela, debido a la poca tolerancia de los fármacos cronotrópicos negativos en esta población⁴. La estenosis aórtica que coexiste con CM-ATTR, se asocia con una alta tasa de eventos cardiovasculares adversos y mortalidad; en estos casos el implante valvular transcáteter ha demostrado ser una opción de tratamiento factible, añadido a la terapia modificador de la enfermedad⁵.

Existen diversas publicaciones enfocadas en la estratificación del riesgo de los pacientes con amiloidosis cardiaca por transtiretina; las diversas escalas disponibles incluyen

características clínicas y bioquímicas, tales como la estimación de la función renal y la determinación de biomarcadores de daño miocárdico (troponinas y péptido natriurético). En esta investigación, se utilizó la escala británica del National Amyloidosis Centre, que incluye 3 estadios y toma en cuenta el NT-proBNP (con un punto de corte de 3000 ng/L) y la tasa de filtrado glomerular (punto de corte de 45 ml/min)⁶. Se encontró que tres cuartas partes de los pacientes estaban en estadio I. Lo anterior probablemente traduce el impacto que tienen los nuevos métodos diagnósticos que permiten una detección de esta enfermedad en estadios menos avanzados. Recientemente, también se ha propuesto la estimación del riesgo con la clasificación de insuficiencia cardiaca del American College of Cardiology / American Heart Association, demostrando que tiene un buen desempeño para la predicción de mortalidad en pacientes con CM-ATTR⁷.

En los pacientes incluidos, solo una cuarta parte tenía terapia modificadora de la enfermedad con tafamidis, un estabilizador del tetrámero de transtiretina, indicado en el tratamiento de la amiloidosis cardiaca por transtiretina tanto wild-type como hereditaria³. Recientemente el estudio ATTRIBUTE – CM, demostró la eficacia de acoramidis, otro estabilizador de gran afinidad para la transtiretina, en términos de mortalidad, morbilidad y funcionalidad contra placebo⁸. También, en el ensayo clínico HELIOS-B se demostró que el uso de vutrisiran, un agente terapéutico de interferencia de ARN, redujo la mortalidad por cualquier causa los eventos cardiovasculares en pacientes con amiloidosis cardiaca por transtiretina wild-type y hereditaria, incluso en aquellos que no tenían tratamiento con tafamidis⁹. Lo anterior lo convierte en una alternativa terapéutica prometedora.

Es importante resaltar que en esta cohorte la mayor parte de los pacientes que murieron no tenían tratamiento con tafamidis. Idealmente, los grandes avances para lograr un diagnóstico precoz de la CM-ATTR deben ir seguidos del inicio del tratamiento modificador de la enfermedad. Es de particular importancia reconocer las barreras que pueden existir en el entorno para la administración de un fármaco que ha demostrado disminuir la mortalidad en los pacientes con CM-ATTR¹⁰. Estos estudios del mundo real visibilizan las brechas entre el desarrollo de nuevas terapias, su validación científica y su posterior implementación efectiva en la práctica clínica.

BIBLIOGRAFIA

1. García-Pavía P, Rapezzi C, Adler Y, et al. Diagnosis and treatment of cardiac amyloidosis. A position statement of the European Society of Cardiology Working Group on Myocardial and Pericardial Diseases. *Eur J Heart Fail* 2021; 23: 512 - 526.
2. Ramos HR, Balestrini VR, Zelaya F, et al. Cardiomiopatía amiloide por transtiretina: características y estadificación clínica, indicaciones para el tratamiento y mortalidad. *Rev Fed Arg Cardiol* 2025; 54:

3. Kittleson MM, Ruberg FL, Ambardekar AV, et al. 2023 ACC Expert Consensus Decision Pathway on Comprehensive Multidisciplinary Care for the Patient with Cardiac Amyloidosis: A Report of the American College of Cardiology Solution Set Oversight Committee. *J Am Coll Cardiol* **2023**; 81: 1076 - 1126.
4. Arbelo E, Protonotarios A, Gimeno JR, et al. ESC Scientific Document Group , 2023 ESC Guidelines for the management of cardiomyopathies: Developed by the task force on the management of cardiomyopathies of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J* **2023**; 44: 3503 – 3626.
5. Jaiswal V, Agrawal V, Khulbe Y, et al. Cardiac amyloidosis and aortic stenosis: a state-of-the-art review. *Eur Heart J Open* **2023**; 3: oead106.
6. Gillmore JD, Damy T, Fontana M, et al. A new staging system for cardiac transthyretin amyloidosis. *Eur Heart J* **2018**; 39: 2799 - 2806.
7. Zampieri M, Del Franco A, Biagioni G, et al. The American College of Cardiology / American Heart Association Heart Failure Staging System Highlights Diagnostic Delay and Predicts Outcome in Transthyretin Cardiac Amyloidosis. *Mayo Clin Proc* **2025**; S0025-6196(24)00652-9.
8. Gillmore JD, Judge DP, Cappelli F, et al. ATTRIBUTE-CM Investigators. Efficacy and Safety of Acoramidis in Transthyretin Amyloid Cardiomyopathy. *N Engl J Med* **2024**; 390: 132 -142.
9. Fontana M, Berk JL, Gillmore JD, et al; HELIOS-B Trial Investigators. Vutrisiran in Patients with Transthyretin Amyloidosis with Cardiomyopathy. *N Engl J Med* **2025**; 392: 33 - 44.
10. Maurer MS, Schwartz JH, Gundapaneni B, et al. ATTR-ACT Study Investigators. Tafamidis Treatment for Patients with Transthyretin Amyloid Cardiomyopathy. *N Engl J Med* **2018**; 379: 1007 - 1016.

Editorial

Los editoriales representan la opinión de el/los autor/es, no necesariamente las del Comité Editorial de la Revista FAC.

When distance is the enemy: barriers in the treatment of acute myocardial infarction

Cuando la distancia es el enemigo: barreras en el tratamiento del infarto agudo de miocardio

Claudio Tinoco Mesquita, Carlos Henrique Bonfim Osaka.

Departamento de Radiología, Universidade Federal Fluminense, Health, Science & Education Lab, Hospital Universitário Antônio Pedro, Hospital Pró-Cardíaco, Rio de Janeiro, Brasil

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Recibido el 6 de Junio de 2025
Aceptado después de revisión
el 21 de Junio de 2025
www.revistafac.org.ar

Los autores declaran no tener
conflicto de intereses

Keywords:

Myocardial infarction,
Reperfusion,
Health disparities,
Telemedicine,
Latin America.

Palabras clave:

Infarto agudo de miocardio,
Reperusión,
Inequidades en salud,
Telemedicina,
América Latina

ABSTRACT

Cardiovascular disease is the leading cause of death in Latin America, and ST-segment elevation myocardial infarction (STEMI) accounts for a large portion of this burden. The editorial comments on a study that examined how distance from the healthcare center affects reperfusion time and clinical outcomes in Santa Fe, Argentina. Results show that delays in care increase with distance, reducing the chances of reperfusion. A survey also identified major structural barriers, including lack of cardiologists and thrombolytics in first-contact centers. The editorial emphasizes the need for regional infarction networks, use of telemedicine to interpret ECGs, wider availability of thrombolytics, and clear referral protocols. These findings highlight how disparities in access to care adversely affect outcomes and provide actionable strategies to improve cardiovascular prognosis in Latin America. The study demonstrates that addressing geographic and structural barriers is essential to reduce inequities and improve survival in patients with acute myocardial infarction.

Cuando la distancia es el enemigo: barreras en el tratamiento del infarto agudo de miocardio

RESUMEN

La enfermedad cardiovascular es la principal causa de muerte en América Latina, y el infarto agudo de miocardio con elevación del ST (IAMCEST) representa una proporción significativa de esta carga. El estudio comentado analiza el impacto de la distancia entre el domicilio del paciente y el centro asistencial en los tiempos de reperusión y desenlaces clínicos en Santa Fe, Argentina. Los resultados muestran que el retraso en la atención aumenta con la distancia, comprometiendo el acceso a la reperusión. Además, una encuesta reveló barreras estructurales, como la falta de cardiólogos y trombolíticos en los centros de primer contacto. Se destaca la necesidad de redes regionales de infarto, telemedicina para interpretación de ECG, mayor disponibilidad de trombolíticos y protocolos claros de referencia. Este análisis resalta cómo las desigualdades en el acceso empeoran los desenlaces y plantea estrategias para mejorar el pronóstico poblacional en América Latina.

"They always say time changes things, but you actually have to change them yourself"

Andy Warhol

Acute Myocardial Infarction (AMI) is the leading cause of death from cardiovascular diseases (CVD). Latin America has one of the highest global rates of cardiovascular mortality, with myocardial infarction standing out, surpass-

ing even the average mortality rates of developing regions in Asia and being four times higher than in high-income countries¹. In Argentina, cardiovascular diseases are responsible for approximately 30% of deaths in the country, highlighting a serious public health issue². A recent meta-analysis showed that the in-hospital mortality rate for ST-segment elevation myocardial infarction (STEMI) in Argentina ranged from 8.0% to 14.0%, with a pooled average

of 9.6%—figures like those observed in Brazil but higher than those in high-income countries³. Among the possible causes of this higher in-hospital mortality are the lower use of reperfusion therapies, such as primary angioplasty and fibrinolysis, as well as delays in care and structural barriers within the health system³.

We must congratulate the authors on the publication of the study: 'Delay in the transfer of patients with infarction in the central-north region of Santa Fe. It is time to work in networks.' The study draws attention to an important issue: the impact of the distance between a patient's residence and the healthcare center on the outcomes of acute myocardial infarction treatment. This is an observational, retrospective, single-center study conducted between 2016 and 2023, involving 415 patients with ST-segment elevation myocardial infarction (STEMI) admitted to a coronary unit in Santa Fe, Argentina. Patients were classified into four zones based on their distance from the center (Z1: Santa Fe; Z2: ≤100 km; Z3: 101–200 km; Z4: >200 km). Clinical data, time to reperfusion, in-hospital events, and reasons for no reperfusion were analyzed. In addition, a telephone survey was conducted with 73 referring centers to identify logistical barriers. The main finding was that the time from symptom onset to admission increased progressively with distance (Z1: 4h; Z4: 16h), which impacted the reperfusion rate — 70.1% — with the main reason for no reperfusion being arrival outside the therapeutic window (60.5%). The survey of the centers revealed a shortage of specialists, lack of thrombolytics, and logistical failures as recurring barriers⁴.

In addition to clinical analyses, the authors conducted a telephone survey with coronary care units. The results revealed significant deficiencies: 34.2% of the centers did not have cardiologists on staff, and 50.7% had limited temporary hospitalization capacity, highlighting the fragility of the healthcare network. The study's findings underscore the importance of an organized healthcare system with specialized support to improve patient prognosis.

WHAT ARE THE MAIN LEARNING POINTS FROM THE STUDY?

The main learning point is the confirmation that distance directly impacts the time to reperfusion and is an important predictor of delay in the treatment of acute myocardial infarction⁵. It was observed that patients transferred from more distant regions had higher mortality and more in-hospital complications (heart failure, cardiogenic shock, lower ejection fraction). Another important insight is that the lack of specialists, lower use of thrombolytics, and insufficient coordination between care centers are systematic barriers contributing to delays. Most of the non-reperfused cases occurred due to arrival outside the therapeutic window, highlighting failures in care logistics.

The study reports how the lack of specialized professionals in primary care centers represents a serious issue for confirming the diagnosis of myocardial infarction (MI).

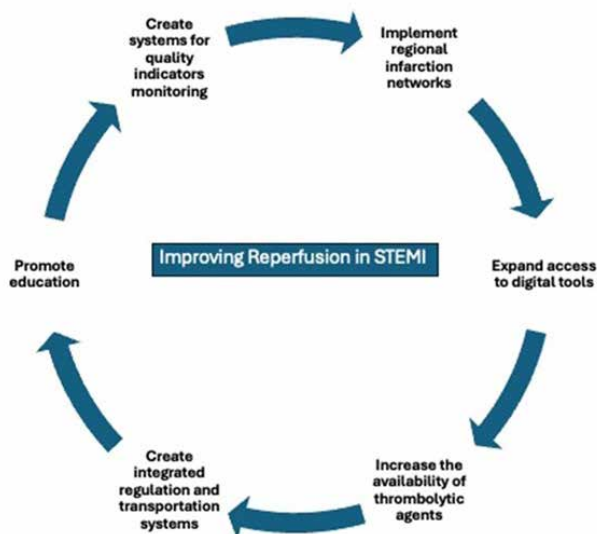


FIGURA 1.

Potentially useful actions to improve the chances of early reperfusion in STEMI.

STEMI: ST-segment elevation myocardial infarction

In the same direction, Diercks et al, highlighted how delays in ECG interpretation during STEMI affect therapeutic prognosis, even when the patient is within the therapeutic window⁶. The absence of cardiologists in primary care centers, as pointed out in the current study, is a significant barrier to the prompt confirmation of MI diagnosis through electrocardiogram (ECG). This delay in ECG interpretation and therapeutic decision-making contributes to postponing the implementation of the most appropriate reperfusion strategy, whether thrombolysis or transfer to a center with angioplasty capability. Both studies, therefore, converge on the idea that the shortage of qualified professionals leads to critical delays in the diagnosis and treatment of MI, which, in turn, is associated with worse clinical outcomes, including a higher risk of complications such as cardiogenic shock and increased mortality. This adverse scenario is not exclusive to Argentina—it is shared by many countries in Latin America and demonstrates the urgent need to reduce disparities in access to emergency cardiovascular care in Latin America to improve patient outcomes^{7,8}.

HOW CAN WE USE THIS INFORMATION TO PROPOSE IMPROVEMENTS THAT IMPACT POPULATION HEALTH OUTCOMES?

Some potentially useful actions to improve the chances of early reperfusion in STEMI (*Figure 1*):

- 1) Implement regional infarction networks with clear triage and referral protocols based on geography and the technical capacity of centers.
- 2) Expand access to digital tools that support electrocardiogram interpretation, such as telemedicine or artificial intelligence, especially in primary care centers, for early diagnosis (ECG interpretation) and shared decision-making on therapy.

- 3) Increase the availability of thrombolytic agents in first-contact centers, with ongoing team training for their safe and effective use.
- 4) Create integrated regulation and transportation systems between lower- and higher-complexity centers, with clear clinical criteria not based on financial coverage.
- 5) Promote education for the population and healthcare professionals about early symptom recognition and the importance of timely care.
- 6) Finally, create systems that enable continuous monitoring of quality indicators in the care of myocardial infarction patients, such as door-to-balloon time, reperfusion rates, and adjusted mortality, to evaluate the impact of implemented interventions.

Studies like this one are fundamental, as they provide concrete data to highlight critical gaps in acute myocardial infarction care and point to opportunities for improvement. Improving outcomes requires a multifaceted approach that integrates educational actions, prevention strategies, early diagnosis, timely treatment, strengthened infrastructure, and continuous quality monitoring. Transforming the current scenario demands the implementation of well-structured networks, with clear protocols for the rapid recognition of infarction and prompt patient transfer. It is important to ensure greater access to cardiologists—either in person or via telemedicine—for appropriate support in decision-making⁷. Likewise, expanding the availability of thrombolytics in lower-complexity units is a strategic measure to increase access to reperfusion and reduce preventable mortality. As Andy Wharol said: Time won't change anything on its own; we need to take deliberate steps to reshape the present.

BIBLIOGRAFIA

1. Naghavi M, Ong KL, Aali A, et al. Global burden of 288 causes of death and life expectancy decomposition in 204 countries and territories and 811 subnational locations, 1990–2021: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021. *Lancet* **2024**; 403: 2100 – 2132.
2. Ferrante DTCD. ¿Cuántos infartos hay en la Argentina? *Rev Argent Cardiol*. **2007**; 75: 161 – 162.
3. Ives L, Ziegelmann PK, Ribeiro V, et al. Hospital Mortality from Myocardial Infarction in Latin America and the Caribbean: Systematic Review and Meta-Analysis. *Arq Bras Cardiol* **2022**; 119: 970 – 978.
4. Hominal M, Braida A, Lopez L, et al. Retraso en el traslado de pacientes con infarto en la región centro norte de SantaFe. Es hora de trabajar en redes. *Rev Fed Arg Cardiol* **2025**; 54(2): 105 - 110
5. Nicholson BD, Dhindsa HS, Roe MT, et al. Relationship of the distance between non-PCI hospitals and primary PCI centers, mode of transport, and reperfusion time among ground and air interhospital transfers using NCDR's ACTION registry-GWTG: A report from the American heart association mission: Lifeline program. *Circ Cardiovasc Interv* **2014**; 7: 797 –805.
6. Diercks DB, Kirk JD, Lindsell CJ, et al. Door-to-ECG time in patients with chest pain presenting to the ED. *Am J Emerg Med* **2006**; 24: 1 – 7.
7. Castillo Costa Y, Delfino F, Mauro V, et al. Clinical characteristics and evolution of patients with cardiogenic shock in Argentina in the context of an acute myocardial infarction with ST segment elevation. Data from the nationwide ARGEN-IAM-ST Registry. *Curr Probl Cardiol* **2023**; 48: 101468.
8. Bruno TC, Bittencourt MS, Quidim AVL, et al. Prognosis Related to Reperfusion Therapy Post-Acute Coronary Syndrome in Secondary Care: Long-Term Survival Analysis in the ERICO Study. *Arq Bras Cardiol* **2023**; 120: :e20220849.

Artículo de Revisión

Vacunación en prevención cardiovascular: una herramienta no siempre bien valorada

Vaccination in cardiovascular prevention: a tool not always adequately appreciated

Gabriel M. Aisenberg

Departamento de Medicina Interna, Universidad de Texas en Houston.

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Recibido el 23 de Abril de 2025

Aceptado después de revisión

el 8 de Mayo de 2025

www.revistafac.org.ar

El autor declara no presentar conflictos de interés.

Palabras clave:

Vacunación;
influenza;
COVID-19;
SARS-CoV-2;
enfermedad cardiovascular.

Keywords:

Vaccination;
influenza;
COVID-19;
SARS-CoV-2;
cardiovascular disease.

RESUMEN

La enfermedad coronaria crónica y la insuficiencia cardíaca siguen siendo causas principales de morbilidad y mortalidad en los países occidentales. Más allá de los tratamientos tradicionales, han emergido estrategias complementarias, como la vacunación, con un impacto significativo en la protección cardiovascular. Esta revisión analiza la relación entre diversas vacunas —especialmente las de influenza, SARS-CoV-2, neumococo y herpes zóster— y la prevención de eventos cardiovasculares y cerebrovasculares, tanto en prevención primaria como secundaria. Se exploran los mecanismos fisiopatológicos que vinculan las infecciones respiratorias con eventos agudos como infarto de miocardio y accidente cerebrovascular, así como la evidencia clínica que respalda el uso de vacunas en pacientes con enfermedades cardiovasculares preexistentes. También se abordan los efectos adversos reportados, que, aunque poco frecuentes, han generado atención mediática y científica. Por último, se examina la resistencia a la vacunación, sus causas socioculturales y el papel central que tienen los profesionales de la salud para contrarrestarla mediante la educación y el fortalecimiento de la confianza médico-paciente. En conjunto, la vacunación se presenta no solo como una herramienta clave para prevenir enfermedades infecciosas, sino también como una estrategia eficaz para reducir la carga cardiovascular en poblaciones vulnerables.

Vaccination in cardiovascular prevention: a tool not always adequately appreciated

ABSTRACT

Chronic coronary artery disease and heart failure remain leading causes of morbidity and mortality in Western countries. Beyond conventional treatments, complementary strategies such as vaccination have shown significant cardiovascular benefits. This narrative review explores the relationship between several vaccines—particularly those for influenza, SARS-CoV-2, pneumococcus, and herpes zoster—and the prevention of cardiovascular and cerebrovascular events, both in primary and secondary prevention contexts. The pathophysiological mechanisms linking respiratory infections to acute events such as myocardial infarction and stroke are analyzed, as well as clinical evidence supporting vaccine use in patients with preexisting cardiovascular disease. Adverse effects, though rare, are also discussed, given their disproportionate media and scientific attention. Additionally, the article addresses vaccine hesitancy, examining its sociocultural determinants and emphasizing the crucial role of healthcare professionals in counteracting misinformation through education and strong patient-provider relationships. Overall, vaccination emerges not only as an essential tool for preventing infectious diseases, but also as an effective strategy to reduce the cardiovascular burden in high-risk populations.

INTRODUCCIÓN

La enfermedad coronaria crónica y la insuficiencia cardíaca continúan siendo las principales causas de mortalidad en los países occidentales. A pesar de los avances en el tratamiento estandarizado de ambas condiciones y de una reducción de la mortalidad atribuible de hasta el 25% en la última década, han surgido nuevas estrategias complementarias que no están directamente relacionadas con la fisiología cardiovascular, pero que han demostrado un impacto positivo en el manejo integral de estos pacientes. Entre estas estrategias se destaca la administración de diversas vacunas. Estas nos solo protegen a los pacientes vulnerables frente a las graves consecuencias de las enfermedades infecciosas prevenibles, sino que, como se verá, también se asocian con una reducción en la incidencia de infarto agudo de miocardio (IAM)^{1,2}. Esta revisión narrativa se centra en el impacto de la vacunación sobre el desarrollo de enfermedad coronaria, así como en su papel en la protección de individuos con enfermedad cardiovascular.

RELACIÓN ENTRE LAS ENFERMEDADES PREVENIBLES POR VACUNAS Y LA SALUD CARDIOVASCULAR

Desde finales de la década de 1970, existe evidencia experimental vinculando a ciertos virus, en particular el herpes virus, con el desarrollo de enfermedad aterosclerótica en modelos animales³. Posteriormente, observaciones epidemiológicas como el aumento estacional de la mortalidad de causa cardiovascular durante los meses de invierno en regiones frías de Europa, así como la identificación de factores procoagulantes asociados al IAM, sentaron las bases para investigar la relación entre las enfermedades infecciosas y la enfermedad cardiovascular subsiguiente^{4,5}.

Ya en el siglo XXI, el estudio FLUVACS demostró que la vacunación contra la influenza puede reducir hasta en un 75% la mortalidad a 6 meses y de cerca de un 50% la combinación de mortalidad, reinfarto, y rehospitalización por isquemia en pacientes post IAM o sometidos a angioplastia electiva, en comparación con aquellos no vacunados⁶.

Desde el año 2006, la Asociación Americana del Corazón respalda y promueve la vacunación anual contra la influenza en pacientes con enfermedad cardiovascular preexistente, basándose en la evidencia proveniente de estudios de cohorte y ensayos clínicos aleatorizados⁷. Esta recomendación se orienta a reducir tanto la morbilidad cardiovascular como la mortalidad general en esta población vulnerable.

EFICACIA DE LAS VACUNAS EN LA PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES CARDIOVASCULARES

Para comprender el efecto protector de ciertas vacunas sobre las enfermedades cardiovasculares, es fundamental analizar la relación fisiopatológica entre las infecciones prevenibles por vacunación y el compromiso del sistema cardiovascular.

En términos generales, las infecciones respiratorias graves suelen acompañarse de fiebre, hipoxemia, y una respuesta adrenérgica exacerbada, especialmente en presencia del síndrome séptico. Estos factores pueden desencadenar isquemia miocárdica por aumento en la demanda de oxígeno, dando lugar a IAM tipo 2. Además, la respuesta inflamatoria sistémica, mediada por citoquinas proinflamatorias y factores procoagulantes, favorece la disfunción endotelial y la formación de trombos. Interleucinas como la IL-1b, IL-6 y el factor de necrosis tumoral alfa (TNFa) tienen efectos proaterogénicos, promoviendo la infiltración de neutrófilos y monocitos en las placas ateroscleróticas, lo cual acelera su progresión y puede desencadenar IAM tipo 1.

Por otro lado, la replicación viral directa en los cardiomiocitos puede provocar miocarditis, arritmias ventriculares e insuficiencia contráctil. Asimismo, en pacientes con enfermedad coronaria crónica, los macrófagos presentes en las placas pueden suprimir la actividad de los linfocitos T helper, debilitando la respuesta inmunitaria antiviral⁸.

En el caso específico de la vacuna contra influenza, numerosos estudios observacionales y metaanálisis han mostrado una disminución de la mortalidad en pacientes con insuficiencia cardíaca con fracción de eyección reducida (<40%). Aunque no se han realizado estudios aleatorizados en este subgrupo, si existe evidencia sólida, tanto de estudios controlados como aleatorizados, que respalda su eficacia en la prevención primaria del IAM⁸. En pacientes post-IAM, la administración de la vacuna hasta 72 horas después del evento ha demostrado reducir en un 28% la mortalidad por todas las causas, así como la incidencia de nuevos IAM, y trombosis del stent hasta un año después del evento⁸. La vacunación antigripal también se ha asociado con una menor incidencia y gravedad de enfermedades cerebrovasculares (ECV), así como una reducción en el riesgo de hospitalización⁸.

En cuanto al neumococo (*Streptococcus Pneumoniae*), la relación con la enfermedad cardiovascular es bidireccional: la presencia de enfermedad cardiovascular agrava la evolución de la neumonía, y a su vez, esta se asocia con un mayor riesgo de síndrome coronario agudo (OR 3.02), ECV (OR 2.88), y mortalidad (3.22) en pacientes con neumonía aguda de la comunidad. La vacunación antineumocócica – ya sea mediante el esquema secuencial de 13 y 23 serotipos, o con la vacuna conjugada de 20 serotipos – está indicada en mayores de 65 años, así como en pacientes con inmunodeficiencias, fístulas de líquido cefalorraquídeo o implantes cocleares⁹. Un estudio prospectivo que evaluó la vacunación combinada contra influenza y neumococo reportó reducciones significativas en mortalidad (35%), ECV (33%), IAM (48%) y neumonía aguda (43%)⁸. Otros estudios también evidencian disminuciones relevantes en la tasa de hospitalización por insuficiencia cardíaca y otras causas entre los vacunados para neumococo.

Alrededor de 20% de pacientes hospitalizados con infección por virus SARS-CoV-2, agente causal del CO-

VID-19, han mostrado evidencia bioquímica de compromiso miocárdico y un aumento de la mortalidad. La heterogeneidad en la presentación de las formas severas de la enfermedad dificulta obtener datos precisos respecto de la incidencia real de compromiso cardiovascular en COVID-19. Sin embargo, se sabe que, en cohortes en los Estados Unidos, donde predomina la vacunación con vacunas mediadas por ARN mensajero, la inmunización parcial y completa se asocian con una incidencia progresivamente menor de eventos cardiovasculares mayores^{8,10}.

También se ha observado un creciente interés en el impacto, incluyendo hospitalización y muerte, del virus sincicial respiratorio (VSR), particularmente en pacientes con condiciones cardiovasculares preexistentes. Al igual que la influenza en décadas pasadas, los picos anuales de infección por VSR coinciden con un número mayor de casos de primer IAM, IAM recurrente, y ECV. Sin embargo, las nuevas vacunas contra VSR, que reducen la incidencia de infección pulmonar, no han aun demostrado efecto protector frente a las complicaciones cardiovasculares^{8,11}.

Finalmente, una revisión sistemática investigó la eficacia de la vacuna contra el herpes zoster en la prevención de infarto, insuficiencia cardíaca, eventos cardio y cerebrovasculares mayores, habiendo hallado solo dos estudios en los que se demostró una reducción cercana al 12% en la incidencia de ECV, o del 50% en el reporte de un nuevo ECV entre los vacunados mayores de 65 años¹².

EFFECTOS ADVERSOS DE LAS VACUNAS UTILIZADAS EN PACIENTES CON ENFERMEDADES CARDIOVASCULARES

Las vacunas representan, después del acceso al agua potable, la estrategia de salud pública más efectiva para reducir la morbilidad y mortalidad asociadas a enfermedades infecciosas. Desde mediados del siglo XX, múltiples vacunas han sido desarrolladas y ampliamente utilizadas: la vacuna contra el tétanos, difteria y tos convulsa comenzó a emplearse en 1940, con su formulación acelular (DTPa) introducida en 2005; las vacunas antigripales se aplican desde esa misma década; y la vacuna triple viral (sarampión, rubéola y paperas) se encuentra disponible en su versión actual desde 1971. Más recientemente, las vacunas contra el SARS-CoV-2 fueron autorizadas para su uso entre finales de 2020 y principios de 2021.

A pesar de la abrumadora evidencia sobre la eficacia de estas vacunas, la atención pública y científica a menudo se ha enfocado en sus efectos adversos, algunos de los cuales – aunque infrecuentes – han generado preocupación debido a su gravedad o repercusión mediática. En Estados Unidos, el Sistema de Notificación de Eventos Adversos a las Vacunas (VAERS, por sus siglas en inglés) permite que cualquier persona —profesionales de la salud, pacientes, cuidadores, educadores o fabricantes— pueda reportar posibles eventos adversos asociados a la vacunación (<https://vaers.hhs.gov>). De la existente documentación en dicha base de datos, o del estudio sistemático de casos y

cohortes, hoy se sabe que los efectos adversos cardiovasculares de las vacunas son escasos y fundamentalmente limitados a casos de miocarditis y pericarditis^{8,13}.

Cabe destacar que establecer una relación causal entre una vacuna y un efecto adverso específico resulta complejo en estudios epidemiológicos, debido a la falta de información mecanística que permita confirmar dicha conexión. En cambio, los reportes de casos y las series clínicas pueden aportar mayor claridad cuando existen criterios que respaldan la causalidad: una asociación temporal bien definida, evidencia fisiopatológica obtenida de modelos experimentales, y, de ser posible, la reproducibilidad del efecto adverso tras una nueva exposición al agente vacunante¹⁴.

En este marco, una revisión sistemática reciente recopiló reportes y series de pacientes que experimentaron eventos cardiovasculares luego de la vacunación, cuyos hallazgos se resumen en la **Tabla 1**¹³.

Por otro lado, se ha descrito un síndrome raro caracterizado por trombocitopenia y trombosis —frecuentemente con afectación de los senos venosos cerebrales— en asociación con vacunas contra el SARS-CoV-2 que emplean vectores adenovirales, como las desarrolladas por AstraZeneca y Johnson & Johnson⁸. Si bien estos eventos son

TABLA 1.

Reportes de casos de compromiso cardiovascular luego de vacunación

Tipo de vacuna	Número de estudios	Número de casos	Manifestación
Influenza	11	34	Miocarditis (2) Pericarditis (27) Derrame pericárdico (2) Takotsubo (2) Síndrome Kounis (1)
COVID sub tipo J&J:1 Pfizer: 35 Moderna: 26 Covishield: 4 CoronaVac: 1	18	67	Miocarditis (55) IAM (7) Síndrome Kounis (1) MINOCA (1) Pericarditis (2)
Viruela	20	232	Miocarditis (75) Pericarditis (7) Miopericarditis (121) Isquemia (26) Cardiopatía dilatada (2) Trigeminia (1) Taquicardia ventricular (1)
Neumococo	2	2	Miocarditis (1) Derrame pericárdico (1)
Tétanos	3	3	Miocarditis (2) Miopericarditis (1)
Colera	1	1	IAM (1)
Rabia	1	1	Miocarditis (1)

muy poco frecuentes, su identificación temprana ha permitido establecer protocolos específicos de diagnóstico y tratamiento, minimizando su impacto clínico.

RESISTENCIA A LAS VACUNAS Y COMO ABORDARLA

Más allá de la enfermedad específica que previenen, de su eficacia, perfil de seguridad y vía de administración, las vacunas pueden clasificarse de forma pragmática en dos grandes grupos: aquellas que brindan protección individual (como las vacunas contra el tétanos y la rabia) y aquellas que ofrecen protección comunitaria (como las del sarampión, la influenza y el COVID-19). En contextos de brotes, epidemias o pandemias, suele surgir un sentido de solidaridad colectiva, donde los individuos comprenden que su decisión de vacunarse puede beneficiar a toda la comunidad.

En el ámbito cardiovascular, solo las vacunas contra el SARS-CoV-2 y la influenza han demostrado brindar beneficios tanto a nivel individual como comunitario.

En 2019, la Organización Mundial de la Salud identificó la indecisión frente a las vacunas como una de las diez principales amenazas para la salud global¹⁵. Desde la publicación —y posterior retractación— del infame artículo de The Lancet en 1998 que vinculaba la vacuna triple viral (sarampión, rubéola y paperas) con el autismo, han proliferado conceptos erróneos sobre la vacunación, generando dudas infundadas en la población. En epidemiología, se enseña que la ausencia de evidencia no implica necesariamente evidencia de ausencia; sin embargo, múltiples estudios han refutado las creencias más comunes contra las vacunas, tales como que saturan el sistema inmune, inducen enfermedades autoinmunes o afectan negativamente el curso del embarazo¹⁵.

Aunque no está del todo claro si la actitud de los padres ante la vacunación infantil predice su comportamiento respecto a su propia inmunización, investigaciones en Estados Unidos, Canadá y el Reino Unido han identificado ciertos factores asociados a mayor indecisión: padres jóvenes, menor nivel educativo, fuerte religiosidad y baja confianza en los profesionales de la salud¹⁶. Diversos estudios también han observado que aquellas personas sin una postura firme —ni a favor ni en contra— son susceptibles a la influencia de figuras públicas, ya sean médicos, políticos o celebridades, lo que puede llevarlas a modificar su decisión sobre la vacunación^{17,18,19,20,21}. A su vez, el exceso de información en redes sociales, sin mecanismos efectivos de verificación, no solo alimenta la duda, sino que puede generar parálisis en la toma de decisiones²².

Estas observaciones subrayan el papel crítico que desempeñan los profesionales de la salud, cualquiera sea su especialidad, al momento de asesorar a sus pacientes. La evidencia científica, la persistencia del médico y la calidad de la relación médico-paciente son elementos fundamentales para fomentar la vacunación y, con ello, proteger tanto al individuo como a la comunidad.

CONCLUSIÓN

La vacunación contra influenza, SARS-CoV-2, y neumococo se asocia a protección cardiovascular por mecanismos independientes a la fisiología cardiovascular. La vacuna contra herpes zoster tendría un papel protector contra la enfermedad cerebrovascular. Aunque otras vacunas no reducen de manera directa el riesgo cardiovascular o cerebrovascular, los pacientes con estas comorbilidades son especialmente vulnerables a formas graves de enfermedades infecciosas prevenibles. En este contexto, la vacunación se consolida como una herramienta esencial para proteger a esta población de riesgo.

BIBLIOGRAFIA

- Virani SS, Newby K, Arnold SV, et al. 2023 AHA/ACC/ACCP/ASPC/NLA/PCNA Guideline for the Management of Patients with Chronic Coronary Disease: A Report of the American Heart Association/American College of Cardiology Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Circulation* **2023**; 148: e9 - e119.
- Heidenreich PA, Bozkurt B, Aguilar D, et al. 2022 AHA/ACC/HFSA Guideline for the Management of Heart Failure: A Report of the American Heart Association/American College of Cardiology Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Circulation* **2022**; 145: e895- e1032.
- Fabricant CG, Fabricant J, Litrenta MM, et al. Virus-induced atherosclerosis. *J Exp Med* **1978**; 148: 335 - 340.
- Tillett HE, Smith JW, Gooch CD. Excess deaths attributable to influenza in England and Wales: age at death and certified cause. *Int J Epidemiol* **1983**; 12: 344 - 352.
- Woodhouse PR, Khaw KT, Plummer M, et al. Seasonal variations of plasma fibrinogen and factor VII activity in the elderly: winter infections and death from cardiovascular disease. *Lancet*. **1994**; 343: 435 - 439.
- Gurfinkel EP, Leon de la Fuente R, Mendiz O, et al. Influenza Vaccine Pilot Study in Acute Coronary Syndromes and Planned Percutaneous Coronary Interventions. The FLU Vaccination Acute Coronary Syndromes (FLUVACS) Study. *Circulation* **2002**; 105: 2143 - 2147.
- Davis MM, Taubert K, Benin AL, et al. Influenza Vaccination as Secondary Prevention for Cardiovascular Disease. A Science Advisory from the American Heart Association/American College of Cardiology. *Circulation* **2006**; 114: 1549 - 1553.
- Rademacher J, Therre M, Hinze CA, et al. Association of respiratory infections and the impact of vaccinations on cardiovascular diseases. *Eur J Prev Cardiol* **2024**; 31: 877 - 888.
- Matanock A, Lee G, Gierke R, et al. Use of 13-Valent Pneumococcal Conjugate Vaccine and 23-Valent Pneumococcal Polysaccharide Vaccine Among Adults Aged ≥65 Years: Updated Recommendations of the Advisory Committee on Immunization Practices. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* **2019**; 68: 1069- 1075.
- Song J, Choi S, Jeong S, et al. Protective effect of vaccination on the risk of cardiovascular disease after SARS-CoV-2 infection. *Clin Res Cardiol* **2024**; 1123: 235 - 245.
- Ivey KS, Edwards KM, Keipp Talbot H. Respiratory Syncytial Virus and Associations with Cardiovascular Disease in Adults. *J Am Coll Cardiol* **2018**; 71: 1574 - 1583.
- Addario A, Celarier T, Bongue B, et al. Impact of influenza, herpes zoster, and pneumococcal vaccinations on the incidence of cardiovascular events in subjects aged over 65 years: a systematic review. *GenoScience* **2023**; 45: 3419 - 3447.
- Parmar K, Subramanyam S, Del Rio-Pertuz G, et al. Cardiac Adverse Events after Vaccination – A Systematic Review. *Vaccines (Basel)* **2022**; 10: 700.
- Adverse Effects of Vaccines: Evidence and Causality. Washington, DC: National Academies Press; **2012**. Disponible en <http://www.nap.edu/catalog/13164>. Acceso 21 de abril de 2025

15. Geoghehan S, O'Callaghan KP, Offit PA. Vaccine Safety: Myths and Misinformation. *Front Microbiol* **2020**; 11: 372.
16. Reuben R, Aitken D, Freedman JL, et al. Mistrust of the medical profession and higher disgust sensitivity predict parental vaccine hesitancy. *PLoS ONE* **2020**; 15: e0237755
17. Zhang EJ, Chughtai AA, Heywood A, et al. Influence of political and medical leaders on parental perception of vaccination: a cross-sectional survey in Australia. *BMJ Open* **2019**; 9: e025866.
18. Wei J, Zhao M, Meng F, et al. Influence of Internet Celebrity Medical Experts on COVID-19 Vaccination Intention of Young Adults: An Empirical Study from China. *Front, Public Health* **2022**; 10: 887913.
19. Honora A, Wung KY, Chih WH. How does information overload about COVID-19 vaccines influence individuals' vaccination intentions? The roles of cyberchondria, perceived risk, and vaccine skepticism. *Comput Human Behav* **2022**; 130: 107176.
20. Robertson CT, Bentele K, Meyerson B, et al. Effects of political versus expert messaging on vaccination intentions on Trump voters. *PLoS ONE* **2021**; 16: e0257988.
21. Martinez-Berman L, McCutcheon L, Huynh HP. Is the worship of celebrities associated with resistance to vaccinations? Relationships between celebrity admiration, anti-vaccination attitudes, and beliefs in conspiracy. *Psychol Health Med* **2021**; 26:1063 – 1072.
22. Larson HJ, Gakidou E, Murray CJ. The Vaccine-Hesitant Moment. *N Engl J Med* **2022**; 387: 58 - 65.

Artículo de Revisión

Cardiodesfibrilador implantable subcutáneo. Evidencia clínica y recomendaciones

Subcutaneous implantable cardioverter defibrillator. Clinical evidence and recommendations

Rosmiro Javier Fernández^{1,2}, Daniel Víctor Ortigoza², Fernando Scazzuso³.

1 Centro de Enfermedad de Chagas y Patología Regional de Santiago del Estero. 2 Comité de Arritmias y Electrofisiología FAC. 2023.3 Servicio de Electrofisiología y Arritmias del Instituto Cardiovascular de Buenos Aires.

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Recibido el 25 de Enero de 2025

Aceptado después de revisión

el 16 de Abril de 2025

www.revistafac.org.ar

Los autores declararan no presentar conflictos de interés.

Palabras clave:

Cardio desfibrilador implantable, cardio desfibrilador implantable subcutáneo, muerte súbita, desfibrilador.

Keywords:

Implantable cardioverter defibrillator, subcutaneous implantable cardioverter defibrillator, sudden cardiac death, defibrillator.

RESUMEN

En la actualidad, el cardiodesfibrilador implantable (CDI) ha demostrado una efectividad inobjetable en la prevención primaria y secundaria de muerte súbita (MS) en la población de pacientes con cardiopatía de alto riesgo. No obstante, su aplicación no está exenta de complicaciones, dificultades e inconvenientes, principalmente relacionadas con los catéteres intravasculares, que son más prevalentes en un subgrupo de pacientes seleccionados, tales como aquellos jóvenes activos, o con susceptibilidad a infecciones y con acceso intravascular ausente o dificultoso. En respuesta a esta problemática, en 2009 surge el cardiodesfibrilador subcutáneo (CDI-S), un dispositivo enteramente extra-cardíaco y extra-torácico, cuyo diseño fue optimizado en los últimos años, y que, a pesar de sus limitaciones, como la ausencia de función de marcapaseo, ha demostrado una efectividad no inferior al CDI convencional, sin las complicaciones inherentes al procedimiento de manejo y a la permanencia de los catéteres intravenosos. Esto convierte al CDI-S en una opción útil y efectiva siendo candidatos ideales para aquellos pacientes que no requieren estimulación cardíaca anti-bradicardia, anti-taquicardia, o resincronización cardíaca.

Subcutaneous implantable cardioverter defibrillator. Clinical evidence and recommendations

ABSTRACT

Currently, implantable automatic defibrillators (ICD) have demonstrated unobjectionable effectiveness in the primary and secondary prevention of sudden cardiac death (SCD) in the population of patients with high-risk heart diseases. However, its application is not free from complications, difficulties and inconveniences mainly related to intravascular catheters, which are more prevalent in a subgroup of selected patients, such as young active patients, patients with susceptibility to infections and with absent or difficult intravascular access. In response to this problem, the subcutaneous cardioverter defibrillator (S-ICD) emerged in 2009, a completely extracardiac and extrathoracic device, whose design has been optimized in recent years and which, despite its limitations, such as the absence of a pacemaker, has proven an efficacy not inferior to that of the conventional ICD, without the complications inherent to the procedure of handling it and the permanence of intravenous catheters. This makes the S-ICD a useful and effective option, being ideal for those patients who do not require anti-bradycardia or anti-tachycardia cardiac stimulation or cardiac resynchronization.

PREFACIO

Esta revisión surge en un momento muy especial de la electrofisiología argentina.

Actualmente, en 2024, se cumplieron 38 años del primer implante de un cardiodesfibrilador implantable realizado en Argentina y en América Latina gracias a la labor de los

Dres. Ricardo Pesce, Elina Valero de Pesce y el Dr. Mariano Favaloro. El mayor reconocimiento a todos ellos.

En el año 1986 los implantes eran quirúrgicos y las terapias administradas eran ciegas. El procedimiento tenía una considerable tasa de complicaciones y de mortalidad perioratoria, lo que lo convertía en una estrategia de excepción.

Hoy se puede ver como el conocimiento médico y el aporte tecnológico vienen a cambiar la historia de los pacientes con riesgo elevado de muerte súbita. Los implantes de cardiodesfibrilador endocavitarios han significado un salto cualitativo convirtiéndose en una alternativa segura, predecible y con excelentes resultados en términos de efectividad, complicaciones y sobrevida. Esto ha hecho posible que el espectro de pacientes alcanzados por esta terapéutica haya aumentado significativamente. Se ha pasado en este corto período de tiempo, de tratar pacientes desahuciados a tratar pacientes en prevención primaria.

Celebro el trabajo de los Dres. Rosmiro Javier Fernández y Daniel Víctor Ortigoza miembro del comité de Arritmias y Electrofisiología de la FAC, quienes realizaron esta magnífica revisión que muestran la evolución de la desfibrilación ventricular iniciada hace ya 38 años en Argentina por próceres de la medicina.

Dr. Fernando Scazzuso.

Jefe del Servicio de Electrofisiología y Arritmias del Instituto Cardiovascular de Buenos Aires

INTRODUCCIÓN

En el mundo occidental, la enfermedad cardiovascular constituye la principal causa de muerte, siendo la muerte súbita cardíaca (MSC) el evento responsable en el 60% de los casos¹. A tal punto es así, que en los países desarrollados, la mortalidad por paro cardíaco supera a la suma de la mortalidad por cáncer de pulmón, cáncer de mama, cáncer de cérvix, cáncer colorectal, diabetes, VIH/SIDA (Virus de inmunodeficiencia humana/Síndrome de inmunodeficiencia adquirida), incendios domésticos, accidentes de tránsito, cáncer de próstata, suicidios y Alzheimer². En Occidente, la epidemiología de la MSC está estrechamente vinculada a la enfermedad coronaria, la cual es responsable de hasta el 75–80% de los casos de MSC³. El cardiodesfibrilador implantable se ha mostrado consistentemente superior a la mejor terapia farmacológica disponible para la prevención de la MSC en los pacientes con ataque cardíaco previo (prevención secundaria) y para los pacientes de alto riesgo con función ventricular deprimida o condición arritmogénica (prevención primaria). Por esta razón, el cardiodesfibrilador implantable (CDI) es el gold standard de la prevención de MSC².

El CDI transvenosos (CDI-TV) tiene un demostrado beneficio, no obstante, a la fecha existen numerosas complicaciones inherentes al sistema, en su mayoría relacionadas a los catéteres intravasculares utilizados, cuya incidencia ha sido reportada entre el 1 y el 14% según las distintas publicaciones⁴. Para evitar estas complicaciones, entre otros motivos, surge en el año 2008 el Cardiodesfibrilador implantable enteramente subcutáneo (CDI-S). Siendo aprobado para su comercialización en la Unión Europea en 2009 y en 2012 en Estados Unidos⁵.

COMPLICACIONES ASOCIADAS A CATÉTERES INTRAVASCULARES

Los CDI convencionales están expuestos a una amplia variedad de complicaciones, siendo las más frecuentes y significativas las relacionadas con los catéteres intravasculares.

Se puede comenzar mencionando las complicaciones agudas, inherentes a la técnica de implante de los catéteres, que van desde la dificultad para conseguir el acceso venoso, que puede prolongar significativamente el tiempo del procedimiento y la exposición a rayos X, y en algunos casos llevar al fracaso del mismo, desplazamiento de los catéteres que expone al paciente a reintervenciones quirúrgicas y las complicaciones más graves, como neumotórax, hemotórax, perforación y taponamiento cardíaco. Se estima una incidencia de complicaciones mayores en 1,5% de los implantes de CDI^{4,6}.

Por tratarse de dispositivos intravasculares, los catéteres son susceptibles a la trombogénesis e infección. Principalmente *Estafilococo* y *Estreptococos*, son las especies bacterianas involucradas, que crean un biofilm en la superficie del catéter y llevan a la endocarditis infecciosa que no puede ser erradicada con tratamiento antibiótico y requiere la extracción del sistema. Por otro lado, la infección del bolsillo de CDI es una complicación de las más frecuentes, cuya incidencia aumenta hasta un 3 % tras los reiterados cambios de generador⁵. Requiriendo también extracción del sistema para prevenir la endocarditis infecciosa. Se trata de un procedimiento riesgoso, sobre todo en los implantes antiguos, que, por los fenómenos de trombosis, fibrosis y adherencia de los catéteres, pueden dificultar la extracción con el riesgo de perforación, disrupción valvular y muerte, con una tasa de complicaciones mayores de entre 1 y 4% y una mortalidad del 0.8% en los centros más experimentados^{2,7}.

Además, se ha observado la presencia de trombos adheridos a los catéteres usando ecocardiografía intracardiaca en un 30 % de los casos, lo cual contraindica su uso en los pacientes con shunt venoso-sistémico e incrementa el riesgo de tromboembolismo tres veces en los pacientes con foramen oval permeable².

Otra potencial complicación relacionada con los electrodos intracardiacos es la disfunción valvular ocasionada por el pasaje del catéter a través del anillo tricuspídeo. Un estudio demostró un empeoramiento de la insuficiencia tricuspídea en un 15% de los resincronizadores implantados, lo cual se correlacionó con una peor respuesta clínica y ecocardiográfica a la terapia de resincronización cardíaca (TRC)⁸.

Finalmente se debe mencionar las fallas de los catéteres relacionadas al deterioro a largo plazo de sus componentes. Este desgaste afecta principalmente a los materiales aislantes (poliuretano y silicona) y se debe al movimiento mecánico repetitivo que ocurre latido a latido al atravesar el anillo tricuspídeo, y a la fricción al atravesar el ligamento costo claviclar, cuando se usa la punción subclavia como vía de acceso (subclavian crush syndrome) y en el punto de fijación a nivel del músculo pectoral⁴. La incidencia de este tipo de fallas aumenta según el tiempo transcurrido desde

el implante, que podría llegar un 20% a los 10 años según algunos estudios y es más prevalente en pacientes jóvenes (menores de 50 años) con actividad física intensa^{4,8}. Estos defectos pueden ocasionar aumento de las impedancias, sobresensado y choques inapropiados, requiriendo revisión quirúrgica y reemplazo de los electrodos.

El Registro Nacional de datos Cardiovasculares (NCDR) de EE. UU. reportó que las mujeres con CDI-TV tienen un riesgo mayor de complicaciones post-implante que los hombres, con una mayor tasa de readmisiones hospitalarias a los 6 meses y un mayor riesgo de complicaciones agudas como neumotórax y perforación cardíaca⁹. Este mismo registro también demostró un mayor riesgo de infecciones relacionadas con los CDI-TV en la población de pacientes en hemodiálisis¹⁰.

CONSIDERACIONES TÉCNICAS DEL CDI-S

A diferencia de los CDI transvenosos (CDI-TV) convencionales, cuyo sistema cuenta con electrodos intravasculares/intracavitarios, los CDI-S son dispositivos enteramente extra-cardíacos y extra-torácicos. Constan de 2 componentes principales (*Figura 1*):

- Un generador, cuyo peso y volumen es mayor que en los CDI-TV, con capacidad de proveer choques de alta energía, de hasta 80 Jouls y hacer un marcapaseo post choque a 50 lpm durante 30 segundos si detecta asistolia de más de 3.5 segundos. El diseño del generador fue optimizado desde las versiones originales, que tenían un peso de 145gr, un volumen de 65 ml y una vida útil estimada de 5 años, hasta las versiones actuales (tercera generación),

con un peso de 130 gr, un volumen de 59.5 ml y una vida útil estimada de 8.7 años¹¹.

- Un único catéter subcutáneo de 3 milímetros de diámetro (9 French) y 45 cm de longitud, que se canaliza desde la cavidad lateral donde se posiciona el generador medialmente hasta la apófisis xifoides donde se fija y posteriormente se tuneliza en forma cefálica (a 1 a 2 centímetros a la izquierda o derecha, en línea paralela al esternón), tratando de colocar el extremo distal del catéter cerca de del manubrio esternal. Este catéter subcutáneo consta a lo largo de su recorrido paralelo al esternón de dos electrodos (uno proximal y otro distal) con capacidad de sensado. Entre los 2 electrodos de sensado se extiende el coil de desfibrilación que junto al generador cierran el circuito de desfibrilación (carcasa activa)².

Existe una vasta diferencia entre las técnicas de implante de CDI-subcutáneo y el transvenoso. En los dispositivos intravasculares, el generador se ubica generalmente en la región infraclavicular izquierda y la colocación del o los electrodos requiere acceso venoso hacia el ventrículo derecho, a través de la vena subclavia, axilar o cefálica. En contraste, el generador del sistema subcutáneo se ubica lateralmente en el tórax, a nivel del 5° o 6° espacio intercostal izquierdo y el electrodo es tunelizado vía subcutánea desde el bolsillo del generador, hasta el borde paraesternal izquierdo, en la técnica convencional².

El procedimiento estándar de implante del generador y catéter implica 3 incisiones: una lateral para el generador y dos paraesternales para el catéter.

La primera incisión se efectúa lateralmente, paralela al pliegue infra-mamario, a la altura del 5° o 6° espacio intercostal, entre las líneas axilar media y anterior. Esta incisión es destinada a la creación del bolsillo del generador. La segunda incisión de 1 a 1.5 cm se localiza medialmente, adyacente al borde izquierdo del apéndice xifoides. Posteriormente, se tuneliza el electrodo desde la incisión lateral hasta la xifoidea usando las herramientas adecuadas y se sujeta con puntos de sutura no reabsorbibles para mantener la fijación a largo plazo, y así evitar la migración del electrodo. Una tercera incisión superior paraesternal izquierda se realiza a nivel de la unión manubrio esternal, repitiéndose el procedimiento de tunelización y fijación del electrodo a este nivel (*Figura 2*)².

Alternativas a esta técnica, son la ubicación submuscular del generador y posición paraesternal derecha del catéter, como se muestra en la imagen radiográfica de la *figura 3*. Por otro lado, la tercera incisión es propensa a provocar discomfort en el paciente, a la vez que tiene consecuencias estéticas por ser la más visible, y, además, es la más propensa a la infección. Estos inconvenientes motivaron el desarrollo de una técnica con solo 2 incisiones, que implica la tunelización y liberación del electrodo en sentido cefálico a través de un introductor peel away de 11 French por el borde paraesternal izquierdo, sin necesidad de una tercera incisión. El costo de obviar la tercera incisión y fijación distal del electrodo es la mayor probabilidad de desplazamiento

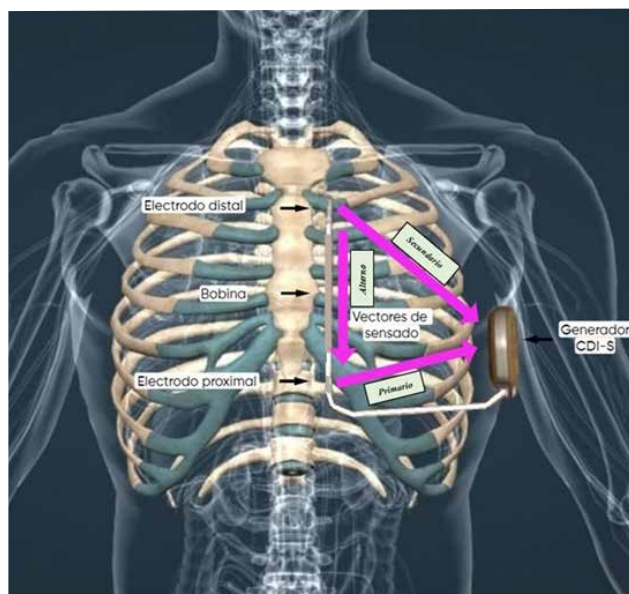


FIGURA 1.

Representación gráfica de CDI-S y sus componentes.

Posición del CDI-S (Cardiodesfibrilador Implantable Subcutáneo) y representación gráfica del generador, el catéter y sus electrodos (proximal, distal y la bobina). Se encuentran representados los 3 vectores de sensado disponibles: Primario (inferior), Secundario (superior) y Alterno (medial). Flechas de colores lilas.

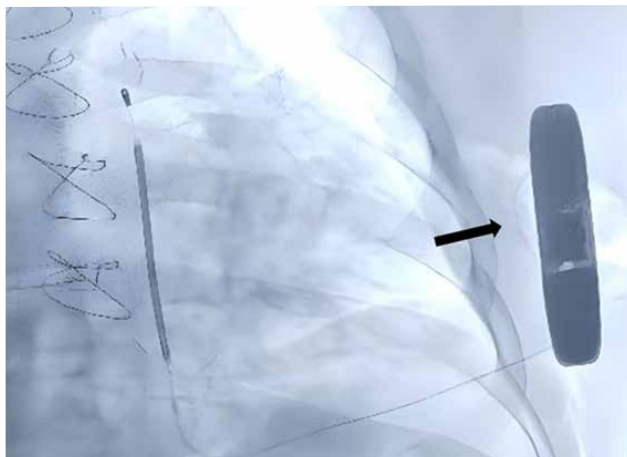
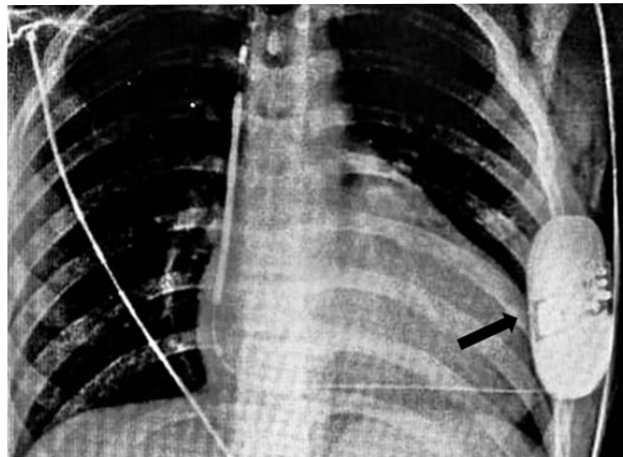
**FIGURA 2.**

Imagen de radioscopia del paciente con CDI-S (Cardiodesfibrilador implantable subcutáneo) está indicado con una flecha negra). Gentileza del Dr. Ignacio Mondragón. ICBA, Buenos Aires.

**FIGURA 3.**

El generador de CDI-S se encuentra en un plano submuscular (flecha negra) y el catéter tiene un recorrido paraesternal derecho). Gentileza de la Dra. Mónica Benjamín, Hosp. Argerich, Buenos Aires.

del electrodo, aunque en la experiencia actual, la tasa de desplazamiento es muy baja con esta última técnica¹².

Otra consideración para destacar es que más del 95% de los procedimientos pueden realizarse usando solo referencias anatómicas sin requerimiento de guía fluoroscópica, lo que implica una ventaja adicional para el operador, el staff médico y el paciente¹².

En la actualidad, la técnica que ha demostrado mejores resultados, y, por lo tanto, la más utilizada, es la llamada técnica de implante intermuscular de 2 incisiones. Que consiste en la combinación de la técnica de fijación del electrodo con 2 incisiones ya descrita y el posicionamiento del generador en un plano intermuscular, entre los músculos serrato mayor y dorsal ancho, en lugar del clásico bolsillo subcutáneo. Esta técnica ha demostrado una disminución del riesgo de complicaciones relacionadas al bolsillo, tales como erosión e infección, a la vez que disminuye el riesgo de migración del dispositivo y logra mejores resultados cosméticos para el paciente. Siendo particularmente útil en pacientes obesos o muy dados¹³.

SCREENING PREIMPLANTE

A diferencia de los cardiodesfibriladores convencionales, un screening pre-implante utilizando electrodos de superficie es un requisito crucial en la aplicación del CDI-S. Esto es debido a la susceptibilidad del CDI-S de subsensado (por la distancia del electrodo subcutáneo con relación al corazón) y de doble conteo de la señal cardíaca por sobresensado de la onda T, que genera un alto riesgo de choque inapropiado, los pacientes que fallan en el screening (chequeo), no deben ser seleccionados para implante de CDI-S.

Varios grupos han evaluado la elegibilidad de pacientes basada en el screening standard, observando una tasa de falla de selección de entre el 7 y 10 %. Siendo los menos elegibles pacientes con miocardiopatía hipertrófica y cardiopatías congénitas. Por otro lado, se ha propuesto una

metodología de screening tanto en reposo como durante el ejercicio para disminuir la tasa de sobresensado de onda T².

Kooiman y colaboradores realizaron un elegante estudio en el que observaron que 7 de cada 8 choques inapropiados por sobresensado de onda T ocurrieron durante el ejercicio y 1 durante fibrilación auricular de alta respuesta, proponiendo el screening de ejercicio en los pacientes de alto riesgo de sobresensado de onda T¹⁴.

PROGRAMACIÓN

El CDI-S fue diseñado con un alto nivel de automatización. A diferencia del CDI-TV, que posee más de 100 parámetros programables, el CDI-S tiene menos de 10, entre las que se puede mencionar: vector de sensado, frecuencia cardíaca de detección en cada una de las 2 zonas, marca-paseo post-choque (on/off), polaridad del siguiente choque y tiempo de demora entre cada choque. Los equipos de tercera generación cuentan además con la opción de activación del filtro de alta frecuencia, el filtro Smart Pass.

En las primeras experiencias, se programaba una sola zona de detección con una FC por encima de 200 lpm, sin discriminación de ritmo, con lo cual la tasa de choques inapropiados fue alrededor del 20 % a 3 años. Con la incorporación de una segunda zona de detección condicional, se logró una disminución de choques inapropiados hasta un 11.7% a 3 años¹⁵. El análisis del estudio IDE ratifica la importancia de la programación de 2 zonas, la cual reduce la tasa de choques inapropiados por arritmia supraventricular en un 70%¹⁵. Además, se demostró que la adición de una segunda zona de detección, con un algoritmo de discriminación activo no prolonga el tiempo de detección, ni aumentar la incidencia de síncope¹⁶.

Varios estudios en CDI-TV demostraron la importancia de programación de altas frecuencias cardíacas de detección y el tiempo de detección prolongado para reducir la cantidad de choques, ya que se observó una relación directa

entre la cantidad de choques con una evolución desfavorable del paciente. Por lo expuesto, se sugiere la programación de una zona condicional de 200 lpm y una zona no condicional de entre 220 y 230 lpm².

La última generación de CDI-S ha incorporado en sus herramientas de sensado y discriminación de arritmias, un filtro de alta frecuencia denominado Smart Pass. Este filtro se activa cuando la señal censada alcanza una amplitud mínima ≥ 0.5 mV y es capaz de discriminar las señales correspondientes al QRS (>10 Hz) de las de la onda T (<9 Hz). Un estudio prospectivo ha demostrado que la disponibilidad del filtro Smart Pass en los CDI-S resulta en una disminución significativa de choques inapropiados, sin afectar el rendimiento con relación a choques apropiados¹⁷. A tal punto demostró su efectividad este filtro, que su aplicación convirtió a la taquicardia supraventricular en la principal causa de terapias inapropiadas, al igual que en los CDI-TV¹⁸.

Las intervenciones para prevenir choques inapropiados recurrentes incluyen: una correcta técnica de implante, optimización del vector de sensado, adición de una zona condicional si no la hubiera, activación del filtro Smart Pass, modificación de la frecuencia de detección, obtención de una plantilla de referencia durante la prueba de ejercicio.

Otras intervenciones disponibles son la optimización del tratamiento antiarrítmico y eventualmente, ablación por radiofrecuencia y en casos seleccionados puede ser necesaria una intervención quirúrgica para reposicionar el catéter o el generador².

DESVENTAJAS DEL SISTEMA CDI-S

Muchas de las características del diseño del CDI-S que lo posicionan por sobre el CDI-TV implican también limitaciones y desventajas (Tabla 1).

Por tratarse de un dispositivo enteramente extra-cardíaco, depende de algoritmos de sensado de campo lejano para la detección y diagnóstico del ritmo cardíaco. Este hecho implica la necesidad de realizar un screening pre-implante en todos los pacientes, a fin de garantizar un sensado fiable y evitar sobresensado y choques inapropiados, lo cual implica una falla de screening y por lo tanto la exclusión de un 7 a 8 % de los pacientes candidatos a esta terapia¹.

Otro punto en contra es tamaño y peso del generador de CDI-S, que presenta aproximadamente el doble de volumen y peso en comparación al CDI-TV, dado que requiere choques de alta energía (80 J) y, por lo tanto, baterías de mayor capacidad. Este detalle puede ser un problema sobre todo en niños y pacientes con poco tejido celular subcutáneo, que puede favorecer la erosión de la piel, lesiones por decúbito e infección del bolsillo⁶. Sin embargo, los avances en el diseño han logrado un aceptable peso y volumen del generador de 130 Gr y 59.5 ml en las últimas versiones².

La longevidad limitada de la batería es una consecuencia de la necesidad de proveer choques de alta energía (80 J) para lograr terapia efectiva, y sigue siendo un punto débil en comparación con el CDI-TV. Con las mejoras tecnológicas, se logró prolongar significativamente la longevidad

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 $\pm$ 19.8 J	11.1 $\pm$ 8.5 J
Tiempo de carga de capacitor	Largo (14.6 $\pm$ 2.9 seg)	Mas corto (7.1 $\pm$ 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

Adaptado de Tan y cols²¹

desde 5 años en los primeros modelos hasta 8.7 años en los de tercera generación según un estudio de seguimiento remoto¹⁹.

La tasa de choques inapropiados representaba una desventaja en la primera generación de CDI-S, pero, como se mencionó previamente, con las mejoras tecnológicas y de programación, se logró una reducción significativa de la misma, siendo en la actualidad equiparable a la del CDI-TV, aunque los mecanismos son diferentes, predominando el sobre sensado de la onda T en los CDI-S¹.

Otra desventaja planteada, es la posibilidad de un mayor discomfort producido por las terapias de alto voltaje requeridas para un choque efectivo del CDI-S y ser más nocivas que las del CDI-TV. Sin embargo, al parecer existe poca correlación entre el voltaje de choque y el discomfort ocasionado. Siendo un fenómeno que depende mayormente de la sensibilidad y del umbral de dolor individual en cada paciente⁶. Por otro lado, en cuanto al daño miocárdico provocado, estudios en animales mostraron que los choques del CDI-S resultaron ser menos dañinos para el miocardio que los generados por CDI-TV, con una menor elevación de Troponina I comparando choques de 80J subcutáneos con 35 J intra cardíacos en cerdos²⁰. Aunque este fenómeno todavía

debe ser demostrado en humanos, lo que a primera vista pareciera una desventaja, podría ser más bien una ventaja.

El tiempo de carga y de terapia de choque es significativamente mayor en el CDI-S comparado con el CDI-TV. Sin embargo, la evidencia no ha demostrado consecuencias clínicas negativas en relación con este fenómeno. De hecho, los tiempos de detección más prolongados se correlacionaron con resultados clínicos favorables en los pacientes con CDI-TV (estudio SIMPLE). Siendo el fundamento de la programación actual ambos tipos dispositivos¹.

Sin duda alguna, la mayor desventaja y el "talón de Aquiles" del CDI-S en la actualidad sigue siendo la incapacidad de marcapaseo cardíaco permanente y la sobre estimulación ventricular como terapia anti-taquicardia (ATP). Esta limitación restringe la indicación de CDI-S a pacientes sin indicación actual o futura de marcapaseo, incluyendo la terapia de resincronización cardíaca y pacientes sin TV monomorfa que podrían beneficiarse con ATP¹. No obstante, hay datos provenientes de estudio SCD-HeFT que indica que la tasa anual de episodios de TV revertidas por ATP es muy baja, < al 2% por año, interesantemente menor al riesgo de complicaciones por catéteres transvenosos. Además, hay evidencia que muestra una mayor mortalidad asociada a la aceleración de las taquicardias tratadas con ATP proveniente de un estudio con monitoreo remoto de CDI². Por último, la tecnología emergente de estimulación cardíaca sin cables y su combinación con el CDI-S es una solución promisoría para esta limitación. Este nuevo concepto demostró ser fiable y efectivo, con una excelente performance en seguimiento de 18 meses en un estudio pre-clínico en animales²¹. A la fecha se encuentra en marcha un estudio en fase clínica en humanos, que evaluará la seguridad, performance y efectividad del sistema combinando CDI-S y marcapasos sin cables¹⁹.

EVIDENCIA CLÍNICA Y RECOMENDACIONES

Desde su aprobación en la Unión Europea en 2009 hasta la fecha, la utilización de los CDI-S para la prevención de muerte súbita ha crecido en forma exponencial, superando los 100,000 implantes a lo ancho del mundo²². Numerosos estudios clínicos y preclínicos han demostrado su seguridad y eficacia en el tratamiento de las arritmias ventriculares.

Los primeros ensayos clínicos datan del año 2008. Bardy y cols realizaron el primer estudio piloto en fase humana con CDI-S y demostraron que la posición postero lateral del generador era capaz de brindar una óptima y segura desfibrilación en forma crónica, aunque con umbrales de desfibrilación significativamente mayores a los CDI-TV¹⁵.

A partir de la habilitación comercial muchos estudios han sido publicados en diferentes condiciones clínicas y población de pacientes. Entre los más relevantes se pueden mencionar:

En 2009, 2 estudios prospectivos de grandes dimensiones, con diseño y puntos finales similares estudiaron la eficacia y seguridad de los CDI-S: El estudio IDE que reclutó 308 pacientes y el estudio EFFORTLESS con 568

pacientes. La población de pacientes incluida, era mayormente pacientes jóvenes, con fracción de eyección mayor en comparación con otros estudios de CDI-TV y el 70 % tenía indicación en prevención primaria. Ambos estudios fueron analizados en forma conjunta y mostraron una alta eficacia en la cardioversión de TV/FV espontánea, con 90% de eficacia en el primer shock y una eficacia total del 98%. A su vez, la tasa de complicaciones fue baja. Un punto para destacar es que se evaluó la programación en una y dos zonas (zona condicional) de detección, demostrando una tasa de choques inapropiados a 3 años del 20.5% con la programación en una zona contra un 11.7% con la programación en dos zonas. La principal causa de choques inapropiados fue el sobre sensado de la onda T¹⁵. En 2018 se publicó el Propensity Score, estudio que comparó la tasa de complicaciones, choques apropiados y choques inapropiados entre la población de pacientes con CDI-TV del estudio SIMPLE vs la población con CDI-S del estudio EFFORTLESS. No hubo diferencias significativas en los puntos finales evaluados. Con respecto a la tasa de complicaciones relacionadas con catéteres, como es de esperar, fue significativamente inferior en el grupo CDI-S (0.3 % vs 2.3% en 3 años). Un dato destacable es que se observó una tasa de choques inapropiados superior del CDI-S, 11.9% vs 7.9% en el grupo CDI-TV, que no tuvo significancia estadística. Siendo la causa principal de choques inapropiados la arritmia supraventricular en los CDI-TV y el sobresensado en los CDI-S²³. Cabe destacar que los dispositivos evaluados, eran en su mayoría (60%) de la primera generación, sin la disponibilidad de filtro Smart Pass para minimizar choques inapropiados por sobresensado.

Entre 2011 y 2017 se llevó a cabo el ensayo PRAETORIAN, que fue el primer estudio prospectivo randomizado de no inferioridad, que comparó CDI-S vs CDI-TV. Se aleatorizó 876 pacientes con indicación de CDI, pero sin indicación de estimulación cardíaca, a recibir un CDI-S o un CDI-TV. Durante un seguimiento medio de 49 meses, se mostró no inferioridad para el objetivo primario de complicaciones relacionadas con el dispositivo y descargas inapropiadas. La tasa de descargas inapropiadas fue del 9,7% en el grupo con CDI-S y del 7,3% en el grupo con CDI-TV (HR 1,43; IC95% 0,89–2,30). Tampoco se observaron diferencias en el objetivo secundario de muerte y descargas apropiadas, pero el ensayo no tenía la suficiente potencia estadística para mostrar no inferioridad para este segundo objetivo⁶. Cabe señalar que más del 80% de los pacientes incluidos tenían una clase I y II de la NYHA y eran más jóvenes que en otros ensayos anteriores con CDI. En la actualidad está en marcha una ampliación del seguimiento en el ensayo PREATORIAN XL (aún no publicado) con el objetivo de establecer la superioridad del CDI-S sobre el CDI-TV.

El estudio UNTOUCHED, fue prospectivo, multicéntrico, no randomizado, publicado en 2021, que evaluó la incidencia de choques inapropiados del CDI-S de 2da y 3ra generación en 1111 pacientes con indicación en prevención primaria de muerte súbita. Este estudio demostró una alta

TABLA 2.
Recomendaciones implante de CDI-S – Guías Europeas de Muerte súbita 2022²⁵

Recomendaciones	Clase (a)	Nivel (b)
El implante de un desfibrilador automático subcutáneo se debe considerar como alternativa al desfibrilador automático implantable transvenoso en pacientes con indicación de CDI cuando la estimulación para la bradicardia, la resincronización cardíaca o la estimulación antitaquicardia no sean necesarias.	IIa	B

(a) Clase de recomendación (b) Nivel de evidencia

eficacia y seguridad con los dispositivos contemporáneos y la tasa más baja reportada de choques inapropiados de 3.1% anual, con la programación en 2 zonas de detección y los algoritmos de discriminación de morfología (SMART Pass filter)¹⁶.

El estudio ATLAS fue prospectivo, randomizado y controlado, publicado en 2022, que demostró una tasa de complicaciones relacionadas a catéteres a 6 meses 93% inferior en los CDI-S comparado a los CDI-TV (0.4% vs 4.8%). Por otro lado, no hubo diferencias en la performance en cuanto a choques fallidos y tasa de choques inapropiados entre ambos dispositivos²³.

POSTAPPROVAL es el estudio de mayor envergadura realizado hasta la fecha y con un seguimiento más prolongado. Publicado en agosto de 2023, se trata de un ensayo multicéntrico dirigido por la FDA, y diseñado para evaluar la seguridad y eficacia del CDI-S en una población que se ajusta más al mundo real. Participaron 86 centros de EE. UU. que reclutaron 1643 pacientes, con un seguimiento de 5 años, y demostró que el CDI-S es un dispositivo seguro y eficaz en un seguimiento a largo plazo, con una tasa de complicaciones de 7.3% al año y de 13.5% a 5 años²².

En la actualidad, el peso de la evidencia disponible avala el uso de CDI-S para prevención primaria y secundaria de muerte súbita, siempre que no esté presente o se anticipe la necesidad de estimulación cardíaca ya sea por bradicardia, marcapaseo antitaquicardia o terapia de resincronización. Las últimas Guías Americanas y Europeas le dieron al CDI-S una indicación clase IIa con nivel de evidencia B. También, las Guías Americanas consideran una indicación Clase I en aquellos pacientes que además presenten acceso vascular inadecuado y alto riesgo de infección^{3,24,25} (Tablas 2 y 3). Hay que destacar que las últimas Guías fueron redactadas previamente a la publicación de los últimos trials y por lo tanto el nivel de recomendación de la terapia con CDI-S debiera elevarse en la próxima actualización²¹.

SELECCIÓN DE PACIENTES PARA CDI-S

La mayoría de los candidatos a CDI en prevención primaria, son también elegibles para implante de CDI-S. Los pacientes que requieren estimulación cardíaca en forma prolongada no deben ser considerados para CDI-S. Sin

TABLA 3.
Recomendaciones implante de CDI-S – Guías AHA de muerte súbita 2017²⁶

Recomendaciones	Clase (a)	Nivel (b)
El implante de CDI-S se recomienda en pacientes que cumplen criterios CDI que tienen acceso vascular inadecuado o alto riesgo de infección, y en quienes la estimulación cardíaca por bradicardia, estimulación antitaquicardia o resincronización no es necesaria ni anticipada.	I	B
El implante de CDI-S se recomienda en pacientes que cumplen criterios CDI y en quienes la estimulación cardíaca por bradicardia, estimulación antitaquicardia o resincronización no es necesaria ni anticipada.	IIa	B
El CDI-S no debe ser implantado en pacientes con indicación de estimulación cardíaca por bradicardia, estimulación antitaquicardia o resincronización.	III	B

(a) Clase de recomendación (b) Nivel de evidencia

embargo, la evidencia muestra que, si la necesidad de marcapaseo está ausente al momento del implante, la probabilidad futura de necesitarla es baja, y si esto ocurriera, siempre está la alternativa de agregar un marcapasos transvenoso o sin cables².

La necesidad de marcapaseo anti-taquicardia (ATP) como indicación de implantar un CDI-TV, aunque está avalada por las guías, sigue siendo controversial. Aunque la ATP es efectiva clínicamente en algunos pacientes para evitar choques innecesarios, igualmente efectiva puede ser la prolongación del tiempo de detección y/o una programación de FC de detección de TV alta. Por otro lado, predecir qué pacientes se beneficiarán con ATP es difícil de definir. Si se observan los datos del estudio SCD-HeFT, las taquicardias que fueron tratadas en forma efectiva con ATP fueron escasas, con una incidencia menor al 2% por año, que es menor a la tasa de fallas de catéteres transvenosos².

Hay una gran población de pacientes, en quienes el implante de dispositivos transvenosos no es posible o resulta dificultosa. Este sería el caso de los pacientes pediátricos o adultos con cardiopatías congénitas, muchas de las cuales carecen de accesos venosos. El riesgo de muerte súbita puede ser alto en estos pacientes, dependiendo de la cardiopatía subyacente y el CDI-S se ofrece como una opción de primera línea. Por otro lado, mediante venografía preimplante, un estudio ha demostrado la presencia de estenosis u obstrucción del sistema venoso central en un 7 % de los pacientes, en especial en aquellos con catéteres transvenosos permanentes previos, por lo tanto, en aquellos pacientes con múltiples catéteres dañados o abandonados, un cambio al CDI-S, es una opción razonable²⁶. Algo similar ocurre con los pacientes en hemodiálisis, en quienes el acceso venoso central suele ser un gran inconveniente.

Los pacientes con alto riesgo de infección representan otra población a tener en cuenta para el implante de CDI-S. Aquellos con endocarditis o infección de dispositivos intravenosos, en los cuales el riesgo de infección recurrente es alto, son excelentes candidatos al CDI-S después de la extracción. Los pacientes en hemodiálisis, diabéticos, inmuno suprimidos y oncológicos también entran en este grupo de pacientes, y por lo tanto deberían ser considerados para CDI-S¹.

Otro dato a tener en cuenta en la selección de pacientes para CDI-S es la edad. Los pacientes jóvenes son una población que podrían beneficiarse mayormente con el CDI-S, dada la mayor probabilidad de complicaciones asociadas a catéteres a lo largo de su vida.

Pacientes jóvenes con síndromes arrítmicos hereditarios, también resultan una población tractiva para CDI-S en quienes el riesgo de desarrollar bradicardia y necesidad de estimulación cardíaca permanente es bajo. Se incluyen en este grupo pacientes con síndrome de QT largo, QT corto, síndrome de repolarización precoz y algunos pacientes con cardiomiopatía arritmogénica de ventrículo derecho. Estos pacientes son propensos a desarrollar TV polimorfas y FV más que TV monomórfica¹. Este grupo también incluye a los pacientes con síndrome de Brugada, en quienes la evidencia ha reportado una alta tasa de fallas en los catéteres transvenosos de hasta un 2% por año, la cual es 4 veces mayor a la población general y en el curso de la vida de estos pacientes, el riesgo de complicaciones relacionadas con los dispositivos transvenosos puede alcanzar hasta un 9%²⁶. Por esta razón los pacientes con síndrome de Brugada son los candidatos de primera línea para CDI-S.

Los pacientes con miocardiopatía hipertrófica, quienes suelen tener altos umbrales de desfibrilación con los CDI-TV también representan un grupo a tener en cuenta para CDI-S²¹. Tanto los pacientes con síndrome de Brugada, como con miocardiopatía hipertrófica, tienen características electrocardiográficas que potencialmente pueden predisponer a doble conteo de QRS y onda T respectivamente, con el consecuente riesgo de choques inapropiados. Por lo tanto, un screening pre-implante cuidadoso es necesario en este grupo de pacientes¹.

Un estudio evaluó la experiencia de CDI-S en adolescentes y adultos jóvenes demostrando su seguridad y eficacia en esta población. Aunque también evidenció una mayor tasa de choques inapropiados en los pacientes más jóvenes, esta misma tendencia se observa con los CDI-TV²⁷.

Finalmente, los pacientes con indicación de implante de CDI en forma temporal, como los que se encuentran en lista de espera para trasplante cardíaco, el implante de CDI-S representa una alternativa ventajosa que evita fibrosis venosa y facilita la extracción durante la cirugía¹.

La *figura 4* sintetiza los factores más importantes a tener en cuenta en la selección de pacientes candidatos al implante de CDI-S.

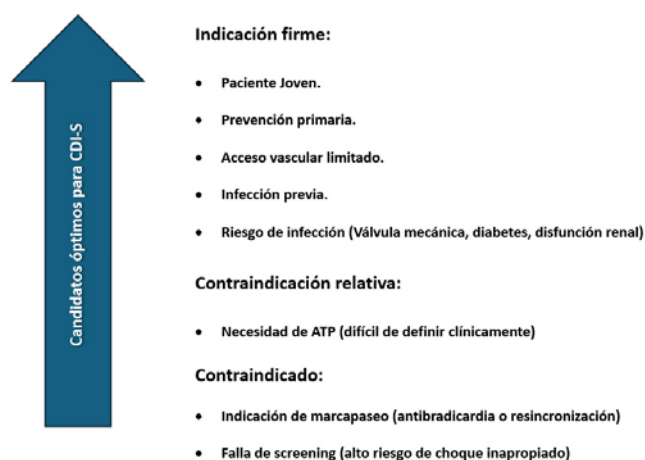


FIGURA 4.

Flujograma de indicaciones para CDI-S (Cardiodesfibrilador implantable Subcutáneo) que demuestra la direccionalidad en las indicaciones del dispositivo para los pacientes que más se benefician.

Adaptado de McLeod y cols².

LIMITACIONES

El propósito inicial del presente trabajo fue hacer una revisión abreviada sobre CDI-S focalizada a en las recomendaciones y selección de pacientes. El proceso de búsqueda bibliográfica fue revelando una gran cantidad de material, que, dada su riqueza y pertinencia con el tema fue difícil dejar de incluir, dando como resultado, una publicación más extensa y, tal vez, menos concisa y amigable a la lectura de lo que se pretendía.

CONCLUSIÓN

Desde su lanzamiento en 2009 hasta la fecha, el CDI-S ha pasado de ser una terapia emergente, con indicaciones limitadas a una alternativa concreta, segura y efectiva al CDI-TV en prevención primaria y secundaria en una amplia población de pacientes, evitando las múltiples complicaciones inherentes al implante de catéteres intravasculares en forma permanente. Sin embargo, esta tecnología todavía tiene limitaciones, como la ausencia de capacidad de marcapaseo, que restringe su utilización a pacientes que no requieren estimulación antibradicardia ni antitaquicardia, siendo candidatos ideales aquellos pacientes con acceso vascular limitado y en quienes la expectativa de vida o la condición clínica los hace más susceptibles a las complicaciones relacionadas con los catéteres intravasculares. A pesar de esto, un escenario promisorio se vislumbra en un futuro no muy lejano, con los avances tecnológicos y el surgimiento de la estimulación sin cables, la cual se podría acoplar al CDI-S y convertirlo en una herramienta integral para la prevención de muerte súbita, estimulación antitaquicardia e inclusive resincronización cardíaca.

Agradecimientos

Al Profesor Jefe de Técnicos de Electrofisiología Carlos López y a Facundo Daniel Ortigoza.

BIBLIOGRAFIA

- Verna N, Rhyner J, P KB. The subcutaneous implantable cardioverter and defibrillator, advantages, limitations and future directions. *Expert Rev Cardiovasc Ther* **2015**; 13: 989 – 999.
- McLeod CJ, Boersma L, Okamura Hy FPA. The subcutaneous implantable cardioverter defibrillator: state-of-the-art review. *Eur Heart J* **2017**; 38: 247 - 257.
- Zeppenfeld K, Tfelt-Hansen J, de Riva M, et al. 2022 ESC Guidelines for the management of patients with ventricular arrhythmias and the prevention of sudden cardiac death. *Eur Heart J* **2022**; 43: 3997 – 4126.
- Kleemann T, Becker T, Doengens K, et al. Annual Rate of Transvenous Defibrillation Lead Defects in Implantable Cardioverter-Defibrillators Over a Period of >10 Years. *Circulation*. **2007**; 115: 2474 - 2280.
- Aziz S, Leon AR, El-Chami MF. The Subcutaneous Defibrillator-A Review of the Literature. *J Am Coll Cardiol* **2014**; 63: 1473- 1479.
- Olde Nordkamp LR, Knops RE, Bardy GHyc. Rationale and design of the PRAETORIAN trial: A Prospective, RANdomizEd comparison of subcuTaneOus and tRansvenous ImplANTable cardioverter-defibrillator therapy. *Am Heart J* **2012**; 163: 753 - 759.
- Buiten MS, Van der Heijden AC, Schaliy MJ, et al. How adequate are the current methods of lead extraction? A review of the efficiency and safety of transvenous lead extraction methods. *Europace* **2015**; 17: 689 - 700
- Grupper A, Kulli AM, Friedman PA, et al. Effects of Tricuspid Valve Regurgitation on Outcome in Patients With Cardiac Resynchronization Therapy. *Am J Cardiol* **2015**; 115: 783 - 789.
- Morrison TB, Rea RE, Hodge DO, et al. Risk Factors for Implantable Defibrillator Lead Fracture in a Recalled and a Nonrecalled Lead. *J Cardiovasc Electrophysiol* **2010**; 21: 671 - 677.
- Russo AM, Daugherty SL, Masoudi FA, et al. Gender and outcomes after primary prevention implantable cardioverter-defibrillator implantation: Findings from the National Cardiovascular Data Registry (NCDR). *Am Heart J* **2015**; 170: 330 - 338.
- Van Der Stuijt W, Williams JL, Brisben AJ, et al. Battery longevity and its predictors in subcutaneous implantable cardioverter-defibrillators (S-ICDs): A mathematical analysis derived from a large dataset. *Heart Rhythm* **2025**; 22: 868 – 870-
- Knops RE, Olde Nordkamp LRA, de Groot JR, et al. Two-incision technique for implantation of the subcutaneous implantable cardioverter-defibrillator. *Heart Rhythm* **2013**; 10: 1240 -1243.
- Migliore F, Mattesi G, De Franceschi P, et al. Multicentre experience with the second-generation subcutaneous implantable cardioverter defibrillator and the intermuscular two-incision implantation technique. *J Cardiovasc Electrophysiol* **2019**; 30: 854 - 864.
- Kooiman KM, Knops RE, Olde Nordkamp L, et al. Inappropriate subcutaneous implantable cardioverterdefibrillator shocks due to T-wave oversensing can be prevented: Implications for management. *Heart Rhythm* **2014**; 11: 327 - 434.
- Burke MC, R. GM, Knight BP, et al. Safety and Efficacy of the Totally Subcutaneous Implantable Defibrillator. *J Am Coll Cardiol* **2015**; 65: 1605 - 1615.
- Gold MR, Weiss R, Theuns DA, et al. Use of a discrimination algorithm to reduce inappropriate shocks with a subcutaneous implantable cardioverter-defibrillator. *Heart Rhythm* **2014**; 8: 1352 - 1358.
- Theuns AMG, Bruwer TF, Jones P, et al. Prospective blinded evaluation of a novel sensing methodology designed to reduce inappropriate shocks by the subcutaneous implantable cardioverterdefibrillator. *Heart Rhythm* **2018**; 15: 1515 - 1522.
- Boersman LB, El-Chami M, Steinwender C, et al. Practical considerations, indications, and future perspectives for leadless and extravascular cardiac implantable electronic devices: a position paper by EHRA/HRS/LAHRs/APHRs. *Europace* **2022**; 24: 1691 - 1708.
- Breeman KTN, Swackhamer B, Brisben AJ, et al. Long-term performance of a novel communicating antitachycardia pacing-enabled leadless pacemaker and subcutaneous implantable cardioverter-defibrillator system: A comprehensive preclinical study. *Heart Rhythm* **2022**; 19: 837 - 846.
- Killingsworth CR, Melnick SB, Litovsky SH, et al. Evaluation of Acute Cardiac and Chest Wall Damage after Shocks with a Subcutaneous Implantable Cardioverter Defibrillator in Swine. *PACE* **2010**; 36: 1265 - 1272.
- Tan JL, Russo A. The subcutaneous implantable cardioverterdefibrillator should be considered for all patients with an implantable cardioverter-defibrillator indication. *Heart Rhythm* **2022**; 3: 589 - 596.
- Gold MR, El-Chami MF, Burke MC, et al. Postapproval Study of a Subcutaneous Implantable Cardioverter-Defibrillator System. *J Am Coll Cardiol* **2023**; 82: 383 - 397.
- Brouwer TF, Knops RE, Kutyla V, et al. Propensity scorematched comparison of subcutaneous and transvenous implantable cardioverter-defibrillator therapy in the SIMPLE and EFFORTLESS studies. *Europace* **2018**; 20: 1240 – 1248.
- Rodforf R. The ATLAS Randomised 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). doi: 10.15420/aer.2022.11.S1.
- Al-Khatib SM, Stevenson CWG, Ackerman MJ, et al. 2017 AHA/ACC/HRS Guideline for Management of Patients With Ventricular Arrhythmias and the Prevention of Sudden Cardiac Death. *Circulation* **2018**; 138: e279 e-391. Erratum in: *Circulation* **2018**; 138 :e419 - e420.
- De María E, Capelli S, Cappato R, et al. Shock efficacy of the entirely subcutaneous defibrillator for termination of spontaneous ventricular fibrillation in Brugada syndrome. *Heart Rhythm* **2013**; 10: 1807 - 1809.
- Bettin M, Larbig R, Rath B, et al. Long-Term Experience With the Subcutaneous ICD in Teenagers and Young Adults. *JACC Clin Electrophysiol* **2017**; 3: 1499 – 1506.

Artículo Original de Investigación

Excursión sistólica del anillo mitral en estenosis aórtica moderada-severa, bajo flujo y función sistólica conservada

Mitral annular plane systolic excursion in moderate-severe aortic stenosis, low flow and preserved systolic function

Adrián Carlessi^{1,2,3}, Juan Morbidoni², Evangelina Garello^{1,2}, Bruno Strada¹, Leonel Perello^{1,2}.

1 Sanatorio San Gerónimo. 2 Hospital JM Cullen. 3 Diagnostico por imágenes Junín. Santa Fe Capital.

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Recibido el 5 de Noviembre de 2024

Aceptado después de revisión

el 31 de Enero de 2025

www.revistafac.org.ar

Los autores declaran no tener
conflicto de intereses.

Palabras clave:

Estenosis aórtica,
bajo flujo,
fracción de eyección,
strain longitudinal,
ESPAM.

RESUMEN

Introducción: el bajo flujo (BF) (índice de volumen sistólico (IVS) < 35ml/m²) es un marcador pronóstico en estenosis aórtica (EA). El strain longitudinal evaluado con técnica de speckle tracking es un determinante de BF. Sin embargo, requiere de adecuada ventana ultrasónica. La excursión sistólica del anillo mitral (ESPAM) es una alternativa al strain longitudinal.

Objetivos: evaluar la relación del ESPAM con el BF en pacientes con EA moderada (EAM) o severa (EAS).

Material y métodos: se evaluó pacientes con EAM (área valvular < 1.50 cm²) o EAS (área valvular < 1 cm²) y fracción de eyección ≥50%. Se calculó el ESPAM promedio del ESPAM lateral y medial. Se analizaron todos los parámetros relacionados con BF (que no estén implicados en su cálculo) y se realizó un modelo de regresión logística.

Resultados: se evaluaron 222 pacientes. Presentaron EAS el 59,5%. La prevalencia total de BF fue del 16,7%. La mediana de ESPAM fue de 1,34 cm (1,2-1,46) en aquellos pacientes con normoflujo y 0,99 cm (0,90-1,06) en aquellos con BF (p=<0,001). ESPAM tuvo un área bajo la curva de 0,89 para la predicción de BF. Se realizó análisis multivariado con las variables significativas en el análisis univariado, persistiendo significativos edad (p=0,011), la superficie corporal (p= 0,003), la frecuencia cardíaca (p= 0,03) y el ESPAM (p=<0,001)

Conclusión: pacientes con EAM o EAS y BF presentaron menor ESPAM que aquellos con normoflujo. ESPAM es un excelente predictor de BF. Siendo el único parámetro ecocardiográfico asociado a BF en un análisis multivariado.

Mitral annular plane systolic excursion in moderate-severe aortic stenosis, low flow and preserved systolic function

ABSTRACT

Background: low flow (LF) (stroke volume index (SVi) <35 ml/m²) serves as a prognostic marker of aortic stenosis (AS). Longitudinal strain assessed by speckle tracking is a determinant of LF. However, this method requires an adequate ultrasound window. Mitral annular plane systolic excursion (MAPSE) functions as an alternative for longitudinal strain.

Objectives: to investigate the relationship between MAPSE and LF in patients with moderate AS (MAS) or severe AS (SAS).

Methods: patients with MAS (valve area <1.50 cm²) or SAS (valve area <1 cm²) and an ejection fraction ≥ 50% were evaluated. The average MAPSE was calculated utilizing the lateral and medial MAPSE. All parameters related to LF (not involved in its calculation) were analyzed, and a logistic regression model was performed.

Results: a total of 222 patients were evaluated, 59.5% presented with SAS. The prevalence of LF in the general population was 16.7%. The median MAPSE was 1.34 cm (1.2-1.46) in patients with normal flow and 0.99 cm (0.90-1.06) in those with LF (p<0.001). MAPSE demonstrated an area under the curve of 0.89 for the prediction of LF. Multivariate analysis was conducted with

Keywords:

aortic stenosis,
low flow,
ejection fraction,
longitudinal strain,
MAPSE.

the significant variables from the univariate analysis, with age ($p=0.011$), body surface area ($p=0.003$), heart rate ($p=0.03$), and MAPSE ($p<0.001$) remaining significant.

Conclusion: patients with MAS, SAS, and LF had lower MAPSE than those with normal flow. MAPSE is an excellent predictor of LF, and it was the only echocardiographic parameter associated with LF in a multivariate analysis.

INTRODUCCIÓN

La estenosis valvular aórtica es un problema de salud creciente con un impacto económico considerable. Actualmente, el reemplazo de la válvula aórtica está indicado en pacientes con EA severa (EAS) que desarrollan síntomas. El manejo de pacientes asintomáticos con EA sigue siendo motivo de debate. En estos últimos, sólo presentan indicación clase I de recambio valvular aórtico aquellos que presentan caída de la fracción de eyección (FEY) por debajo de 50%¹. Los pacientes con FEY $\geq 50\%$ y bajo flujo transvalvular (BF) (índice de flujo sistólico (IVS) $< 35 \text{ ml/m}^2$), presentan un peor pronóstico que aquellos con IVS $> 35 \text{ ml/m}^2$ ^{2,3,4}. El BF es debido, entre otras múltiples causas, a una mayor resistencia vascular periférica, disminución de la complacencia arterial sistémica, así como un mayor nivel de impedancia válvulo-arterial (Zva)^{5,6,7}. Por otro lado, los pacientes con BF presentan valores más bajos de strain longitudinal global (SLG) que aquellos con flujo conservado, causado por una precoz afectación de las fibras subendocárdicas del ventrículo izquierdo, pudiendo llevar esto a una caída en el IVS^{3,8}. La técnica de speckle tracking es la más utilizada para la medición del SLG, pero esta no se encuentra disponible en todos los laboratorios de ecocardiografía, la presencia de una inadecuada ventana ultrasónica puede generar variabilidad en los resultados y a pesar de que las diferencias entre marcas comerciales se fueron acortando, todavía persisten algunas, tanto en la metodología utilizada como a los puntos de corte establecidos⁹. La excursión del anillo mitral en sístole (ESPAM) es un parámetro alternativo de SLG. Independientemente del método con la cual se la mida, la deformación longitudinal sistólica del ventrículo izquierdo es el cambio longitudinal relativo a la longitud inicial de este en la diástole, medido en las vistas apicales: (longitud telediastólica - longitud telesistólica) / longitud telediastólica. La diferencia entre la longitud telediastólica y la telesistólica está dada por el ESPAM por lo cual: ESPAM/longitud telediastólica es una alternativa para la medición de la función longitudinal. Stoylen y cols recomiendan no realizar normalización del ESPAM por la longitud telediastólica, ya que incrementan la dependencia de la superficie corporal y el sexo en el parámetro¹⁰.

OBJETIVO

El objetivo de este trabajo, por lo tanto, fue evaluar la relación del BF con el ESPAM, en pacientes con estenosis aórtica moderada (EAM) y EAS, con FEY $\geq 50\%$ y la capacidad predictiva de BF que el ESPAM podría presentar.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se incluyeron prospectivamente pacientes con EAS (área valvular $< 1 \text{ cm}^2$) y EAM (área valvular $< 1.50 \text{ cm}^2$), que fueron derivados a la realización de ecocardiograma Doppler en forma ambulatoria desde agosto de 2022 hasta septiembre 2024. Fueron excluidos aquellos pacientes con: FEY $< 50\%$, otra valvulopatía izquierda mayor a leve, severa calcificación del anillo mitral y prótesis en posición mitral.

Se realizó ecocardiografía transtorácica completa en todos los pacientes. Todas las mediciones ecocardiográficas se realizaron siguiendo las recomendaciones actuales¹¹. El volumen sistólico del ventrículo izquierdo se calculó de la siguiente manera: área del tracto de salida del ventrículo izquierdo $\times$ la integral velocidad -tiempo del tracto de salida del ventrículo izquierdo medida por Doppler de onda pulsada. Además, se utilizaron múltiples posiciones de transductor para registrar las velocidades máximas del jet aórtico. Se utilizó la velocidad transaórtica más alta para la ecuación de continuidad.

La presión arterial sistémica se midió en forma manual, con el uso de un esfigmomanómetro de manguito (colocado en el brazo), de tipo aneroides, al mismo tiempo que se realizó la medición Doppler del volumen sistólico en el tracto de salida del ventrículo izquierdo. Como medida de la carga global del ventrículo izquierdo, calculamos $Zva = (PAS \times GN) / IVS$, donde PAS es la presión arterial sistólica y GN es el gradiente neto de presión transvalvular. Por tanto, Zva representa los factores valvulares y arteriales que se oponen a la eyección ventricular al absorber la energía mecánica desarrollada por el VI. Se consideró alto Zva a aquellos pacientes que presentaron un $Zva \geq 4,5 \text{ mmHg.ml}^{-1}.\text{m}^2$.

El ESPAM se obtuvo a través del modo M desde la vista apical de 4 cámaras a nivel del anillo mitral lateral y medial. El cursor en modo M fue alineado en paralelo a las paredes del ventrículo izquierdo. La excursión sistólica del anillo mitral se midió desde el punto más bajo al final de la diástole hasta el punto pico, medido al final de la onda T del electrocardiograma. Se realizaron dos mediciones de ambos lados y se promediaron las mismas.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Las variables cuantitativas de distribución normal son presentadas como media $\pm$ desvío estándar; aquellas con distribución no paramétrica se describen con mediana y rango intercuartilo; y aquellas variables cualitativas se presentan como porcentajes. Se realizó test de t para la evaluación de variables con distribución normal y test de Mann-Whitney para las que no presentaban distribución normal.

La prueba de chi cuadrado o la implementación de test de Fisher (cuando fue necesario), se utilizaron para la comparación de variables categóricas. La sensibilidad y la especificidad se calcularon utilizando definiciones estándar, se construyeron curvas características operativas del receptor y se calculó el área bajo la curva para la predicción de IVS < 35 ml/m². Se consideró estadísticamente significativo a valores de $p < 0.05$. El análisis fue realizado con Rstudio versión 4.3.2.

RESULTADOS

Se evaluaron 222 pacientes, la mediana de edad fue de 72,9 años (66-80) de los cuales el 57,7% de los pacientes fueron del sexo masculino (Tabla 1). Los pacientes presentaron

EAS en 59,5%. La prevalencia global de BF fue del 16,7%. En el grupo de pacientes con EAS la prevalencia de BF fue del 23,6% y en aquellos con EAM fue del 6,7% ($p = < 0,001$).

La mediana de ESPAM fue de 1,34 cm (1,20-1,46) en aquellos pacientes con NF y 0,99 cm (0,90-1,06) en aquellos con BF ($p = < 0,001$) (Figura 1A). No se observó diferencias significativas en la FEY ni en la fracción de acortamiento endocárdica (FAC) en los dos grupos (Tabla 1). Los pacientes con EAM y NF presentaron una mediana de ESPAM de 1,37 cm (1,14-1,47), mientras que aquellos con BF 1,05cm (0,94-1,09) ($p = < 0,001$) (Figura 1B). En aquellos con EAS y NF el ESPAM fue de 1,31 cm (1,14-1,46) y en aquellos con BF 0,98 cm (0,89-1,06) ($p = < 0,001$) (Figura 1C).

TABLA 1.
Variables clínicas y ecocardiográficas.

VARIABLE	GENERAL	NORMOFLUJO	BAJO FLUJO	p
n	222	185	37	
EDAD (media (DS))	72,95 (10,67)	72,05 (10,90)	77,46 (8,17)	0,005
SEXO Masc n (%)	128 (57,7)	101 (54,6)	27 (73)	0,06
SUP. CORP. (m2)	1,89 (0,21)	1,87 (0,21)	1,97 (0,21)	0,009
DIABETES n (%)	68 (30,6)	54 (29,2)	14 (37,8)	0,397
HTA n (%)	173 (77,9)	144 (77,8)	29 (78,4)	1
DISLIPEMIA n (%)	110 (49,5)	89 (48,1)	21 (56,8)	0,435
OBESIDAD n (%)	86 (38,7)	70 (37,8)	16 (43,2)	0,666
IAM n (%)	12 (5,4)	9 (4,9)	3 (8,1)	0,69
ENF. CORO n (%)	50 (22,5)	38 (20,5)	12 (32,4)	0,172
PAS (mmHg) – RI	140 [121- 150]	140 [125 -150]	134 [120-150]	0,371
PAD (mmHg) – RI	80 [70- 85]	80 [70- 85]	80 [70-90]	0,762
FC (l/min) – DS	71,1 (10,24)	70,2 (9,67)	75,2 (12,02)	0,007
DDVI (mm) – DS	47,4 (4,71)	47,2 (4,58)	48,6 (5,23)	0,084
DSVI (mm) – DS	28,35 (4,25)	28,05 (4,24)	29,89 (3,98)	0,016
FAC (% promedio) - DS	40,27 (6,34)	40,63 (6,37)	38,47 (5,97)	0,06
IVFDVI (ml/m2) - DS	48,8 [38-58]	49 [38,6- 58,2]	45,4 [37,9- 55]	0,358
IVFSVI (ml/m2) – RI	16,7 [12,7- 21,5]	16,7 [12,9-21,2]	16,39 [11,7-21,9]	0,943
FEY (% promedio - DS)	65,1(6,1)	65,4 (5,9)	63,4 (6,8)	0,08
EPR - RI	0,41 [0,365-0,4]	0,40 [0,36-0,44]	0,42 [0,38- 0,52]	0,026
IMVI (g/m2) – RI	126,9 [107,6-153,2]	124 [106,3-147,7]	150,1[118,1-170,3]	0,001
Ee – RI	10,2 [7,6-14]	9,9 [7,5- 13]	12,16 [10,3- 18,7]	<0,001
VP. TRICU. (m/seg) – RI	2,60 [2,42, 2,91]	2,57 [2,42, 2,85]	2,78 [2,43, 3,01]	0,15
VOL. AI (ml/m2) - RI	44 [38-52]	44[38- 51]	49 [38- 56]	0,098
DTSVI (cm) – RI	2,08 [2- 2,18]	2,08 [1,99-2,17]	2,10 [2- 2,20]	0,541
IVS (ml/m2) – DS	43,2 (8,31)	45,6 (6,74)	31,08 (3,16)	<0,001
VP. AO. (m/seg) - RI	4,06 [3,3 -4,48]	4,06 [3,25-4,48]	4,12 [3,35-4,47]	0,779
GRAD. MED. (mmHg) – RI	38 [25- 48,7]	38 [24- 48]	40[27- 49]	0,856
AVA (cm2) – RI	0,94 [0,76, 1,16]	0,98 [0,80, 1,19]	0,73 [0,60, 0,88]	<0,001
RVP (mmHg·min/l) - RI	1170,6 [972,7-1505]	1109,5 [950,2- 1456,9]	1447 [1170- 1750,6]	<0,001
Zva (mmHg·ml-1·m2)-RI	3,19 [2,72- 3,77]	3,01 [2,63-3,48]	4,24 [3,83-4,73]	<0,001
ESPAM (cm) – RI	1,31 [1,09-1,44]	1,34 [1,20-1,46]	0,99 [0,90-1,09]	<0,001

HTA: hipertensión arterial. IAM: antecedente de Infarto agudo de miocardio. ENF. CORO.: antecedente de enfermedad coronaria. PAS: presión arterial sistólica. PAD: presión arterial diastólica. FC: frecuencia cardíaca. DDVI: diámetro diastólico del ventrículo izquierdo. DSVI: diámetro sistólico del ventrículo izquierdo. FAC: fracción de acortamiento endocárdica. IVFDVI: índice de volumen de fin de diástole del ventrículo izquierdo. IVFSVI: índice de volumen de fin de sístole del ventrículo izquierdo. FEY: fracción de eyección del ventrículo izquierdo. EPR: espesor parietal relativo. IMVI: índice de masa del ventrículo izquierdo. Ee: relación E mitral y e del doppler tisular. VP. TRICU: velocidad de regurgitación tricúspidea. VOL. AI: volumen de aurícula izquierda. DTSVI: diámetro del tracto de salida del ventrículo izquierdo. IVS: índice de volumen sistólico. VP. AO.: velocidad pico aortica. GRAD. MED.: gradiente medio aórtico. AVA: área valvular aortica. RVP: resistencia vascular periférica. Zva: impedancia válvulo-arterial. ESPAM: excursión sistólica del anillo mitral. DS: desvío estándar. RI: rango intercuartilo

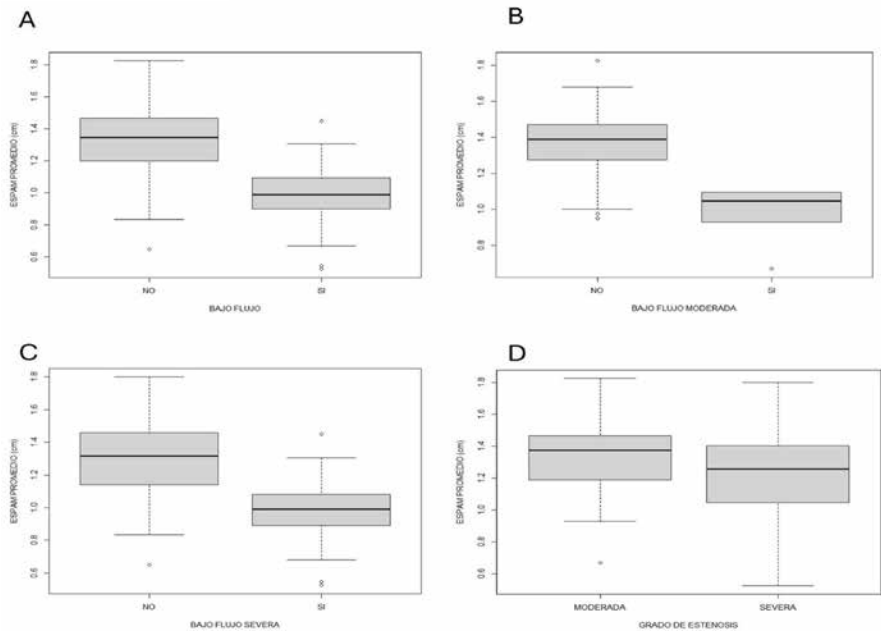


FIGURA 1. Mediana de ESPAM de acuerdo con la presencia de BF en la población general (A). ESPAM de acuerdo con la presencia de bajo flujo en pacientes con EAM (B) y EAS (C). Relación del ESPAM con la severidad de la EA(D).

Por otro lado, no hubo diferencias significativas en cuanto a la FEY ni la FAC con respecto a la severidad de la estenosis, los pacientes con EAS tuvieron una media de FEY 65% ($\pm 5,83$) y aquellos con EAM 65,4% ($\pm 6,44$) ($p=0,71$); la FAC fue de 41% ($\pm 6,22$) y 40,3% ($\pm 6,58$) en paciente con EAM y EAS respectivamente ($p=0,39$); en cambio, hubo diferencias significativas en cuanto a ESPAM, siendo la mediana de ESPAM en los pacientes con EAM de 1,38 cm (1,21-1,46) y con EAS 1,26 cm (1,00-1,40) ($p<0,001$) (Figura 1D). Aquellos pacientes con alto Zva presentaron menor ESPAM que aquellos con Zva normal, 1,02 cm (0,88-1,09) y 1,32 cm (1,11-1,45), respectivamente ($p<0,001$).

La capacidad predictiva del ESPAM para determinar la presencia de BF presentó un área bajo la curva ROC de 0,89,

el punto de corte de 1,16 cm presenta una sensibilidad de 91% y una especificidad de 77% (Figura 2).

Las variables asociadas significativamente a BF en el análisis univariado, y que no forman parte del cálculo del volumen sistólico, fueron evaluadas en un modelo de regresión logística, siendo la edad ($p=0,011$), la superficie corporal ($p=0,003$), la frecuencia cardiaca ($p=0,03$) y ESPAM ($p<0,001$) (Tabla 2).

DISCUSIÓN

El presente estudio evidenció una asociación entre la presencia de BF y el ESPAM. Los pacientes con BF presentaron menor ESPAM que aquellos con NF. Esta asociación se observó tanto en pacientes con EAS como EAM, y se man-

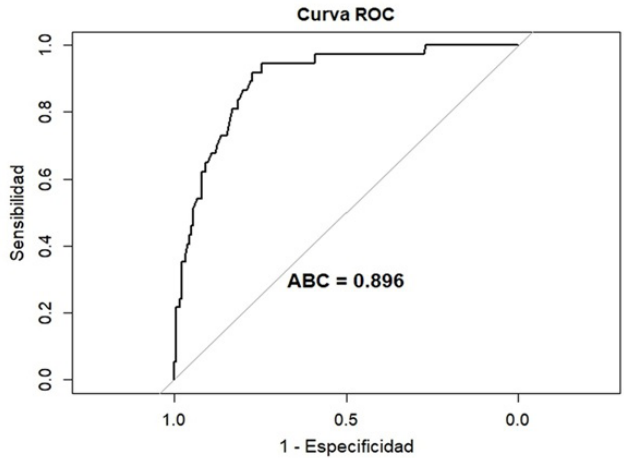


FIGURA 2. Curva ROC que muestra el área bajo la curva (ABC) del ESPAM promedio para la predicción de BF.

TABLA 2. Análisis multivariado de regresión logística.

Predictor	Estimador	EE	Z	p
Constante	-11.23588	6.23610	-1.802	0.072
EDAD	0.08839	0.03480	2.540	0.011
SEXO MASCULINO	0.46392	0.71429	0.649	0.516
SUP.CORP.	5.02726	1.68361	2.986	0.003
FC	0.05840	0.02697	2.166	0.030
DSVI	-0.02631	0.08441	-0.312	0.755
IMVI	-0.00428	0.00998	-0.429	0.668
EPR	2.27642	3.82240	0.596	0.551
Ee	-0.01334	0.05544	-0.241	0.810
ESPAM	-9.31400	1.80876	-5.149	<.001

SUP. CORP.: superficie corporal. FC: frecuencia cardiaca. DSVI: diámetro sistólico del ventrículo izquierdo. IMVI: índice masa del ventrículo izquierdo. EPR: espesor parietal relativo. Ee: relación E mitral y e del doppler tisular. ESPAM: excursión sistólica del anillo mitral.

tuvo significativa luego del análisis multivariado. Esto no se reflejó en otros parámetros de función sistólica evaluados, como la FEY y la FAC. El ESPAM mostró una excelente predicción de la presencia de BF, presentando un área bajo la curva de 0.89, con alta sensibilidad (91%) y adecuada especificidad (71%).

El BF es una condición que se presenta en hasta el 35% de los pacientes con estenosis aortica severa, y la asociación de BF y bajo gradiente (gradiente medio < 40 mmHg) en pacientes con EAS se presenta entre el 10-25% de los pacientes^{4,12}. En el presente estudio se observó una prevalencia global de 16,7% de BF, siendo en los pacientes con EAS del 23,6% y 6,7% en aquellos con EAM. Estos últimos, estudios previos, mostraron una prevalencia de BF del 7%, similar a la observada en este estudio¹³.

Los pacientes con EAS, BF y FEY $\geq$ 50% presentan menor sobrevida posterior al reemplazo valvular, especialmente aquellos con bajo gradiente medio (< 40 mmHg)^{13,14,15}. Mas allá de esto, en pacientes con gradiente medio alto (> 40 mmHg) y FEY $\geq$ 50%, aquellos pacientes que presentaban BF evidenciaron un peor pronóstico en un seguimiento medio de 48 meses, reflejando esto, el impacto pronóstico del BF per se, más allá del gradiente medio¹⁶.

Por otro lado la EAM es una entidad que conlleva riesgo de eventos mayores, y la presencia de deterioro del SLG, medido por speckle tracking, es un factor pronóstico en la evolución de estos pacientes, incluso en aquellos pacientes que presentan deterioro de la FEY^{17,18,19,20}. En este trabajo los pacientes con EAM y bajo flujo presentaron menor ESPAM que aquellos con NF (*Figura 1C*).

Aquellos parámetros que evalúan la postcarga más allá de la impuesta por la estenosis valvular, como la RVP, CAS y Zva, afectan la mecánica cardiaca y pueden impactar en la evolución de los pacientes luego del reemplazo valvular^{21,22}. En este estudio se evidenció asociación de la Zva y el ESPAM, reflejando la sensibilidad de este último a los cambios del primero.

Las fibras subendocárdicas, responsables del acortamiento longitudinal, son tempranamente afectadas por diferentes condiciones, como puede ser la sobrecarga impuesta por la EA. El SLG, a través del speckle tracking, evalúa la función de dichas fibras. Se observó que pacientes con BF presentan menores valores que aquellos que conservan el flujo transvalvular, por lo cual el deterioro de la función longitudinal podría conducir, entre otros factores, a la caída del IVS^{23,24}. Y más allá del BF, la función longitudinal un marcador pronóstico independiente en los pacientes con EAS, estableciéndose como un marcador de afección temprana en la enfermedad^{25,26}. Sin embargo, la técnica de speckle tracking no se encuentra disponible en todos los laboratorios, requiere de una cierta curva de aprendizaje y de una adecuada ventana ultrasónica para minimizar la variabilidad, y si bien se fueron acortando, aún se observan diferencias entre los métodos de análisis de diferentes marcas comerciales^{9,27,28}.

La estimación de la función longitudinal a través de ESPAM, es una medida simple, genérica y con menor variabilidad interobservador, que presenta una alta correlación con el grado de fibrosis miocárdica, medida con resonancia cardiaca, en pacientes con EA^{29,30}. Y que podría ser un marcador de daño avanzado, como muestra ser el BF.

LIMITACIONES

El cálculo del área fue realizado a través de la ecuación de continuidad, con la probabilidad de infraestimar el AVA, a pesar de esto, esta metodología de cálculo se utilizó en todos los estudios de esta índole.

Es necesario estudios de mayores dimensiones para establecer los valores y puntos de cortes del ESPAM en su posible asociación con BF. A su vez se requiere estudios de seguimiento para poder establecer el posible valor pronóstico del ESPAM.

CONCLUSIÓN

El ESPAM se encuentra disminuido en los pacientes con BF tanto en EAM como EAS. ESPAM presentó una alta capacidad predictiva de BF y persiste, en un análisis multivariado, como único parámetro ecocardiográfico, independiente, asociado al BF.

Reconocimiento

Los autores de este artículo reconocen la influencia académica y humana del Dr. Carlos Becker †.

BIBLIOGRAFIA

1. Vahanian A, Beyersdorf F, Praz F, et al. 2021 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease: Developed by the Task Force for the management of valvular heart disease of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). *Eur Heart J* **2022**; 43: 561 – 632.
2. Dayan V, Vignolo G, Magne J, et al. Outcome and Impact of Aortic Valve Replacement in Patients with Preserved LVEF and Low-Gradient Aortic Stenosis. *J Am Coll Cardiol* **2015**; 66: 2594 – 2603.
3. Lancellotti P, Magne J, Donal E, et al. Clinical outcome in asymptomatic severe aortic stenosis: insights from the new proposed aortic stenosis grading classification. *J Am Coll Cardiol* **2012**; 59: 235 – 243.
4. Hachicha Z, Dumesnil JG, Bogaty P, et al. Paradoxical Low-Flow, Low-Gradient Severe Aortic Stenosis Despite Preserved Ejection Fraction Is Associated with Higher Afterload and Reduced Survival. *Circulation* **2007**; 115: 2856 – 2864.
5. Briand M, Dumesnil JG, Kadem L, et al. Reduced Systemic Arterial Compliance Impacts Significantly on Left Ventricular Afterload and Function in Aortic Stenosis. *J Am Coll Cardiol* **2005**; 46: 291 – 298.
6. Hachicha Z, Dumesnil JG, Pibarot P. Usefulness of the Valvuloarterial Impedance to Predict Adverse Outcome in Asymptomatic Aortic Stenosis. *J Am Coll Cardiol* **2009**; 54: 1003 – 1011.
7. Cramariuc D, Cioffi G, Rieck ÅE, et al. Low-Flow Aortic Stenosis in Asymptomatic Patients: Valvular-Arterial Impedance and Systolic Function from the SEAS Substudy. *JACC Cardiovasc Imaging* **2009**; 2: 390 – 399.
8. Luis SA, Chan J, Pellikka PA. Echocardiographic Assessment of Left Ventricular Systolic Function: An Overview of Contemporary Techniques, Including Speckle-Tracking Echocardiography. *Mayo Clin Proc* **2019**; 94: 125 – 138.

9. Farsalinos KE, Daraban AM, Ünlü S, et al. Head-to-Head Comparison of Global Longitudinal Strain Measurements among Nine Different Vendors. *J Am Soc Echocardiogr* **2015**; 28: 1171 -1181.
10. Støylen A, Mølmen HE, Dalen H. Relation between Mitral Annular Plane Systolic Excursion and Global longitudinal strain in normal subjects: The HUNT study. *Echocardiography* **2018**; 35: 603 – 610.
11. Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, et al. Recommendations for Cardiac Chamber Quantification by Echocardiography in Adults: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J Am Soc Echocardiogr* **2015**; 28: 1 -39.
12. Saybolt MD, Fiorilli PN, Gertz ZM, et al. Low-Flow Severe Aortic Stenosis. *Circ Cardiovasc Interv* **2017**; 10: e004838.
13. Stassen J, Ewe SH, Singh GK, et al. Prevalence and Prognostic Implications of Discordant Grading and Flow-Gradient Patterns in Moderate Aortic Stenosis. *J Am Coll Cardiol* **2022**; 80: 666 – 676.
14. Wagener M, Reuthebuch O, Heg D, et al. Clinical Outcomes in High-Gradient, Classical Low-Flow, Low-Gradient, and Paradoxical Low-Flow, Low-Gradient Aortic Stenosis After Transcatheter Aortic Valve Implantation: A Report from the Swiss TAVI Registry. *J Am Heart Assoc Cardiovasc Cerebrovasc Dis* **2023**; 12: e029489.
15. Bridonneau V, Galli E, Auffret V, et al. Management of aortic valve replacement according to the gradient across symptomatic aortic valve stenosis and its prognostic impact. *Echocardiography* **2019**; 36: 2136 – 2144.
16. Maréchaux S, Rusinaru D, Altes A, et al. Prognostic Value of Low Flow in Patients with High Transvalvular Gradient Severe Aortic Stenosis and Preserved Left Ventricular Ejection Fraction: A Multicenter Study. *Circ Cardiovasc Imaging* **2019**; 12: e009299.
17. Strange G, Stewart S, Celermajer D, et al. Poor Long-Term Survival in Patients with Moderate Aortic Stenosis. *J Am Coll Cardiol* **2019**; 74: 1851 – 1163.
18. Delesalle G, Bohbot Y, Rusinaru D, et al. Characteristics and Prognosis of Patients with Moderate Aortic Stenosis and Preserved Left Ventricular Ejection Fraction. *J Am Heart Assoc* **2019**; 8: e011036.
19. Stassen J, Pio SM, Ewe SH, et al. Left Ventricular Global Longitudinal Strain in Patients with Moderate Aortic Stenosis. *J Am Soc Echocardiogr* **2022**; 35: 791 - 800.
20. Stassen J, Singh GK, Pio SM, et al. Incremental value of left ventricular global longitudinal strain in moderate aortic stenosis and reduced left ventricular ejection fraction. *Int J Cardiol* **2023**; 373: 101 – 106.
21. Nuis RJ, Goudzwaard JA, de Ronde-Tillmans MJAG, et al. Impact of Valvulo-Arterial Impedance on Long-Term Quality of Life and Exercise Performance After Transcatheter Aortic Valve Replacement. *Circ Cardiovasc Interv* **2020**; 13: e008372.
22. Huded CP, Kusunose K, Shahid F, et al. Novel Echocardiographic Parameters in Patients with Aortic Stenosis and Preserved Left Ventricular Systolic Function Undergoing Surgical Aortic Valve Replacement. *Am J Cardiol* **2018**; 122: 284 – 293.
23. Adda J, Mielot C, Giorgi R, et al. Low-flow, low-gradient severe aortic stenosis despite normal ejection fraction is associated with severe left ventricular dysfunction as assessed by speckle-tracking echocardiography: a multicenter study. *Circ Cardiovasc Imaging* **2012**; 5: 27 – 35.
24. Sato K, Seo Y, Ishizu T, et al. Prognostic Value of Global Longitudinal Strain in Paradoxical Low-Flow, Low-Gradient Severe Aortic Stenosis With Preserved Ejection Fraction. *Circ J* **2014**; 78: 2750 – 2759.
25. Magne J, Cosyns B, Popescu BA, et al. Distribution and Prognostic Significance of Left Ventricular Global Longitudinal Strain in Asymptomatic Significant Aortic Stenosis: An Individual Participant Data Meta-Analysis. *JACC Cardiovasc Imaging* **2019**; 12: 84 – 92.
26. Gutierrez-Ortiz E, Olmos C, Carrión-Sánchez I, et al. Redefining cardiac damage staging in aortic stenosis: the value of GLS and RVAc. *Eur Heart J - Cardiovasc Imaging* **2023**; 24: 1608 –1617.
27. Negishi T, Negishi K, Thavendiranathan P, et al. Effect of Experience and Training on the Concordance and Precision of Strain Measurements. *JACC Cardiovasc Imaging* **2017**; 10: 518 –522.
28. Ünlü S, Mirea O, Duchenne J, et al. Comparison of Feasibility, Accuracy, and Reproducibility of Layer-Specific Global Longitudinal Strain Measurements Among Five Different Vendors: A Report from the EACVI-ASE Strain Standardization Task Force. *J Am Soc Echocardiogr* **2018**; 31: 374 - 380.
29. Thorstensen A, Dalen H, Amundsen BH, et al. Reproducibility in echocardiographic assessment of the left ventricular global and regional function, the HUNT study. *Eur J Echocardiogr* **2010**; 11: 149 – 156.
30. Herrmann S, Störk S, Niemann M, et al. Low-gradient aortic valve stenosis myocardial fibrosis and its influence on function and outcome. *J Am Coll Cardiol* **2011**; 58: 402 – 412.

Artículo Original de Investigación

Retraso en el traslado de pacientes con infarto en la región centro-norte de Santa Fe. Es hora de trabajar en redes.**Delay to reperfusion in patients with myocardial infarction in Santa Fe. It is time to develop a reperfusion network**

Hominal Miguel, Braida Antonela, López Lautaro, Constantin Nahuel, Etchetto Fabricio.

Unidad Coronaria. Servicio de Cardiología Sanatorio Diagnóstico. Santa Fe. Argentina.

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Recibido el 10 de Noviembre de 2024

Aceptado después de revisión

el 4 de Febrero de 2025

www.revistafac.org.arLos autores declaran no tener
conflicto de intereses.**Palabras clave:**

Infarto,

Reperusión,

Redes de atención del infarto agudo
de miocardio.

RESUMEN

Introducción: el tiempo a la reperusión en el infarto representa un aspecto crucial y modificable. La implementación de redes es fundamental para disminuir los retrasos.**Objetivos:** evaluar resultados intrahospitalarios en pacientes con IAM según su zona de procedencia e identificar las barreras asociadas a retrasos.**Material y métodos:** se analizaron una serie consecutiva de IAM ingresados entre 2016 y 2023. Se dividió la muestra en zonas de derivación: Zona 1 (Z1) Santa Fe, Zona 2 (Z2) ≤ 100 km, Zona 3 (Z3) >100 y ≤ 200 km y Zona 4 (Z4) >200 km. Se evaluaron eventos intrahospitalarios. Se realizó un relevamiento telefónico con las localidades de derivación para identificar potenciales barreras.**Resultados:** se conformó una muestra de 408 pacientes, siendo 54,6% de Z1, 27,9% de Z2, 13,7% de Z3 y 3,6% de Z4. Se evidenció una diferencia significativa respecto al tiempo de síntomas y la admisión: Z1 4 hs, Z2 6 hs, Z3 9 h y Z4 16 hs ($p<0,004$). La reperusión se llevó a cabo en el 70,1%, siendo la causa más frecuente de falta de reperusión el encontrarse fuera de ventana (60,5%). El shock cardiogénico y la mortalidad aumentaron de manera significativa con la distancia ($p=0,02$ y $p=0,01$, respectivamente). Se realizó un relevamiento de las localidades de procedencia ($n=73$) donde se identificaron variables asociadas a retrasos y barreras para la reperusión en tiempos adecuados.**Conclusiones:** el retraso en la derivación del IAM tiene un claro impacto negativo en la evolución intrahospitalaria. La implementación de redes constituye una potencial solución.**Delay to reperfusion in patients with myocardial infarction in Santa Fe. It is time to develop a reperfusion network.**

ABSTRACT

Introduction: Time to reperfusion in myocardial infarction is crucial and can be optimized. The use of reperfusion networks has shown to be useful in improving delays.**Objectives:** to evaluate in-hospital outcomes in subjects with MI according to the distance of referral and to identify barriers associated with delays.**Methods:** all consecutive MI admitted between 2016 and 2023 were analyzed. The sample was divided into groups according to the referral distance: Zone 1 (Z1) Santa Fe, Zone 2 (Z2) ≤ 100 km, Zone 3 (Z3) >100 and ≤ 200 km and Zone 4 (Z4) >200 km. In-hospital outcomes were analyzed. All referral sites were contacted to identify challenges and causes of delays.**Results:** a sample of 408 STEMI was selected: 54.6% were from Z1, 27.9% from Z2, 13.7% from Z3 and 3.6% from Z4. It was observed that there was a significant difference between the referral zones and the time until admission (Z1 4 h, Z2 6 h, Z3 9 h y Z4 16 h ($p<0.004$). Reperfusion was performed at 70.1% and the most common cause of the lack of reperfusion was the delay (60.5%). Cardiogenic shock and mortality were higher according to the distance of the transfer ($p=0.02$ y $p=0.01$, respectively). Referral sites were contacted, and common causes of delay were identified.**Conclusions:** In-hospital outcomes are related to the delay to transfer. The implementation of networking might be useful to minimize this problem.**Keywords:**

Acute myocardial infarction,

Reperfusion,

Networks of care for myocardial
infarction.

INTRODUCCIÓN

El infarto agudo de miocardio (IAM) constituye la causa más importante de mortalidad en la Argentina. Reportes nacionales reflejan que aproximadamente el 30% de las muertes en el país son debidas a causa cardiovascular^{1,2,3}.

El tiempo transcurrido entre el contacto del paciente con el sistema (retraso del paciente) y la reperusión (retraso del sistema) constituye un aspecto modificable mediante políticas de salud. Una vez establecido el diagnóstico de IAM con elevación del ST (IAMEST) por el servicio de emergencias, la activación inmediata del servicio de hemodinamia reduce el retraso a la reperusión y, con ello, la mortalidad^{4,5,6,7}. Estos tiempos pueden optimizarse de manera más sencilla en centros que cuentan con sala de hemodinamia, donde la organización a nivel institucional constituye el pilar del éxito. Resulta más dificultoso en centros sin capacidad de angioplastia (ATC), en los cuales se debe realizar un traslado hacia el centro más cercano. En este caso el retraso del sistema contempla la confirmación de la recepción del paciente por parte del centro con ATC y la logística del traslado.

Registros nacionales reportan que entre un 15-30% de los pacientes con criterios de reperusión no reciben el tratamiento adecuado, y que en menos del 45% de los casos se alcanza la reperusión dentro de los tiempos recomendados debido a la falta de acceso a un sistema de salud adecuadamente organizado^{8,9,10,11}. La implementación de redes de derivación para la reperusión en el IAM ha demostrado ser una herramienta fundamental para disminuir estos retrasos. Esta permite que el paciente sea tratado en el lugar correcto y en el tiempo correcto, ya que basan su funcionamiento en dos pilares fundamentales: realizar un diagnóstico correcto prehospitalario y realizar un trabajo coordinado entre los centros de diversa complejidad para optimizar la reperusión^{12,13}.

OBJETIVOS

El objetivo del presente trabajo fue evaluar los resultados intrahospitalarios de aquellos pacientes ingresados por IAMEST a una institución según su zona de procedencia, e identificar las barreras actuales que dificultan la derivación de los mismos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se analizaron todos los pacientes ingresados en la Unidad Coronaria del Sanatorio Diagnóstico desde julio de 2016 hasta diciembre de 2023 por IAM. Se excluyeron aquellos pacientes con IAMSEST.

Se definió IAM en aquellos pacientes con clínica de SCA y elevación de biomarcadores cardíacos, asociado a la presencia de alguno/s de los siguientes criterios: a) supradesnivel del segmento ST ≥ 1 mm; b) alteración de la motilidad o perfusión en estudio de imagen; c) evidencia de trombo intracoronario. Solo se incluyeron los IAM tipo I según la cuarta definición universal¹⁴.

Se dividió a la muestra en zonas de acuerdo con la distancia en kilómetros (km) recorrida en el traslado hacia la

institución en: Zona 1 (Z1) limitado a la ciudad de Santa Fe, Zona 2 (Z2) hasta 100 km de distancia, Zona 3 (Z3) entre 100 y 200 km de distancia y Zona 4 (Z4) más de 200 km de distancia. El cálculo de la distancia se realizó mediante Google Maps, considerando el trayecto más rápido entre lugar de asistencia al paciente y la institución por rutas terrestres.

Se evaluaron las variables de presentación de los pacientes al momento de la admisión hospitalaria, el tratamiento instaurado y los siguientes eventos intrahospitalarios:

- **Insuficiencia cardíaca:** presencia de signos y/o síntomas de congestión al ingreso y/o durante la evolución.
- **Arritmias ventriculares:** presencia de taquicardia o fibrilación ventriculares sostenida o con requerimiento de cardioversión eléctrica.
- **Insuficiencia renal:** valor basal de creatinina sérica >2 mg/dl o incremento de esta por 1,5 veces del valor basal.
- **Shock cardiogénico:** definido como presión arterial sistólica menor a 90 mmHg sostenida, sin respuesta a la adecuada expansión y/o con requerimiento de agentes vasopresores. Se consideró el mismo tanto de ingreso como de evolución.
- **Mortalidad:** considerada como muerte por todas las causas.
- **Eventos combinados:** la sumatoria de los previamente mencionados.

Se realizó contacto telefónico con todas las localidades incluidas en el análisis, las cuales corresponden al corredor centro-norte de la provincia de Santa Fe. No se incluyeron aquellas del sur de la provincia ya que la derivación se centraliza en la ciudad de Rosario. Se realizó relevamiento de datos correspondiente al tipo de institución, disponibilidad de internación en sala o terapia, médico especialista, localidad de derivación, hemodinamia y agentes trombolíticos.

Para el análisis de los datos se utilizó el programa IBM SPSS Statistics 27. Las variables cuantitativas se expresan como mediana y rango intercuartilo, mientras que las variables cualitativas se expresan como porcentajes y/o números. Se utilizó la prueba de Chi cuadrado para comparar las variables cualitativas y la prueba de la t de Student para las variables cuantitativas. En casos de variables categóricas se utilizó la prueba ANOVA y el chi cuadrado de tendencia, según corresponda. Se consideró diferencia significativa a un valor de $p < 0.05$.

RESULTADOS

Durante el período analizado, ingresaron al servicio de Unidad Coronaria del Sanatorio Diagnóstico un total de 693 pacientes por IAM. Del total, se excluyeron aquellos IAMSEST ($n=278$), conformando una muestra final de 415 IAMEST. De los mismos, el 53,9% ($n=227$) correspondieron a la Z1, 28,5% ($n=116$) a la Z2, 13,9% ($n=57$) a la Z3 y 3,7% ($n=15$) a la Z4. La mediana de distancia de la Z2 fue de 69,5 km (7 a 98 km), de la Z3 119 km (101 a 186 km) y de la Z4 248 km (213 a 366 km).

Las localidades de derivación de cada zona fueron:

- **Zona 2:** Colastiné, Monte Vera, San José del Rincón, Santo Tomé, Arroyo Leyes, Empalme San Carlos, Recreo, Sauce Viejo, Franck, Laguna Paiva, Esperanza, Desvío Arijón, Nelson, San Jerónimo Norte, San Carlos Centro, Coronada, Humboldt, Llambi Campbell, Arocena, Gessler, Sa Pereira, San Fabián, Emilia, Pilar, Santo Domingo, Cayastá, Progreso, Barrancas, Videla, Gálvez, Nuevo Torino, Helvecia, Lopez, Bernardo de Irigoyen y Monje.
- **Zona 3:** Irigoyen, Felicia, San Justo, Maciel, Puerto Gaboto, Rafaela, María Juana, Colonia Macias, Marcelino Escalada, San Genaro, Sastre, Sunchales, Cañada Rosquín, Centeno, Soledad, San Javier, Gobernador Crespo, Colonia Dolores, La Lucila, La Criolla, San Cristóbal, Vera y Pintado, La Brava, El Trébol, Colonia Teresa y Pedro Gomez Cello.
- **Zona 4:** Calchaqui, Alejandra, Margarita, San Guillermo, La Gallareta, Vera, Malabrigo, Tostado, Reconquista, Avellaneda, Golondrina y Las Toscas.

La mediana de edad de la muestra resultó de 69 años (rango de 30 a 95 años). El sexo masculino fue más prevalente (64,4%) y el factor de riesgo más frecuente fue la hipertensión arterial (67,7%). El 31,8% fueron diabéticos y 17,1% presentaban antecedente de cardiopatía isquémica (angina, IAM o ACTP previa). El resto de las características basales de la población y la comparación entre los diferentes grupos se pueden observar en la [tabla 1](#).

Respecto al tiempo transcurrido entre el inicio de los síntomas y el arribo a la institución, se evidenció una diferencia estadísticamente significativa entre las diferentes zonas (mediana en hs): Z1 4 hs, Z2 6 hs, Z3 9 h y Z4 16 hs ($p<0,005$). Se observó también que la presencia de angor al momento de la admisión ingreso fue menor a medida que aumentaba la distancia de procedencia de los pacientes: Z1 85,5%, Z2 85,3%, Z3 77,2% y Z4 40% ($p<0,005$). Así mismo, al momento del ingreso, el 64,9% no presentaban signos de insuficiencia cardíaca (IC), 22,4% se encontraban en Killip Kimball II/III y 8,2% en shock cardiogénico ([Tabla 2](#)).

La reperusión se llevó a cabo en el 70,1% de los casos mediante ATC primaria (ATCp). De aquellos sujetos “no reperfundidos” ($n=124$), la causa más frecuente fue el encontrarse fuera de ventana terapéutica (60,5%), seguida de la presencia de anatomía inadecuada (21,8%). Se observó una diferencia en el motivo de la no reperusión según las distintas zonas de procedencia de los pacientes, siendo significativo el incremento del arribo tardío al centro de reperusión según las distintas zonas, como se refleja en la [tabla 3](#).

Se realizó valoración de la fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI) en el 95% de los casos mediante ecocardiograma, con una mediana del 50%. Se observó que la misma se redujo a medida que aumentaba la distancia: Z1 50%, Z2 50%, Z3 46% y Z4 34% ($p<0,005$).

Respecto a la evolución intrahospitalaria, la complicación más frecuente fue la IC (34,6%), el shock cardiogénico (16,3%), la insuficiencia renal (14,5%) y la presencia de arritmias ventriculares (TV/FV) (9,1%). La mortalidad total

TABLA 1.

Características basales de la población

	Total	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	P
Edad (años)	69 ± 12	69 ± 12	69 ± 12	68 ± 11	67 ± 11	0,9
Sexo masculino	64,6%	64,8%	67,2%	59,6%	60%	0,7
Factores de riesgo						
Hipertensión	67,7%	67,8%	65,5%	70,2%	100%	0,4
Diabetes Mellitus	31,8%	31,7%	29,3%	35,2%	40%	0,7
Antecedentes CV						
Infarto	11,1%	12,8%	7,8%	8,8%	20%	0,3
Angioplastia	12,3%	12,8%	12,9%	8,8%	13,3%	0,8
Cardiopatía isquémica	17,1%	16,7%	17,2%	17,5%	20%	0,9
Enfermedad vascular	10,6%	10,1%	12,1%	8,8%	13,3%	0,8
Insuficiencia cardíaca	5,8%	6,2%	6%	3,5%	6,7%	0,8
Accidente cerebrovascular	7%	7%	5,2%	10,5%	6,7%	0,6

TABLA 2.

Variables de presentación al ingreso al centro

	Total	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	P
Angor al ingreso	82,7%	85,5%	85,3%	77,2%	40%	0,006
Inicio de los síntomas (hs)	5 ± 8	4 ± 6	6 ± 8	9 ± 9	16 ± 9	0,004
Killip Kimball						
I	64,9%	70,9%	70,7%	59,6%	53%	0,09
II	18,8%	18,1%	18,1%	24,6%	26,6%	0,2
III	3,6%	3,1%	5,2%	3,5%	6,6%	0,3
IV	8,2%	7,9%	6%	12,3%	13,3%	0,01

TABLA 3.

Variables asociadas a la falta de reperusión

	Total	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	P
Casos no reperfundidos	29,9% (124)	26,9% (61)	28,4% (33)	36,8% (21)	60% (9)	0,03
Fuera de ventana terapéutica	60,5% (75)	52,5% (32)	69,7% (23)	71,4% (15)	77,8% (7)	0,04
Anatomía inadecuada	21,8% (27)	27,8% (17)	18,8% (6)	14,3% (3)	11,1% (1)	0,06
MINOCA	40,8% (11)	47% (8)	33,3% (2)	33,3% (1)	0% (0)	0,07
ACTP primaria fallida	22,2% (6)	17,6% (3)	11,1% (1)	33,3% (1)	100% (1)	0,22
Enfermedad de pequeño vaso	18,5% (5)	23,6% (4)	11,1% (1)	0% (0)	0% (0)	0,32
Lesión de TCI y/o 3 vasos	18,5% (5)	11,8% (2)	33,3% (2)	33,3% (1)	0% (0)	0,4
Inestabilidad hemodinámica	10,5% (13)	11,5% (7)	12,1% (4)	9,5% (2)	0% (0)	0,08
Sin criterios clínicos y/o ECG	7,2% (9)	8,2% (5)	6% (2)	4,8% (1)	11,1% (1)	0,41

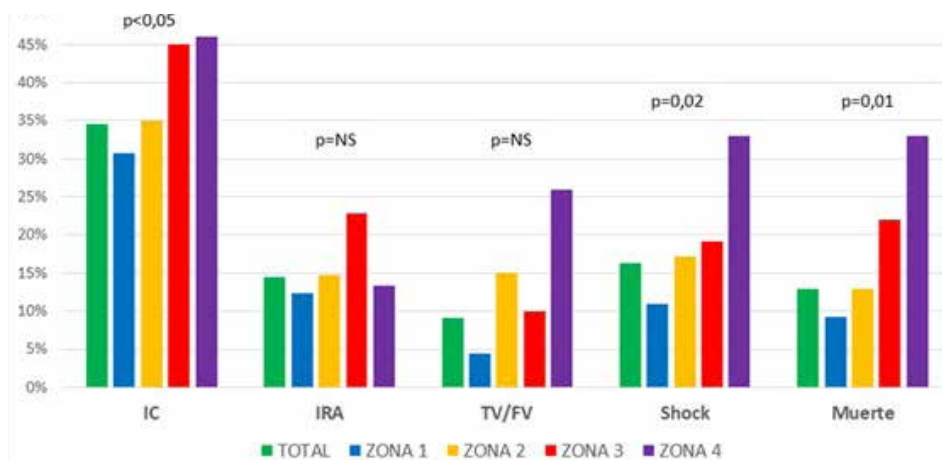


FIGURA 1.
Eventos intrahospitalarios

fue del 13%. Se observó una tendencia de aumento en la incidencia de complicaciones a medida que aumentó la distancia de derivación: IC (Z1 36,6%, Z2 35,5%, Z3 45,6% y Z4 46,7%; $p=0,4$), insuficiencia renal (Z1 12,3%, Z2 14,7%, Z3 22,8% y Z4 13,3%; $p=0,2$), arritmias ventriculares (Z1 10,1%, Z2 15,5%, Z3 10,5% y Z4 26,7%; $p=0,1$), SC (Z1 15,4%, Z2 21,6%, Z3 22,8% y Z4 33,3%; $p=0,02$) y muerte (Z1 11,6%, Z2 22,8% y Z4 26,7%; $p=0,01$) (Figura 1).

Finalmente, se realizó un relevamiento mediante contacto telefónico de gran parte de las instituciones que componen el corredor centro-norte de la provincia. En el mismo se indagó acerca del tipo de institución, disponibilidad de internación en sala o terapia, médico especialista, localidad de derivación, hemodinamia y agentes trombolíticos. Del total de los centros relevados ($n=73$) se observó:

- El 34,2% eran centros de atención primaria de salud y no disponían de especialista (cardiólogo).
- El 50,7% eran centros de atención médica con escasa capacidad para internación transitoria (en cuidados generales). De los mismos el 30,1% contaba con especialista disponible para la consulta.
- Sólo el 15,1% de los centros incluidos en el análisis contaban, en su mayoría, con terapia polivalente.
- El 9,6% refirió contar con disponibilidad de agentes trombolíticos. De los mismos, casi la mitad (42,8%) pertenecen a centros con disponibilidad de hemodinamia y solo un tercio (28,6%) refiere haberlos utilizados en los últimos 3 años.
- Se cuenta con 14 centros con disponibilidad de hemodinamia (24/7). Hay un centro adicional que solo realiza procedimientos de manera programada (lunes a viernes en horario específico). De los mismos, cabe destacar que:
 - 3 centros ubicados en el norte de la provincia (departamento General Obligado) tienen una distancia entre sí menor a 10 km. De los mismos 2 se encuentran en la misma localidad (Reconquista).
 - 2 instituciones ubicadas en el centro de la provincia (departamento Castellanos) tienen una distancia entre sí de aproximadamente 60 km. A su vez, estos es-

tán situados a 121 km y 41 km respectivamente de la ciudad de Santa Fe.

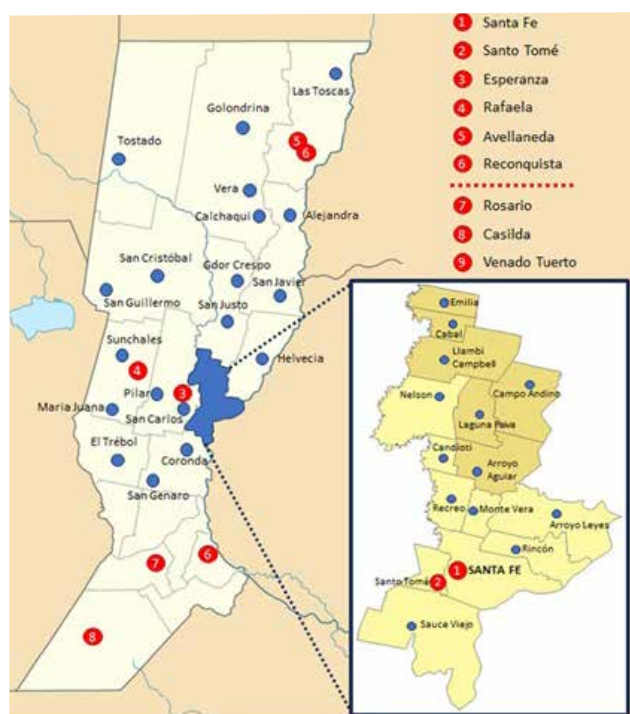
- 1 centro se encuentra ubicado en una localidad vecina a Santa Fe (departamento La Capital), a 14 km de distancia.
- La ciudad de Santa Fe cuenta con 8 instituciones (7 del ámbito privado y 1 pública) que disponen de hemodinamia.
- El 24,6% ($n=18$) de las localidades derivan a centro de mayor complejidad, los cuales tampoco cuentan con disponibilidad de trombolíticos ni hemodinamia.
- El 38,3% ($n=28$) de las localidades incluidas en el análisis derivaron a pacientes a esta institución, teniendo centros con hemodinamia más cercanos.

DISCUSIÓN

En el presente estudio se observó que existe una clara asociación entre los eventos intrahospitalarios adversos y la zona de derivación de los pacientes, lo cual es debido al retraso en la reperusión y sus consecuentes complicaciones (fallo de bomba, menor FEVI, arritmias ventriculares, etc.).

La recomendación actual de las guías sugiere, en caso de ser posible, la ATCp en casos de IAMEST siempre que la misma pueda ser llevada a cabo en los primeros 120 min¹⁵. De todos modos, la situación real a nivel mundial dista de dicha recomendación, ya que entre el 20-60% de aquellos pacientes derivados a centros con disponibilidad de hemodinamia arriban al mismo fuera de esa ventana de tiempo¹⁶. De tal modo, a medida que se prolongan dichos tiempos, los beneficios de la reperusión mecánica disminuyen, con un efecto negativo sobre la mortalidad a corto y largo plazo^{17,18,19}.

Datos nacionales provenientes del tercer reporte del registro ARGENT-AM-IST informan como principal causa de no reperusión a la presentación tardía, siendo en la mayoría de los casos debido a la demora en la consulta del paciente (61%), seguido de demoras relacionadas con el traslado (35%)²⁰. Este estudio pone en claro las barreras de la vida real para la derivación del paciente con IAMEST en

**FIGURA 1.**

Distribución de las localidades de derivación y con centros de hemodinamia.

Puntos azules: localidades de derivación. **Puntos rojos:** localidades con disponibilidad de centros de hemodinamia (capacidad 24/7).

la región. Claramente el retraso en el diagnóstico y derivación del paciente a un centro de mayor complejidad tiene un impacto significativo en el pronóstico intrahospitalario, reflejado en la tasa de eventos cardiovasculares.

Es importante destacar que, si bien este análisis no se basa en tiempos, sino en distancia, se puede observar que hay una relación directamente proporcional entre las zonas de derivación y el tiempo entre el inicio de los síntomas y el arribo al centro de mayor complejidad (este centro). Publicaciones previas basadas en distancia también demostraron resultados similares al presente, con menor tasa de reperusión y aumento de los eventos combinados intrahospitalarios (isquemia recurrente, accidente cerebrovascular y muerte)²¹.

Queda demostrado que este retraso del sistema tiene un impacto negativo en la presentación clínica y evolución: menor tasa de reperusión, mayor tamaño del IAM, menor FEVI, mayor incidencia de IC en la admisión, mayor tasa de complicaciones en la evolución (arritmia ventricular y shock cardiogénico), mayor mortalidad y estancia hospitalaria, con el consecuente costo que esto representa para el sistema de salud.

Cabe destacar que, al igual que los registros nacionales, el motivo de la falta de reperusión más frecuente fue el encontrarse fuera de ventana, lo cual se acentuó de manera significativa a medida que la distancia de derivación fue aumentando.

Respecto al relevamiento de los centros en las diferentes zonas del interior de la provincia, se observó que en muchas localidades de pequeñas dimensiones que solo disponen de centros de atención primaria y sin especialista disponible, la derivación de los pacientes (en ocasiones ya con diagnóstico de IAMEST) se efectúa a otra localidad vecina, la cual no cuenta con recursos para realizar reperusión (sin disponibilidad de trombolíticos ni hemodinamia). Una vez recibido el paciente en estos centros, se procede a realizar o confirmar el diagnóstico y luego a derivar a centro de mayor complejidad para la reperusión. También se observó que muchos pacientes son derivados a localidades más lejanas solo por cuestiones de cobertura social, ya que no se dispone de convenio con centros más cercanos. La misma situación sucede entre el ámbito público y el privado. Estas situaciones suponen una demora relacionada con el sistema (admisión del paciente, evaluación por especialista y logística del traslado, entre otros) que aumenta el tiempo total de isquemia, con el consecuente resultado adverso en la morbimortalidad.

En la *figura 2* se expone la distribución geográfica de todas las localidades de las cuales se recibieron pacientes en este registro y los centros con disponibilidad de hemodinamia en la actualidad. Se recibieron pacientes de todas las localidades marcadas con puntos azules, denotando una evidente falta de logística, ya que en muchos casos se contaba con centros más cercanos capaces de brindar una reperusión adecuada.

La implementación de una red de infarto podría mejorar esta situación, brindando soporte en aquellas localidades que reciben al paciente mediante telemedicina, para un correcto análisis del electrocardiograma y una decisión conjunta de la terapia de reperusión más adecuada para cada caso. Datos publicados Silberstein y cols respecto a la red de IAM del Hospital El Cruce, demostraron reducir la tasa de no reperusión de un 39,3% hasta un 20% con la implementación de telemedicina, acortando los tiempos de derivación y aumentando la reperusión mediante fibrinolíticos de manera guiada²².

Recientemente, el código infarto de la Federación Argentina de Cardiología publicado en 2023 por Zapata pone de manifiesto la necesidad de regionalización del tratamiento del IAM a través de la implementación de redes²³. La tasa de mortalidad en la Argentina se encuentra estable a pesar del esfuerzo en incrementar las estrategias de reperusión²⁴. Esto refleja la necesidad de implementar medidas para lograr que los pacientes accedan a terapias de reperusión adecuada, en tiempos adecuados.

Limitaciones

El tamaño reducido de la muestra y el carácter descriptivo del estudio suponen una limitación en la interpretación de los resultados. Por otro lado, el diseño unicéntrico dificulta su generalización, ya que corresponde a una institución privada, en la cual se admiten pacientes con cobertura social y/o convenios prestablecidos, lo que probablemente

demuestre una visión más optimista de la realidad, no contemplando pacientes con dificultad al acceso de atención.

Cabe destacar que, si bien en el relevamiento se incluyeron múltiples localidades, contemplando siempre la más importante de cada departamento, se debe considerar un sesgo al no poder contar con la totalidad de estas.

CONCLUSIONES

El retraso en la derivación de los pacientes con IAM tiene un claro impacto negativo en la evolución intrahospitalaria, representado por mayor tasa de complicaciones y mortalidad.

Se identificaron en la región múltiples barreras que podrían generar retrasos al momento de aplicar la estrategia más adecuada para cada paciente, tales como la falta de disponibilidad de especialista para confirmar el diagnóstico, la escasez de agentes trombolíticos y la falta de logística a la hora de derivación a centros de mayor complejidad.

La implementación de redes para la reperusión del IAM de manera adecuada a la necesidad geográfica de cada región podría constituir una potencial solución para la correcta utilización de recursos. Para cumplir dichos objetivos es imprescindible una infraestructura adecuada con una organización eficiente y apoyo gubernamental. Políticas de salud pública son fundamentales, integrando tanto el ámbito de salud pública como privada.

BIBLIOGRAFIA

1. Secretaría de Políticas, Regulación e Institutos. Dirección de Estadísticas e Información de Salud Estadísticas Vitales. Información Básica - Año 2009; Serie 5. Nro 53 (nov. 2010). Disponible en <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/serie5nro53.pdf> Acceso 28 de Mayo de 2025.
2. Ferrante D, Tajer C. ¿Cuántos infartos hay en la Argentina? Rev Argent Cardiol 2007; 75: 161 - 163.
3. Amini M, Zayeri F, Salehi M. Trend analysis of cardiovascular disease mortality, incidence, and mortality-to-incidence ratio: results from global burden of disease study 2017. BMC Public Health 2021; 21: 401.
4. Fordyce CB, Al-Khalidi HR, Jollis JG, et al. Association of rapid care process implementation on reperfusion times across multiple ST-segment-elevation myocardial infarction networks. Circ Cardiovasc Interv 2017; 10: e004061.
5. Stowens JC, Sonnad SS, Rosenbaum RA. Using EMS dispatch to trigger STEMI alerts decreases door-to-balloon times. West J Emerg Med 2015; 16: 472 - 480.
6. Shavadia JS, Roe MT, Chen AY, et al. Association between cardiac catheterization laboratory pre-activation and reperfusion timing metrics and outcomes in patients with ST-segment elevation myocardial infarction undergoing primary percutaneous coronary intervention: a report from the ACTION registry. JACC Cardiovasc Interv 2018; 11: 1837 - 1847.
7. Kontos MC, Gunderson MR, Zegre-Hemsey JK, et al. Prehospital activation of hospital resources (PreAct) ST-segment-elevation myocardial infarction (STEMI): a standardized approach to prehospital activation and direct to the catheterization laboratory for STEMI recommendations from the American Heart Association's mission: lifeline program. J Am Heart Assoc 2020; 9: e011963.
8. Gagliardi J, Charask A, Perna E, et al. Encuesta Nacional de infarto agudo de miocardio con elevación del ST en la República Argentina (ARGEN-IAM-ST). Rev Argent Cardiol 2016; 84: 548 - 557.
9. Gagliardi J, Charask A, Higa C, et al. Infarto agudo de miocardio en la República Argentina. Análisis comparativo en los últimos 18 años. Resultados de las Encuestas SAC. Rev Argent Cardiol 2007; 75: 171 - 178.
10. Blanco F, Riccitelli MA, García Escudero A, et al. La demora en la realización de la angioplastia primaria, ¿una causa relacionada con el paciente o con el sistema médico-asistencial? Rev Argent Cardiol 2009; 77: 14 - 20.
11. García Escudero A, Riccitelli M, Gaito M, et al. Demoras en la realización de la angioplastia primaria en los pacientes trasladados con infarto agudo de miocardio: un problema médico-asistencial. Rev Argent Cardiol 2009; 77: 88 - 95.
12. Alexander T, Mulasari AS, Joseph G, et al. A system of care for patients with ST-elevation myocardial infarction in India. The Tamil Nadu-ST-Segment Elevation Myocardial Infarction Program. JAMA Cardiol 2017; 2: 498 - 505.
13. Ibanez B, James S, Agewall S, et al. 2017 ESC Guidelines for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation: The Task Force for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation of the European Society of Cardiology (ESC). Eur Heart J 2018; 39: 119 - 177.
14. Thygesen K, Alpert J, Jaffe A, et al. Consenso ESC 2018 sobre la cuarta definición universal del infarto de miocardio. Rev Esp Cardiol 2019; 72: 1 - 27.
15. Byrne R, Rossello X, Coughlan J, et al. 2023 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes: Developed by the task force on the management of acute coronary syndromes of the European Society of Cardiology (ESC). Eur Heart J 2023; 44: 3720 - 3826.
16. Nallamothu B, Bates E, Herrin J, et al for NRMI Investigators. Times to treatment in transfer patients undergoing primary percutaneous coronary intervention in the United States: National Registry of Myocardial Infarction (NRMI)-3/4 analysis. Circulation 2005; 111: 761 - 767.
17. Rathore S, Curtis J, Chen J, et al for the National Cardiovascular Data Registry. Association of door-to-balloon time and mortality in patients admitted to hospital with ST elevation myocardial infarction: national cohort study. BMJ 2009; 338: 1807.
18. McNamara R, Wang Y, Herrin J, et al for the NRMI Investigators. Effect of Door-to-balloon time on mortality in patients with ST-segment elevation myocardial infarction. J Am Coll Cardiol 2006; 47: 2180 - 2186.
19. Lambert L, Brown K, Segal E, et al. Association between timeliness of reperfusion therapy and clinical outcomes in ST-elevation myocardial infarction. JAMA 2010; 303: 2148 - 2155.
20. D'Imperio H, Charask A, Castillo Costa Y, et al. Infarto de miocardio en Argentina. Tercer reporte del registro ARGEN-IAM-ST y comportamiento de la mortalidad en 8 años. Rev Argent Cardiol 2023; 91: 435 - 442.
21. Hominal M, Bagnera F, Zapata G, et al. Impacto de la distancia del traslado a la reperusión en el infarto agudo de miocardio. Rev Fed Arg Cardiol 2016; 45: 125 - 129.
22. Silberstein A, De Abreu M, Mariani J, et al. Programa en red para la reperusión del infarto con telemedicina. Rev Argent Cardiol 2015; 83: 187 - 193.
23. Zapata G. Código Infarto de la Federación Argentina de Cardiología - CI FAC Programa Nacional sobre educación y prevención, manejo e investigación del ataque agudo al corazón de la Federación Argentina de Cardiología. Rev Fed Arg Cardiol 2023; 52: 65 - 67.
24. Castillo Costa Y, Delfino F, Mauro V, et al. SCA con elevación del segmento ST: impacto del tiempo al diagnóstico en el tiempo puerta-balón en el mundo real. Datos del Registro ARGEN-IAM-ST. Rev Argent Cardiol 2020; 88: 530 - 537.

Artículo Original de Investigación

Cardiomiopatía amiloide por transtiretina: características y estadificación clínica, indicaciones para el tratamiento y mortalidad**Transthyretin amyloid cardiomyopathy: clinical features and staging, indications for treatment and mortality**

Hugo R. Ramos¹, Víctor R. Balestrini², Félix Zelaya¹, Lorena C. Balestrini³, Valeria Balestrini², Verónica Celorrio^{3,4}, Adriana Gigena³, Marcelo Sagripanti³, Luis Lema¹, Mariana Cruz⁵, Marcos Baroni⁵, Andrés de León⁶, Eduardo C. Conci¹.

1 División Cardiología. 2 Departamento de Medicina Nuclear. 3 Departamento de Ecocardiografía. 4 Departamento de Diagnóstico por Imágenes, Resonancia Magnética Cardíaca. 5 Departamento de Prevención Cardiovascular. 6 Departamento de Hematología.

Instituto Modelo de Cardiología, Córdoba, Argentina..

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Recibido el 2 de Enero de 2025
Aceptado después de revisión
el 10 de Marzo de 2025
www.revistafac.org.ar

Los autores declaran no tener
conflicto de intereses.

Palabras clave:

Miocardíopatía,
amiloidosis,
transtiretina,
estadificación,
mortalidad.

Keywords:

Cardiomyopathy,
amyloidosis,
transthyretin,
staging,
mortality.

RESUMEN

La Cardiomiopatía Amiloide por Transtiretina aún es una enfermedad poco diagnosticada, pero es progresiva y fatal sin tratamiento.

Material y métodos: estudio retrospectivo observacional para describir las características clínicas, indicaciones del tratamiento modificador de la enfermedad y la mortalidad.

Resultados: entre Septiembre 2019 y Agosto 2024 se diagnosticaron 32 pacientes, 24 (75%) hombres, mediana de edad de 81.5 años. Dieciocho fueron wild type confirmados por test genético (56.2%), y 2 de ellos (11.1%) tenían la variante Val30Met; en 12/32 (37.5%) no se realizó el test. Siete pacientes (21.8%) estaban en clase I de NYHA, 16 (50%) en clase II y 9 (28.1%) en clase III; no hubo pacientes en clase IV. De acuerdo con el National Amyloidosis Centre (NAC) 21 pacientes (75%) estaban en estadio I, 4 (14%) en II y solamente 3 (10.7%) en III; 4 casos no se estadificaron. Fibrilación auricular se observó en 16 (50%) y estenosis aórtica moderada o severa en 8 (25%). En 17 casos (53.1%) se indicó tratamiento modificador de la enfermedad (tafamidis), y lo recibieron efectivamente 8 pacientes (25%). Fallecieron 9 pacientes (28.1%), 7 por causas cardíacas sin tratamiento modificador de la enfermedad, y 2 por causas no cardíacas con tratamiento modificador.

Conclusiones: la mayoría de los pacientes estaban en clase I y II de NYHA y en estadio I y II del NAC, la fibrilación auricular y la estenosis aórtica fueron muy frecuentes. En más de 50% de los casos se indicó el tratamiento modificador de la enfermedad pero solo 25% lo recibió; de los 9 pacientes fallecidos, 7 estaban sin tratamiento modificador de la enfermedad y murieron por causas cardíacas.

Transthyretin amyloid cardiomyopathy: clinical features and staging, indications for treatment and mortality**ABSTRACT**

Transthyretin amyloid cardiomyopathy is still an underdiagnosed disease, but it is progressive and fatal without treatment.

Methods: retrospective observational study to describe clinical characteristics, indications for disease-modifying treatment and mortality.

Results: between SEP-2019 and AUG-2024, 32 patients were diagnosed, 24 (75%) men, median age 81.5 years. Eighteen were wild type (56.2%) confirmed by genetic test and 2 of them (11.1%) had the Val30Met variant; in 12/32 (37.5%) the test was not performed. Seven patients (21.8%) were in NYHA class I, 16 (50%) in class II and 9 (28.1%) in class III; there were no patients in class IV. According to the National Amyloidosis Centre of the United Kingdom (NAC) 21 patients (75%) were in stage I, 4 (14%) in II and only 3 (10.7%) in III; 4 cases were not staged. Atrial fibrillation was observed at 16 (50%) and moderate or severe aortic stenosis in 8 (25%). Disease-modifying treatment (tafamidis) was indicated in 17 cases (53.1%) and was effectively received by

8 patients (25%). Nine patients died (28.1%), 7 due to cardiac causes without disease-modifying treatment and 2 due to non-cardiac causes with disease-modifying treatment.

Conclusions: most patients were in NYHA class I and II and NAC stage I and II, and atrial fibrillation and aortic stenosis were very frequent. Disease-modifying treatment was indicated in more than 50% of the cases, but only 25% received it; of the 9 patients who died, 7 were without disease-modifying treatment.

INTRODUCCIÓN

La Cardiomiopatía Amiloide por Transtiretina (CM-ATTR), considerada hasta hace unos años una enfermedad rara, actualmente es una patología cada vez más diagnosticada debido al mayor conocimiento y a los métodos de diagnóstico, la mayoría no invasivos, que permiten su detección. Sin embargo, todavía en muchos casos se diagnostica en etapas avanzadas en las que el tratamiento específico es menos eficaz^{1,2}. La transtiretina (TTR) es una proteína tetramérica sintetizada por el hígado que transporta tiroxina y la proteína transportadora de retinol; en condiciones patológicas, el tetrámero se descompone en dímeros y monómeros plegados, y éstos se tornan inestables formando monómeros mal plegados amiloidogénicos, que forman acúmulos de pequeños oligómeros, luego agregados amorfos y finalmente fibrillas amiloide hidrofóbicas insolubles de 8-10 Angstroms de diámetro, que se depositan progresivamente en los tejidos (sistema ósteo-articular, corazón, tubo digestivo, sistema nervioso periférico y/o autónomo, piel, tejido subcutáneo, glándulas salivales, etc.)³. Existen dos formas clínicas en la CM-ATTR: una denominada *wild type* (natural o salvaje), que es la más frecuente y cuya causa hasta el momento no es del todo conocida, aunque en la mayoría de los casos está relacionada con la edad avanzada; y otra poco frecuente hereditaria, llamada también variante o mutante, provocada por una alteración genética en donde un aminoácido es reemplazado por otro y esto hace inestable a la molécula de TTR. La CM-ATTR consiste en la deposición de amiloide en el intersticio miocárdico, provocando una cardiopatía tóxico-infiltrativa restrictiva, con fracción de eyección del ventrículo izquierdo preservada (FEVIp) en la mayoría de los casos. La enfermedad es progresiva y mortal dependiendo del momento del diagnóstico, pero en la mayoría de los casos la muerte ocurre en 3.5 a 4 años sin tratamiento específico^{4,5}. Las manifestaciones cardíacas pueden ser precedidas varios años antes por alteraciones extracardíacas tendinosas, digestivas, neurológicas, urológicas, etc., por lo que se debería tener en cuenta la CM-ATTR en presencia de un espesor del septum interventricular (SIV) >12 mm acompañado de al menos una de las denominadas “banderas rojas”⁶. Por otro lado, ante la sospecha de CM-ATTR siempre se debe descartar una forma muy agresiva, la amiloidosis por cadenas livianas (AL) la cual es letal en casi 50% de los casos dentro de los primeros 6 meses y cuyo tratamiento es completamente diferente⁵. Se conocen hasta hoy al menos 42 proteínas precursoras de fibrillas amiloide patológicas pero 95-98% de los casos son

por TTR o AL, lo que en general simplifica el diagnóstico, pero no se deben olvidar las otras formas más raras cuyo pronóstico y tratamiento es diferente^{7,8}.

El objetivo de este trabajo es describir una serie de casos de CM-ATTR diagnosticados en un centro de derivación, sus características clínicas al momento del diagnóstico, e indicaciones del tratamiento modificador de la enfermedad y mortalidad.

MATERIAL Y MÉTODO

Este es un estudio retrospectivo observacional en el que se investigó el registro de pacientes de la institución con diagnóstico de Amiloidosis, desde el 18 de Septiembre de 2019 al 2 de Agosto de 2024. Durante 2020 hubo muy pocos estudios debido a las limitaciones por la pandemia de COVID-19. Para el diagnóstico de CM-ATTR se incluyeron pacientes con síntomas o signos de cardiopatía con un espesor del septum interventricular >12 mm asociado a >1 de los criterios denominados “banderas rojas”, con una gammagrafía ósea con pirofosfato marcado con tecnecio 99m (PYP-Tc99m) o con hidroximetileno-difosfonato (HMDP) marcado con tecnecio 99m (Tabla 1). La captación miocár-

TABLA 1.
Criterios para la búsqueda de amiloidosis cardíaca

Criterio principal	Banderas rojas
Grosor de la pared de VI >12 mm + >1 de las siguientes:	. Insuficiencia cardíaca en > 65 años . Estenosis aórtica en > 65 años . Hipotensión o normotensión si previamente hipertenso . Compromiso sensitivo, disfunción autonómica . Polineuropatía periférica . Proteinuria. Hematomas en la piel . Síndrome de túnel carpiano bilateral . Ruptura del tendón del bíceps . Resonancia magnética cardíaca con realce tardío con gadolinio subendocárdico/transmural o volumen extracelular aumentado . Strain longitudinal global de VI reducido con preservación apical . Voltaje de QRS disminuido en relación con la masa de VI . Pseudo ondas Q en el ECG . Trastornos de conducción AV . Posible historia familiar

(basado en: García-Pavía P et al. Eur Heart J 2021;42:1554–1568)
AV: auriculoventricular; ECG: electrocardiograma; VI: ventrículo izquierdo

dica del radiotrazador se evaluó en las imágenes planares con la escala visual de Perugini: grado 0 captación ósea normal y ausencia de captación cardíaca; grado 1 captación cardíaca leve e inferior a la captación ósea; grado 2 captación cardíaca moderada acompañada por captación ósea atenuada; grado 3 fuerte captación cardíaca con captación ósea leve o ausente⁹. Las imágenes se tomaron a 1 hora y 3 horas después de la inyección del radiotrazador. En todos los casos se completó con SPECT miocárdico para excluir falsos positivos por captación sanguínea, y también se descartaron otros resultados falsos positivos (infarto de miocardio reciente, traumatismo torácico, cardiotoxicidad por hidroxycloquina, etc.); solo se incluyeron los pacientes con score grado 2 y 3 y se realizó laboratorio para descartar patología de proteínas monoclonales (cadenas livianas libres en suero, inmunofijación de proteínas por electroforesis en suero y en orina de 24 hs). Se realizó la estadificación de la enfermedad de acuerdo con el sistema del National Amyloidosis Centre del Reino Unido (NAC)¹⁰. La medición del filtrado glomerular se realizó con la creatinina sérica utilizando la fórmula CKD EPI-2021. En todos los pacientes que dieron su consentimiento y en los que fue posible por razones logísticas y de costos, se realizó test para identificar variantes genéticas. Se consideró que los pacientes estaban con tratamiento modificador de la enfermedad a aquellos que estaban bajo terapéutica continua con tafamidis 61 mg/día. Los datos se presentan como sumatoria (porcentaje), media (desviación estándar) o mediana (cuartiles) cuando corresponde. El estudio fue aprobado por el Comité Institucional de Ética para Investigaciones en Salud (CIEIS) de la institución.

RESULTADOS

Se identificaron 66 pacientes en el registro de Amiloidosis, de los cuales 30 fueron negativos en la evaluación, 2 realizaron teleconsulta con diagnóstico confirmado de Polineuropatía Amiloidótica hereditaria por TTR con la variante Val30Met, 2 presentaron AL y en 32 se confirmó CM-ATTR; hubo 24 hombres (75%) y la mediana de edad fue 81.5 años (*Figura 1*). En 18 pacientes (56.2%) se realizó test genético y en 2 (6.2%) de ellos se detectó la variante p.Val50Met c.148G>A conocida también como Val30Met; en 12 pacientes (37.5%) no se realizó el test por decisión del médico de cabecera, costos, logística o decisión del paciente. En la *Tabla 2* se describen los principales hallazgos al momento del diagnóstico. Aproximadamente uno de cada cinco pacientes se encontraba en clase I de NYHA, la mitad en clase II y menos de un tercio en clase III; no hubo pacientes en clase IV. Las manifestaciones extracardíacas más frecuentes fueron las digestivas en 1 de cada 3 (especialmente constipación que alternó con episodios de diarrea sin que fueran justificadas por otra patología), seguida por neuropatía periférica (28.1%), síndrome de túnel carpiano en 1 de cada 4. Otras patologías con menor prevalencia fueron estrechez de canal raquídeo, hipotensión ortostática, ruptura del tendón del supraespinoso y menos frecuentes fueron

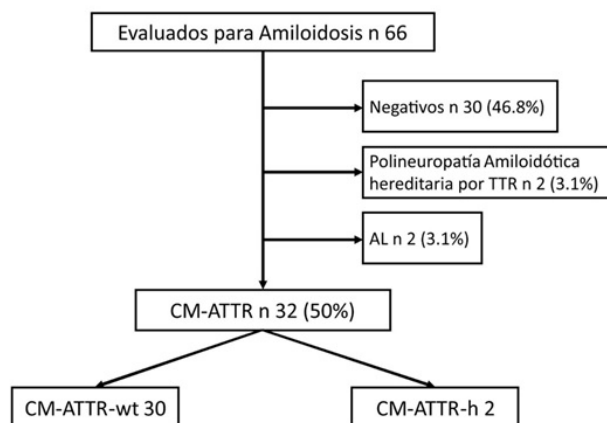


FIGURA 1.

Diagrama de flujo de pacientes con Amiloidosis por Transtiretina
AL: Amiloidosis por cadenas livianas; CM-ATTR: Cardiomiopatía Amiloide por Transtiretina; h: hereditaria; wt: wild type; TTR: transtiretina

ruptura del tendón del bíceps braquial bilateral y contractura de Dupuytren (*Tabla 2*). Dentro de las manifestaciones cardíacas, las más frecuentes fueron insuficiencia cardíaca (78% en clase II y III de NYHA), seguida por fibrilación auricular (FA, 50%), y bloqueo aurículo-ventricular completo (BAVC) con colocación de marcapasos definitivo (MPD). En dos pacientes se detectó taquicardia ventricular sostenida (TVS) al momento del diagnóstico, por lo que se colocó cardiodesfibrilador implantable (CDI); uno de ellos estaba en clase I de NYHA y fue su primera manifestación de CM-ATTR. En todos los pacientes (100%) el ECG de superficie fue anormal. Para todo el grupo la mediana de fracción de eyección del VI (FEVI) fue de 56% (50.5-60), con FEVIp en 25 (75%) pacientes, pero casi uno de cada cinco, (6 pacientes, 18.7%) tuvieron FEVI reducida (<40%), y 2 (6.2%) tenían FEVI levemente reducida (40% a 49%). De los 6 pacientes con FEVIr cuatro fallecieron durante el período del estudio. La mediana de la función diastólica mostró una relación E/e' 16.5 (15.7-28.7) y el strain longitudinal global (SLG) una mediana -9.5 (7.5-14), es decir un deterioro severo de la función contráctil del ventrículo izquierdo a pesar de una FEVI preservada (*Tabla 2*). La dilatación biauricular y esclerosis valvular mitral y aórtica fueron muy frecuentes (>80% de los casos), y la estenosis aórtica moderada o severa se detectó en 1 de cada 4 pacientes (en un paciente de 58 años con válvula aórtica bicúspide y uno con doble lesión aórtica y mitral por fiebre reumática en la juventud). Ocho pacientes (25%) tenían enfermedad coronaria severa asociada. Cinco pacientes presentaron derrame pericárdico (15.6%) y uno de ellos tuvo taponamiento cardíaco. La gammagrafía cardíaca mostró score grado 3 en 84% de los casos y el resto fue grado 2. En 16/32 pacientes (50%) se realizó resonancia magnética cardíaca con gadolinio y en todos los casos se encontraron los hallazgos típicos descriptos para esta patología; en el resto de los casos no se realizó por negativa del paciente debido a claustrofobia, por tener dispositivos

TABLA 2.

Características de 32 pacientes con CM-ATTR

CM-ATTR: Cardiomiopatía Amiloide por Transtiretina; **h:** hereditaria; **wt:** wild type; **CDI:** cardiodesfibrilador implantable; **FEVI:** fracción de eyección de ventrículo izquierdo; **FEVIp:** preservada; **FEVImr:** levemente reducida; **FEVlr:** reducida; **hs-cTnT:** troponina T de alta sensibilidad; **MPD:** marcapasos definitivo; **NAC UK:** National Amyloidosis Centre United Kingdom; **NT-proBNP:** N-terminal pro-B-type natriuretic peptide; **NYHA:** New York Heart Association; **SLG:** strain longitudinal global; **TV:** taquicardia ventricular; * también conocida como Val30Met; ** en algunos casos hubo más de una manifestación en el mismo paciente.

metálicos no aptos para el estudio (MPD, válvulas cardíacas mecánicas, CDI) o por decisión del médico de cabecera. NT-proBNP y hs-cTnT fueron medidos en 26 pacientes y ambos biomarcadores mostraron elevaciones significativas, aunque para NT-proBNP con un rango muy amplio (172 pg/mL a 14.400 pg/mL); la mediana del filtrado glomerular evidenció un deterioro leve a moderado de la función renal (estadio 3a). En 28/32 pacientes se realizó la estadificación de la enfermedad de acuerdo con el NAC; en los que no se realizó fue por falta de medición de NT-proBNP. Veintiún pacientes (75%) estaban en estadio I, 4 (14%) en estadio II y solamente 3 (10.7%) en estadio III. El test de caminata basal se realizó en 15/32 pacientes (46.8%) y todos recorrieron más de 100 m; en el resto no se obtuvo por diferentes razones: negativa del paciente, dificultad para caminar por artrosis, no asistir al turno dado, etc.

Durante el período estudiado fallecieron 9 pacientes (28%), 7 por causa cardíaca y 2 por causas no cardíacas; de los fallecidos siete estaban sin tratamiento modificador de la enfermedad (tafamidis), y los dos restantes lo tenían y ambos fallecieron por causas no cardíacas: uno por hiponatremia persistente con deterioro neurológico (sin patología estructural cerebral en dos tomografías computadas consecutivas), y otro por sepsis secundaria a una lesión cutánea traumática (Tabla 2).

Respecto al tratamiento modificador de la enfermedad, 8 pacientes (25%) recibieron tafamidis 61 mg de manera continua, en 5 casos (15.6%) se indicó la medicación pero se encontraron barreras para la provisión, y 2 pacientes (6.4%) en los que se indicó el tratamiento se negaron a recibirlo por decisión personal. Al momento de esta publicación 2 pacientes (6.4%) se encuentran tramitando la provisión de la medicación ante la obra social, es decir que en 17/32 casos (53.1%) se consideró apropiada la indicación. En 5 pacientes (16%) no se indicó por deterioro cognitivo al ser evaluados por Neurología o por el médico de cabecera, o por edad avanzada con fragilidad en los que no se esperaba una mejoría significativa en los siguientes 18 meses. Cuatro pacientes (12.5%) presentaban comorbilidades severas como cáncer (un carcinoma de Merkel, un cáncer gástrico) o anemia severa por enfermedad digestiva crónica no amiloidótica (2 pacientes: uno por hemorragia digestiva alta y otro por hemorragia digestiva baja); en 3 casos (9.6%) no se indicó

Variables	
Sexo masculino n (%)	24 (75)
Edad	media 79.8 + 7.9 – mediana 81.5 (74-86)
CM-ATTRwt (confirmada por test genético negativo) n (%)	18/32 (56.2)
CM-ATTR (sin test genético) n (%)	12/32 (37.5)
CM-ATTRh (p.Val50Met c.148G>A)* n (%)	2/18 (11.1)
Score de Perugini 3 n (%)	27 (84.3)
Score de Perugini 2 n (%)	5 (15.6)
Clase de NYHA n (%)	
I	7 (21.8)
II	16 (50)
III	9 (28.1)
IV	0
Otras manifestaciones extracardíacas** n (%)	
Trastornos digestivos	11 (34.3)
Síndrome de túnel carpiano	8 (25)
Neuropatía periférica	9 (28.1)
Canal raquídeo estrecho	5 (15.6)
Hipotensión ortostática	4 (12.5)
Ruptura de supraespinoso	3 (9.3)
Ruptura de tendón del bíceps braquial	1 (3.1)
Contractura de Dupuytren	1 (3.1)
ECG anormal n (%)	32 (100)
Fibrilación Auricular n (%)	16 (50)
TV sostenida n (%)	2 (6.2)
MPD n (%)	5 (15.6)
CDI n (%)	2 (6.2)
FEVI %	media 53.8 + 9.4 – mediana 56.5
FEVIp n (%)	(50.5-60)
FEVImr n (%)	24 (75)
FEVlr n (%)	2 (6.2)
	6 (18.7)
E/e' n=22	media 19.3 + 8.6 – mediana 16.5
	(15.7-28.7)
SLG n=24 (%)	media -11.2 + 3.9 – mediana -9.5 (7.5-14)
Dilatación biauricular n (%)	26 (81.2)
Derrame pericárdico n (%)	5 (15.6)
Taponamiento cardíaco	1 (3.1)
Esclerosis Aórtica y Mitral n (%)	27 (84)
Estenosis Aórtica moderada/severa n (%)	8 (25)
Estenosis Aórtica severa n (%)	6 (18.7)
Estenosis Aórtica moderada n (%)	2 (6.2)
Test de caminata de 6 min n (%)	15 (46.8)
Resonancia Magnética cardíaca n (%)	16 (50)
NT-proBNP n=26 (pg/mL)	media 2695 + 2933 – mediana 1995.5 (749.5-3500.2)
hs-cTnT n=26 (ng/L)	media 51.5 + 41.6 – mediana 42.5 (19.2-85.2)
Filtrado glomerular (mL/min/1.73 m2)	media 55.0 + 8.0 – mediana 53.5 (48.2-63.2)
Estadio NAC UK n=28	
I n (%)	21 (75)
II n (%)	4 (14.2)
III n (%)	3 (10.7)
Vivos	23 (71.8)
Fallecidos	9 (28.1)
Causa cardíaca	7
Causa no cardíaca	2

TABLA 3.

Razones para la indicación del tratamiento modificador de la enfermedad

Características	n (%)
En tratamiento n (%)	8 (25)
Barreras para la administración del tratamiento n (%)	5 (15.6)
Indicado pero el paciente no desea hacer el tratamiento n (%)	2 (6.4)
Medicación solicitada y en trámite con la Obra Social n (%)	2 (6.2)
No indicada por deterioro cognitivo/edad avanzada n (%)	5 (16.1)
No indicada por comorbilidad severa n (%)	3 (9.3)
No indicada por médico de cabecera n (%)	3 (9.6)
No indicada por Grupo de Amiloidosis n (%)	3 (9.6)

por decisión del médico de cabecera derivante al centro y, en igual número el Grupo de Amiloidosis de la institución consideró que no habría beneficio de la indicación (Tabla 3).

DISCUSIÓN

Los principales hallazgos de este estudio fueron: 1) casi dos tercios de los pacientes (72%) estaban en clase I y II de NYHA y 79% en estadio I y II de NAC; 2) en casi todos los casos hubo al menos una manifestación extracardíaca que precedió al diagnóstico de CM-ATTR; 3) en la mayoría la FEVI estaba preservada, pero en 1 de cada 5 la FEVI fue levemente reducida o reducida, y en estos últimos 4 de 6 fallecieron; 4) FA fue la arritmia más frecuente y detectada en 50% de los casos; 5) la estenosis de la válvula aórtica moderada o severa fue diagnosticada en 1 de cada 4 pacientes; 6) en más de la mitad de los casos se consideró indicado el tratamiento modificador de la enfermedad; 7) de los 9 pacientes fallecidos 7 estaban sin tratamiento modificador de la enfermedad y murieron por causas cardíacas.

Al momento actual, la incidencia y prevalencia de CM-ATTR es desconocida, pero se puede afirmar que ya no es una enfermedad rara; sin embargo, todavía es subdiagnosticada debido en parte a que tiene FEVI preservada y se confunde con otras etiologías (HTA, miocardiopatía hipertrofica, hipertrofia por estenosis aórtica, etc.)^{11,12,13,14}. Debido a que la deposición de TTR es sistémica, las manifestaciones extracardíacas son frecuentes y pueden preceder a la cardiopatía en 5-15 años, especialmente trastornos digestivos de origen incierto, neuropatía periférica no diabética con compromiso de fibras finas, síndrome de túnel carpiano bilateral o rupturas tendinosas; esto es importante para el diagnóstico oportuno y para que el tratamiento específico tenga mayor eficacia^{15,16}. La insuficiencia cardíaca fue la principal manifestación en esta serie; García-Pavía y col mostraron que la prevalencia en pacientes con insuficiencia cardíaca con FEVI preservada fue de 16.8%, y 95% de los casos estaban en clase II y III de NYHA (48.4% y 46.8%,

respectivamente)¹⁷. En esta serie, 78% estaban en esa condición. De notar es que de los nueve pacientes fallecidos, cuatro tenían FEVIr, lo que sería un indicador de la severidad y progreso de la enfermedad. El estudio ATTR-ACT (*Tafamidis in Transthyretin Cardiomyopathy Clinical Trial*) mostró que en los pacientes en clase I a III de NYHA tratados con tafamidis durante 30 meses se redujo la mortalidad en 30%, y las hospitalizaciones por causa cardiovascular en 32% comparado con placebo, aunque el mayor beneficio se observó en las clases I y II¹⁸. Los pacientes en clase III tuvieron más hospitalizaciones comparados con los de clase II, pero en un análisis post-hoc se observó una mejoría significativa en la calidad de vida en los pacientes en clase III¹⁹. Además, en el estudio de extensión a largo plazo de ATTR-ACT (58.5 meses de seguimiento), en el que a partir de los 30 meses todos los pacientes recibieron tafamidis, incluidos los que habían recibido inicialmente placebo, la mortalidad se redujo en 44% en los que se encontraban en clase I y II de NYHA (0.56 [0.38–0.82]; P=0.003), y en 35% para la clase III (0.65 [0.41–1.01]; P=0.06). La curva de supervivencia tendió a cambiar desde una dirección descendente hacia una más horizontal en los pacientes que inicialmente habían recibido placebo y luego comenzaron con la droga activa, asemejándose a la curva de los que recibieron la droga desde el inicio del estudio²⁰. De todos modos, el mayor beneficio en reducción de mortalidad, hospitalizaciones, calidad de vida y distancia caminada en 6 min lo tuvieron quienes recibieron la droga desde el comienzo del estudio, lo que indica que mientras más precoz y prolongado sea el tratamiento mayor sería el beneficio²⁰. En un estudio del mundo real de Nies y col de 366 pacientes, 55% estaban en clase I y II de NYHA, mientras en esta pequeña serie fue de 72%; esta condición clínica es importante porque indicaría un estadio más precoz de la enfermedad con más potencial de beneficio con el tratamiento²¹.

Igualmente, 75% de los pacientes estaban en estadio I de NAC, lo que también es concordante con una fase no tan avanzada de la enfermedad, mayor sobrevida y mejor potencial de respuesta al tratamiento¹¹. Otro indicador de la evolución de CM-ATTR es la función renal; el grupo del *National Amyloidosis Centre* del Reino Unido mostró que una reducción >20% en el filtrado glomerular en un año aumentó significativamente la mortalidad tanto en la CM-ATTRwt como en la hereditaria, y para cualquiera de los grupos de la estadificación NAC²².

Típicamente se describe a la CM-ATTR como restrictiva y con FEVI preservada, aunque en realidad hay un deterioro de la contractilidad que se puede detectar con la medición del SLG, que refleja la deformidad longitudinal o función contráctil del miocito, la que se encontró deteriorada en todos los pacientes en que fue medida, a pesar de una FEVI aparentemente normal^{5,12,16}. En CM-ATTR también hay un grupo de pacientes que presentan FEVI <50%. En esta serie 25% de los casos tenían FEVI reducida o levemente reducida, por lo que con esta condición no se debe descartar la presencia de CM-ATTR. En este subgrupo probablemente

la baja FEVI se debe a la evolución prolongada de la enfermedad por dos mecanismos: 1) una deposición continua de fibras amiloide en el intersticio miocárdico; 2) los oligómeros y monómeros mal plegados de tamaño más pequeño (<100 kDa) que contienen aminoácidos hidrofóbicos, se unen a la membrana celular provocando daño directo a los cardiomiocitos y/o a las fibras nerviosas, y esto es más pronunciado en las formas hereditarias que en la natural (*wild-type*)^{23,24}. Otro factor es que la CM-ATTR puede coexistir con otras patologías cardíacas que a largo plazo también afectan la estructura y función del VI, como hipertensión arterial, enfermedad coronaria o enfermedad valvular congénita o reumática como se observó en dos casos.

El derrame pericárdico fue leve en la mayoría de los pacientes, pero hubo uno grave con taponamiento cardíaco, un hallazgo similar a otras series²⁵. Todos los pacientes tuvieron un ECG anormal y aunque no se describen en detalle, se observó toda la variedad de hallazgos en CM-ATTR (microvoltaje de QRS, imagen de pseudoinfarto, discordancia entre el grosor del VI en el ecocardiograma o resonancia magnética y el voltaje del QRS, bloqueos AV con colocación de MPD, bloqueos de rama, etc). La arritmia más frecuente fue FA y ésta ensombrece el pronóstico de la CM-ATTR; Bandera y cols mostraron en un estudio histológico de aurículas explantadas, que éstas presentan una extensa infiltración amiloide con pérdida de la arquitectura normal, infiltración amiloide de arterias y venas auriculares, disrupción capilar y fibrosis subendocárdica; además, en el ecocardiograma con *speckle tracking* de 906 pacientes con CM-ATTR detectaron aumento de la rigidez auricular, deterioro significativo de las tres fases funcionales de la aurícula: de reservorio, de conducto y de contracción, todo lo cual estuvo relacionado con mal pronóstico. También encontraron que en 22% de pacientes en ritmo sinusal, la contracción mecánica de las aurículas estaba ausente y esta “disociación electromecánica auricular”, como la denominaron, tuvo un pronóstico similar al de los que tenían FA²⁶. En este centro se ha comenzado a medir strain auricular en estos pacientes, ya que podrían requerir anticoagulación oral aun estando en ritmo sinusal. Las arritmias ventriculares son frecuentes y la taquicardia ventricular no sostenida (TVNS) se ha descrito hasta en 74% de los pacientes y la TVS o la fibrilación ventricular (FV) en 19%; en esta serie llamó la atención un paciente que debutó con TVS como primera manifestación, y en otro durante la evaluación diagnóstica presentó TVNS²⁷. En ambos se colocó CDI y posteriormente recibieron descargas apropiadas durante el seguimiento. Actualmente, se considera que no hay evidencia suficiente para la implantación de CDI para prevención primaria en CM-ATTR o AL fuera de las indicaciones recomendadas por las Guías o Consensos y la decisión debe ser individualizada⁵. La prevalencia de estenosis aórtica en CM-ATTR es variable debido a las diferentes poblaciones estudiadas (asiáticas o europeas), y a los métodos de evaluación (imágenes y biopsia endomiocárdica (BEM)), pero hay concordancia en que estaría alrededor del 6% en pacientes que reciben reempla-

zo valvular quirúrgico y 16% en implante valvular aórtico transcáteter (TAVI); se ha demostrado por BEM que la deposición de amiloide puede ocurrir en el miocardio y la válvula pero también aisladamente en la válvula sin compromiso del miocardio septal^{28,29}. En esta serie la prevalencia de estenosis aórtica moderada o severa fue de 25%. Si bien la estenosis aórtica y CM-ATTRwt es más prevalente a partir de los 65 años, en un paciente de 58 años de edad, antes del reemplazo valvular quirúrgico por válvula bicúspide en otro centro, tenía signos altamente sugestivos de amiloidosis en la resonancia magnética cardíaca con gadolinio, lo cual fue confirmado 5 años después con PYP-Tc99m. Por lo tanto, en pacientes con estenosis aórtica moderada o severa si hay banderas rojas o signos sugestivos, deberían ser evaluados para amiloidosis porque su pronóstico empeora con esta asociación; también en estenosis severa, los pacientes deberían ser evaluados por un Heart Team y considerar el reemplazo mediante TAVI, ya que reportes han mostrado mejores resultados que el tratamiento médico solo que la cirugía, porque amiloidosis aumenta significativamente la morbilidad y mortalidad y el riesgo quirúrgico³⁰.

En esta institución, los casos de amiloidosis por TTR o AL se discuten en un grupo multidisciplinario (Grupo de Amiloidosis) en el que intervienen cardiólogos clínicos, internista, intensivistas, especialistas en imágenes, hematólogos, neurólogos, nefrólogos, neumonólogos, hemodinamistas, cirujano cardiovascular y otras especialidades cuando corresponde (oftalmólogo, gastroenterólogo, etc). En la indicación de la medicación modificadora de la enfermedad se tienen en cuenta la recomendación del Grupo, el deseo del paciente y la opinión del médico de cabecera. En esta serie, 53% de los casos tenían indicación de la medicación modificadora de la enfermedad, aunque solo 25% la recibieron efectivamente; en quienes estaba indicada y no la recibieron fue por decisión del paciente o del médico de cabecera y en 15.6% no fue provista por dificultades en el acceso. En el 47% restante, hubo diferentes motivos médicos para no indicarla, como edad avanzada o condiciones biológicas en las que no se espera beneficio en los siguientes 18 meses (tiempo en el que se observó reducción de la mortalidad con tafamidis en el estudio ATTR-ACT), deterioro cognitivo progresivo, cáncer actual u otra condición severa que puede influir en malos resultados a pesar del tratamiento específico de amiloidosis. En esta serie, 25% de los pacientes recibió tratamiento modificador de la enfermedad, similar al estudio de Ioannou y cols, en el que 23% de 2001 pacientes recibió tal tratamiento, lo que contrasta con 77% de 293 pacientes que recibieron tafamidis en el estudio del mundo real de Nies y col., por lo que cada caso se debería evaluar cuidadosamente de manera individual y por un equipo, considerando los probables beneficios, la seguridad y los costos^{5, 21,22}.

LIMITACIONES

Debido a que es un estudio retrospectivo de un solo centro algunas variables no estaban completas para los 32

pacientes. La pesquisa de CM-ATTR hereditaria estuvo limitada por decisión de los pacientes o por razones logísticas, y aunque se trató de investigar en todos, esto no fue posible en 37.5% de ellos, por lo que la prevalencia de la forma variante en este grupo si bien es relativamente baja, se puede considerar que es desconocida. El test de caminata de 6 min, un marcador del progreso de la enfermedad solo fue realizado en casi 50% de los casos. Sin embargo, la descripción de las variables clínicas, de manejo y la mortalidad representan una cohorte del mundo real.

CONCLUSIONES

En esta serie de pacientes con CM-ATTR, 11% de los pacientes con test genético realizado tenían la forma variante o hereditaria, casi 3 de cada 4 pacientes estaban en clase funcional I-II de NYHA y 9 de cada 10 en estadio I y II de NAC, lo que sugiere que fueron diagnosticados en fases relativamente precoces de la enfermedad. El 50% presentó FA y uno de cada cuatro pacientes tenía estenosis aórtica moderada o severa. Nueve pacientes (28%) murieron durante el período de estudio y de ellos, siete que no tenían tratamiento modificador de la enfermedad lo hicieron por causa cardiovascular; los dos restantes que tenían tratamiento modificador fallecieron por causas no cardíacas. En 53% de los casos se consideró indicado el tratamiento modificador de la enfermedad pero lo recibió efectivamente solo el 25%; en el resto, hubo motivos médicos para no considerar adecuada la indicación. El manejo de los pacientes con CM-ATTR es desafiante por la complejidad propia de la patología y por las enfermedades coexistentes, por lo que se necesita de un equipo multidisciplinario para el diagnóstico, seguimiento, indicación del tratamiento y uso racional de los recursos y costos.

Reconocimientos

Al Prof. César Serrat por sus enseñanzas e inspirar a muchas generaciones de cardiólogos.

BIBLIOGRAFIA

- Lousada I, Comenzo RL, Landau H, et al. Patient experience with hereditary and senile systemic amyloidosis: a survey from the Amyloidosis Research Consortium. *Orphanet J Rare Dis* 2015; 10 (Suppl 1): 22.
- Lane T, Fontana M, Martinez-Naharro A, et al. Natural history, quality of life, and outcome in cardiac transthyretin amyloidosis. *Circulation* 2019; 140: 16 – 26.
- Sawaya MR, Hughes MP, Rodriguez JA, et al. The expanding amyloid family: Structure, stability, function, and pathogenesis. *Cell* 2021; 184: 4857 - 4873.
- Cornwell GG 3rd, Murdoch WL, Kyle RA, et al. Frequency and distribution of senile cardiovascular amyloid. A clinicopathologic correlation. *Am J Med* 1983; 75: 618 – 623.
- Kittleson MM, Ruberg FL, Ambardekar AV, et al. 2023 ACC Expert Consensus Decision Pathway on Comprehensive Multidisciplinary Care for the Patient with Cardiac Amyloidosis: A Report of the American College of Cardiology Solution Set Oversight Committee. *J Am Coll Cardiol* 2023; 81: 1076 - 1126. Erratum in: *J Am Coll Cardiol* 2023; 81: 1135.
- García-Pavía P, Rapezzi C, Adler Y, et al. Diagnosis and treatment of cardiac amyloidosis: a position statement of the ESC Working Group on Myocardial and Pericardial Diseases. *Eur Heart J* 2021; 42: 1554 - 1568.
- Buxbaum JN, Dispenzieri A, Eisenberg DS, et al. Amyloid nomenclature 2022: update, novel proteins, and recommendations by the International Society of Amyloidosis (ISA) Nomenclature Committee. *Amyloid* 2022; 29: 213 - 219.
- Ioannou A, Porcari A, Patel RK, et al. Rare Forms of Cardiac Amyloidosis: Diagnostic Clues and Phenotype in Apo AI and AIV Amyloidosis. *Circ Cardiovasc Imaging* 2023; 16: 523 - 535.
- Perugini E, Guidalotti PL, Salvi F, et al. Noninvasive etiologic diagnosis of cardiac amyloidosis using 99mTc-3,3'-diphosphono-1,2-propanodicarboxylic acid scintigraphy. *J Am Coll Cardiol* 2005; 46: 1076 - 1084.
- Gillmore JD, Damy T, Fontana M, et al. A new staging system for cardiac transthyretin amyloidosis. *Eur Heart J* 2018; 39: 2799 - 2806.
- Damy T, Bourel G, Slama M, et al. Incidence and survival of transthyretin amyloid cardiomyopathy from a French nationwide study of in- and out-patient databases. *Orphanet J Rare Dis* 2023; 18: 345.
- Napoli Llobera M, Costa Vitali A, Lobo Marquez LL. *Rev Fed Arg Cardiol* 2022; 51: 3 - 10.
- Brito D, Albrecht FC, de Arenaza DP, et al. World Heart Federation Consensus on Transthyretin Amyloidosis Cardiomyopathy (ATTR-CM). *Global Heart* 2023; 18: 59.
- Ruberg FL, Maurer MS. Cardiac Amyloidosis Due to Transthyretin Protein. A Review. *JAMA* 2024; 331: 778 - 791.
- Westin O, Fosbol EL, Maurer MS, et al. Screening for cardiac amyloidosis 5 to 15 years after surgery for bilateral carpal tunnel syndrome. *J Am Coll Cardiol* 2022; 80: 967 - 977.
- Witteles RM, Bokhari S, Damy T, et al. Screening for transthyretin amyloid cardiomyopathy in everyday practice. *JACC Heart Fail* 2019; 7: 709 - 716.
- García-Pavía P, García-Pinilla JM, Lozano Bahamonde A, et al. Prevalencia de amiloidosis cardiaca por transtirretina en pacientes con insuficiencia cardiaca y fracción de eyección conservada: estudio PRACTICA. *Rev Esp Cardiol* 2025; 78: 301 - 310.
- Maurer MS, Schwartz JH, Gundapaneni B, et al; ATTR-ACT Study Investigators. Tafamidis Treatment for Patients with Transthyretin Amyloid Cardiomyopathy. *N Engl J Med* 2018; 379: 1007 - 1016.
- Sperry BW, Hanna M, Maurer MS. Association of Tafamidis with Health Status in Patients with ATTR Cardiac Amyloidosis. A Post Hoc Analysis of the ATTR-ACT Randomized Clinical Trial. *JAMA Cardiol* 2023; 8: 275 - 280.
- Elliott P, Drachman BM, Gottlieb SS, et al. Long-term survival with tafamidis in patients with transthyretin amyloid cardiomyopathy. *Circ Heart Fail* 2022; 15: e008193.
- Nies RJ, Ney S, Kindermann I, et al. Real-world characteristics and treatment of cardiac transthyretin amyloidosis: A multicentre, observational study. *ESC Heart Fail* 2024; 12: 1203 – 1216.
- Ioannou A, Razvi Y, Porcari A, et al. Kidney Outcomes in Transthyretin Amyloid Cardiomyopathy. *JAMA Cardiol* 2025; 10: 50 - 58.
- Reixach N, Deechongkit S, Jiang X, et al. Tissue damage in the amyloidosis: Transthyretin monomers and nonnative oligomers are the major cytotoxic species in tissue culture. *Proc Natl Acad Sci USA* 2004; 101: 2817 - 2822.
- Dasari AKR, Hughes RM, Wi S, et al. Transthyretin Aggregation Pathway toward the Formation of Distinct Cytotoxic Oligomers *Sci Rep* 2019; 9: 33.
- Badwan O, Berglund F, Rosenzweig A, et al. Pericardial Disease in Cardiac Amyloidosis: A Comprehensive Review. *Am J Cardiol* 2024; 223: 100 - 108.
- Bandera F, Martone R, Chacko L, et al. Clinical Importance of Left Atrial Infiltration in Cardiac Transthyretin Amyloidosis. *JACC Cardiovasc Imaging* 2022; 15: 17 - 29.
- Ramos HR, Sagripanti M, Sandrin Á. Sustained Ventricular Tachycardia as the first presentation of transthyretin amyloid cardiomyopathy. *Rev Fac Cien Med Univ Nac Cordoba* 2024; 81: 768 - 782.
- Ternacle J, Krapf L, Mohty D, et al. Aortic Stenosis and Cardiac Amyloidosis: JACC Review Topic of the Week. *J Am Coll Cardiol* 2019; 74: 2638 - 2651.
- Singal AK, Bansal R, Singh A, et al. Concomitant Transthyretin Amyloidosis and Severe Aortic Stenosis in Elderly Indian Population: A Pilot Study. *JACC CardioOncol* 2021; 3: 565 - 576.
- Riley JM, Junarta J, Ullah W, et al. Transcatheter Aortic Valve Implantation in Cardiac Amyloidosis and Aortic Stenosis. *Am J Cardiol* 2023; 198: 101 - 107.

Artículo Original de Investigación

Registro multicéntrico de ablación con catéter en Argentina.

Multicenter catheter ablation registry in Argentina

Trotta Omar ¹, Jurado Juan C², Moreno Gerardo³, Medesani Luis⁴, Delgado Lorena⁵, Pozzer Domingo L⁶, Reyes Gabriela⁷, López Cabanillas Néstor⁸, Cozzari Jennifer⁹, Elencwajg Benjamín¹⁰, Velasco Diego¹¹, Zabala Federico¹², Onetto Leonardo¹³, Camerini Daniel¹⁴, Monjes Enrique¹⁵, Arabia Luis¹⁶, Telechea Trentin Juan¹⁷, César Cáceres Monié¹⁸, Raña Ramón¹⁹, Taquichiri Acuña Noemi²⁰, Pellizzón Oscar²¹, Nannini Sebastián²², Silvano Diangelo²³, Bravino María F²⁴, Díaz Uberti Pedro²⁵, Guzmán Juan P²⁵, Iván Tello Santacruz²⁶.

1 Sanatorio Británico de Rosario, Hospital Privado SADIV de San Pedro, Fundación Nuestra Señora del Rosario y Hospital Interzonal General de Agudos San Felipe de San Nicolas de los Arroyos. 2 Medicina Interna. Cardiología. Electrofisiología. Investigador CEDIM. Electrofisiólogo UOM. 3 Instituto de Cardiología y Cirugía Cardiovascular de Posadas. Prof. Adj. Universidad Católica de las Misiones. 4 Hospital San Martín de La Plata. 5 Servicio de Arritmias del Hospital Interzonal General de Agudos Presidente Perón y Sanatorio Bernal. 6 Servicio de Arritmias del Instituto de Cardiología de Corrientes J.F Cabral. 7 Staff Instituto de Cardiología de Corrientes J.F Cabral. 8 Servicio de Electrofisiología en Clínica Adventista Belgrano. 9 Hospital Español del Sur Mendocino y Hospital Italiano de Mendoza. 10 Unidad de Electrofisiología del Hospital Presidente Perón. 11 Unidad de Arritmias y Dispositivos Implantables. Hospital Privado Rosario. 12 Servicio de Arritmias del Instituto Medico Platense. 13 Servicio de Electrofisiología Hospital Privado del Sur - Hospital Español Bahía Blanca. 14 Unidad de Electrofisiología Hospital San Martín de La Plata. 15 Especialista en Cardiología y Electrofisiología. 16 Electrofisiología y Marcapasos Instituto Oulton en Córdoba. 17 Fundación Nuestra Señora del Rosario. 18 Electrofisiología Cardíaca, Servicio de Cardiología - Hospital Británico de Buenos Aires. 19 Electrofisiología en Sanatorio Juan XXII, General Roca. 20 Electrofisiología en Sanatorio Juan XXII, General Roca. 21 Centro de Arritmias Cardíacas del Hospital Centenario. 22 Electrofisiología en Instituto de Cardiología de Rosario "Dr. Luis González Sabathie" y Centro de Arritmias Hospital Centenario. 23 Departamento de Arritmias y Marcapasos del Instituto Cardiovascular de Rosario. 24 Electrofisiología del Instituto Cardiovascular de Rosario. 25 Sección de Arritmias y Marcapasos en Hospital Churrua. 26 Electrofisiología Hospital Británico de Buenos Aires. Diplomatura de Electrofisiología SAC-UCA.

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Recibido el 17 de Marzo de 2025

Aceptado después de revisión

el 14 de Mayo de 2025

www.revistafac.org.ar

Los autores declaran no tener
conflicto de intereses

Palabras clave:

Registro,
Electrofisiología,
Ablación por catéter.

Keywords:

Registry,
Electrophysiology,
Catheter ablation.

RESUMEN

Introducción: la electrofisiología ha tenido un crecimiento constante en los últimos años, tanto en métodos diagnósticos como terapéuticos. Esto lleva a requerir de registros que puedan brindar datos representativos de los procedimientos terapéuticos que se realizan en gran cantidad de centros médicos de Argentina. El objetivo del registro es proporcionar información actualizada sobre el estado actual de la ablación con catéter en los distintos centros de Argentina. En esta nueva edición, al igual que en la previa, las 3 sociedades científicas, FAC, SAC y SADEC están presentes en la elaboración del registro.

Métodos: registro retrospectivo de ablación con catéter de procedimientos realizados entre el 1 de enero y el 31 de diciembre del 2023 en centros de Argentina. Los datos se obtuvieron a través de un formulario estandarizado de Google que se envió vía e-mail y telefónica a los centros participantes.

Resultados: se analizaron 894 procedimientos de ablación realizados en 19 centros de 8 regiones de la Argentina. A diferencia del registro previo, y en similitud con registros actuales de Latinoamérica, el sustrato más frecuente fue la ablación de fibrilación auricular. El éxito global fue del 96% y el 97.65% de los procedimientos estuvieron libre de complicaciones.

Conclusión: se observó una tasa de éxito global e inmediata adecuada y en superación del 96%, siendo del 94.71% en el registro anterior. La tasa de éxito global como en los diferentes sustratos son similares a los reportes multicéntricos internacionales. Se constató un aumento en el número de procedimientos en todos los sustratos en 2023 respecto al 2020, siendo la Fibrilación Auricular el sustrato que más creció. La continuidad sistemática de realizar futuros registros es fundamental para evaluar los resultados y la dirección de la electrofisiología en los centros de Argentina.

Multicenter catheter ablation registry in Argentina

ABSTRACT

Introduction: electrophysiology has had constant growth in recent years, both in diagnostic and therapeutic methods. This leads to the need for registries that can provide representative data of the

therapeutic procedures performed in a large number of medical centers in Argentina. The objective of the registry is to provide updated information on the current status of catheter ablation in the different centers in Argentina. In this new edition, as in the previous one, the 3 scientific societies, FAC, SAC and SADEC are present in the preparation of the registry.

Methods: retrospective registry of catheter ablation procedures performed between January 1 and December 31, 2023 in centers in Argentina. The data were obtained through a standardized Google form that was sent via email and telephone to the participating centers.

Results: 894 ablation procedures performed in 19 centers in 8 regions of Argentina were analyzed. Unlike the previous registry and similar to current registries in Latin America, the most frequent substrate was atrial fibrillation ablation. The overall success rate was 96% and 97.65% of the procedures were free from complications.

Conclusions: an adequate and immediate global success rate of 96% was observed, which was 94.71% in the previous registry. The overall success rate, as well as in the different substrates, is similar to international multicenter reports. An increase in the number of procedures in all substrates was observed in 2023 compared to 2020, with Atrial Fibrillation being the substrate that grew the most. A systematic continuation of carrying out future registries is essential to evaluate the results and direction of electrophysiology in the centers of Argentina.

ABREVIATURAS:

TRIN: Taquicardia por reentrada intranodal.

NAV: Nodo auriculoventricular.

TRAV: Taquicardia por reentrada auriculoventricular.

TA: Taquicardia Auricular Focal.

AA: Aleteo Auricular.

FA: Fibrilación Auricular.

AV: Arritmias Ventriculares.

INTRODUCCIÓN

La electrofisiología ha tenido un crecimiento constante en los últimos años, tanto en métodos diagnósticos como terapéuticos. Esto lleva a requerir de registros que puedan brindar datos representativos de la ablación con catéter, procedimiento terapéutico que se realiza en gran cantidad de centros médicos de Argentina^{1,2,3,4}.

El registro multicéntrico de ablación con catéter de la República Argentina tiene como finalidad proporcionar información actualizada sobre el estado actual de la ablación con catéter en los distintos centros de Argentina. En esta nueva edición, al igual que en la previa, médicos de las 3 sociedades científicas, FAC, SAC y SADEC están presentes en la elaboración del registro.

MATERIAL Y MÉTODOS

Esta nueva edición del registro multicéntrico de ablación con catéter, al igual que en la edición anterior, se llevó a cabo de forma retrospectiva. Se invitó a participar en forma voluntaria a todos los médicos electrofisiólogos de la Argentina, a través de un formulario estandarizado de Google que se envió vía e-mail y telefónica, facilitando la carga de datos con respecto al registro previo. Se invitó a cargar en el formulario los datos de los procedimientos de ablación realizados entre el 1 de enero y el 31 de diciembre del 2023. A los centros participantes no se les exigió que manifiesten su compromiso por escrito o verbal con respecto a la suba del

total de procedimientos realizados en su centro. Los datos del registro se procesaron en forma anónima por los autores de este.

Al igual que en el registro 2019 -2020, se clasificaron las distintas alteraciones del ritmo cardiaco en 7 categorías, facilitando la recogida de datos y su análisis posterior: Taquicardia por reentrada intranodal (TRIN), Nodo Auriculoventricular (NAV), Taquicardia por reentrada Auriculoventricular (TRAV), Taquicardia Auricular Focal (TA), Aleteo Auricular (AA), Fibrilación Auricular (FA), Arritmias Ventriculares (AV).

Se consideró éxito del procedimiento a la eliminación del sustrato y/o no inducibilidad de la arritmia post ablación, y para la fibrilación auricular, el aislamiento eléctrico de las venas pulmonares.

Las complicaciones incluyeron trastornos de conducción (Bloqueo de Rama, BAV 2do Grado tipo I, II, 2:1 o Alto grado y BAVC), trastornos vasculares relacionadas con el acceso (hematoma, fístula, pseudoaneurisma), derrame pericárdico, taponamiento cardíaco, pericarditis, infarto de miocardio, accidente cerebrovascular (ACV) transitorio e instalado, estenosis de venas pulmonares, sangrado, fístula aurículaesofágica, injuria esofágica, alteración de la motilidad gástrica, parálisis del nervio frénico, mediastinitis, muerte y otras complicaciones.

Las variables analizadas durante el registro correspondían a información sobre los recursos en los centros en donde se hicieron los procedimientos y variables específicas o comunes a los diferentes sustratos.

La técnica utilizada, abordaje, tipo de energía utilizada, asistencia ecocardiográfica durante ablación, éxito agudo (al final del procedimiento), tipo de catéter de ablación utilizado y número y tipo de complicaciones, incluida la muerte periprocedimiento fueron las variables comunes analizadas. Las variables específicas en ciertos sustratos como el tipo, la localización o la cardiopatía subyacente fueron las variables específicas.

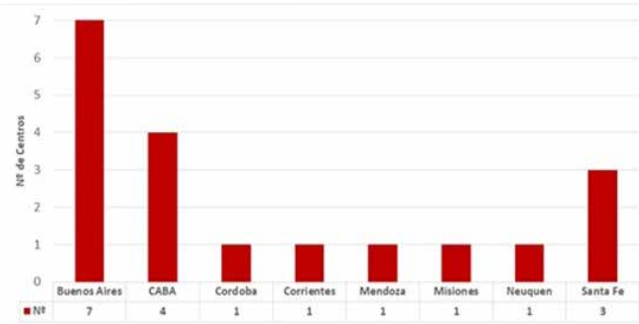


FIGURA 1.
Número de centros por regiones que participaron del registro de ablación 2023.

Se evaluó el empleo de sistemas de mapeo electroanatómico fijo o móvil y si se realizaron procedimientos sin fluoroscopia.

Los datos se expresaron como porcentaje para las variables categóricas y como media o mediana para las variables continuas.

RESULTADOS

Características de los centros participantes

En esta edición del registro participaron 19 centros de 8 regiones argentinas (Bs As, CABA, Córdoba, Corrientes, Mendoza, Neuquén, Santa Fe y Misiones) (*Figura 1*). Del total de los 19 centros participantes, el 73.6% (14/19) pertenece al sector privado, el 15.7% (3/19) al sector público y el 10.5% (2/19) se desempeñaba en ambos sectores sanitarios (*Tabla 1*). El 47.3% (9/19) de estos centros, son formadores de médicos electrofisiólogos (6 centros privados, 2 públicos y 1 que se desempeña en ambos sectores). El 94.7 % (18/19) de los centros participantes refirieron tener disponibilidad de cirugía cardiovascular durante las fechas analizadas. Anestesia se encontraba disponible en el total de los centros. Gran parte de los centros (68 %, 13/19) que forman parte del registro no disponen de una sala de electrofisiología en forma exclusiva, pero del total de los centros, 7 disponían de más de 1 sala de intervencionismo a disposición, incluso 2 centros tenían 3 salas a disposición. Del total de centros participantes, 3 presentaban más de 1 equipo de fluoroscopia, incluso uno disponía de los 3 equipos. Los equipos de fluoroscopia disponibles fueron: arco fijo 31.5% (6/23), arco portátil 15.7% (3/23), angiografía rotacional 73.6% (14/23). Sólo 2 (10.5 %) centros no disponían de sistemas de navegación no fluoroscópica, 8 (42.1%) disponían un navegador fijo y 9 (47.3%) disponían de un navegador móvil. Cinco centros disponían de más de 1 sistema de navegación, y uno disponía de 3 sistemas. La ecografía intracardiaca se encontró disponible en el 31.5 % (6/19) de los centros y la crioablación en el 47.36% (9/19). La ablación por ultrasonido no estuvo disponible en ningún centro.

De los centros participantes, el 89.4 % (17/19) disponían de enfermeros de planta, 84.2% (16/19) disponían de técnicos de planta, y sólo el 21% (4/19) disponía de ingenieros de planta.

TABLA 1
Características generales de los centros.

Características generales (n 19)	
Financiación	
Público n (%)	3 (15,78)
Privado n (%)	14 (73,68)
Ambos n (%)	2 (10,52)
Disponibilidad de cirugía cardiaca n (%)	18 (94,73)
Disponibilidad de anestesia n (%)	19 (100)
Centro formador de electrofisiólogos n (%)	9 (47,36)
Personal de laboratorio	
Nº médicos en plantilla (electrofisiólogos)	3
Nº enfermeros	2
Nº técnicos	2
Nº ingenieros	0-1
Pertenece a algún grupo de electrofisiólogos?	
Si n (%)	16 (84,21)
Dotación técnica	
Disponibilidad de sala	
Exclusiva n (%)	6 (31,57)
Nº de salas a disposición	1,47
Equipo de fluoroscopia	
Arco fijo n (%)	6 (31,57)
Arco portátil n (%)	3 (15,78)
Angiografía rotacional n (%)	14 (73,68)
Sistemas de navegación no fluoroscópicos disponibles	
No n (%)	2 (10,52)
Móvil n (%)	9 (47,36)
Fijo n (%)	8 (42,10)
Sistemas de navegación no fluoroscópicos	
Carto n (%)	5 (21,73)
Ensite n (%)	14 (60,86)
Columbus n (%)	4 (17,39)
Equipamiento adicional	
Ecografía intracardiaca n (%)	6 (40)
Crioablación n (%)	9 (47,36)
Ablación por ultrasonido n (%)	0 (0)
No n (%)	9 (47,36)

Resultados generales

En esta nueva edición del registro se mantuvo el número de centros participantes con respecto a la edición previa, a pesar de que el total de los centros participantes no fueron los mismos, situación que se observa en otros registros en donde se evidencia la fluctuación de ablaciones y centros participantes ^{1,3}. El total de ablaciones realizadas fue de 894, en aumento a los datos obtenidos del 2020 (623 ablaciones), sin llegar al número de ablaciones del 2019 (1044), etapa

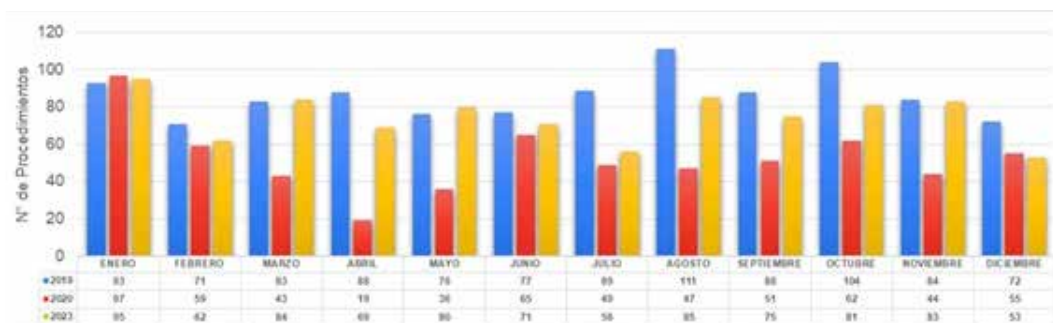


FIGURA 2.

Número de procedimientos por mes y año que se realizaron durante el registro de ablación 2019/2020 y 2023.

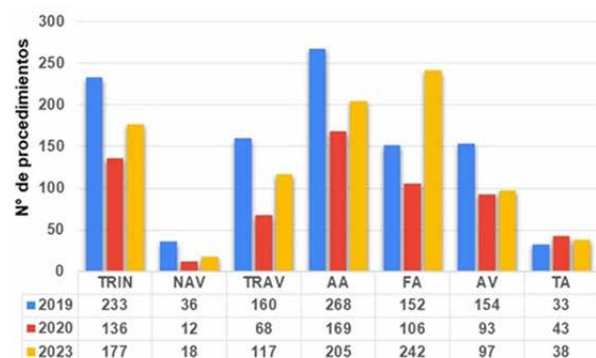


FIGURA 3.

Número de procedimientos por año según sustrato que se realizaron durante el registro de ablación 2019/2020 y 2023.

TRIN: Taquicardia por reentrada intranodal. NAV: Nodo auriculoventricular. TRAV: Taquicardia por reentrada auriculoventricular. TA: Taquicardia Auricular Focal. AA: Aleteo Auricular. FA: Fibrilación Auricular. AV: Arritmias Ventriculares.

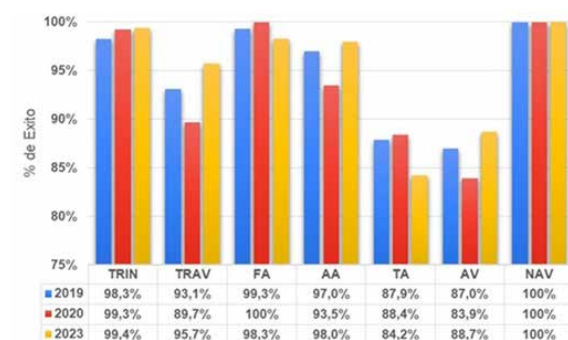


FIGURA 5.

Número de procedimientos por año según sustrato que se realizaron durante el registro de ablación 2019/2020 y 2023.

TRIN: Taquicardia por reentrada intranodal. NAV: Nodo auriculoventricular. TRAV: Taquicardia por reentrada auriculoventricular. TA: Taquicardia Auricular Focal. AA: Aleteo Auricular. FA: Fibrilación Auricular. AV: Arritmias Ventriculares.

previa a la pandemia por Covid-19 (Figuras 2 a 4). El sustrato más frecuente, a diferencia de los registros previos, con un aumento notable, fue la FA representando el 27% (242/894), y el segundo sustrato más frecuente fue el AA.

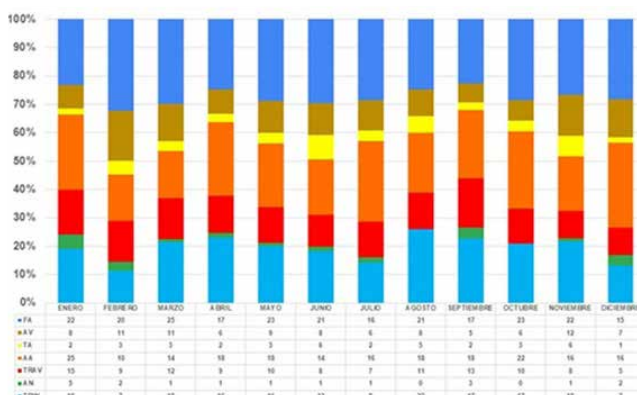


FIGURA 4.

Frecuencia relativa de los diferentes sustratos tratados durante el registro de ablación por mes durante el 2023.

TRIN: Taquicardia por reentrada intranodal. NAV: Nodo auriculoventricular. TRAV: Taquicardia por reentrada auriculoventricular. TA: Taquicardia Auricular Focal. AA: Aleteo Auricular. FA: Fibrilación Auricular. AV: Arritmias Ventriculares.

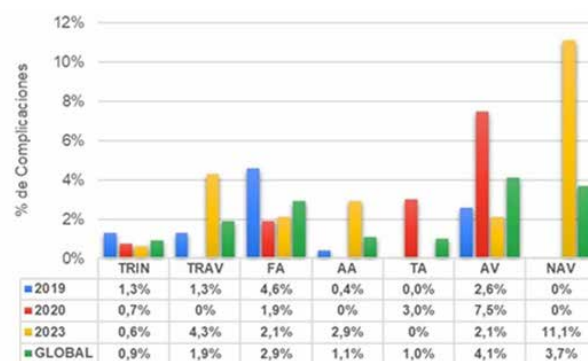


FIGURA 6.

Frecuencia relativa de los diferentes sustratos tratados durante el registro de ablación por mes durante el 2023.

TRIN: Taquicardia por reentrada intranodal. NAV: Nodo auriculoventricular. TRAV: Taquicardia por reentrada auriculoventricular. TA: Taquicardia Auricular Focal. AA: Aleteo Auricular. FA: Fibrilación Auricular. AV: Arritmias Ventriculares.

Todos los sustratos ablacionados, menos la TA han aumentado con respecto al registro previo. La energía utilizada con mayor frecuencia continúa siendo la RF con un 86%, representando la crioablación el 14% restante. El 89.4%

(17/19) disponen de sistemas de navegación no fluoroscopia ya sea fijos o móviles, el sistema de crioblación estaba presente en 9 centros y la ecografía intracardiaca en 6. El éxito global e inmediato en la sala de electrofisiología fue del 96 %. En la *figura 5* se puede observar el éxito de la ablación por sustrato y año. El 97.65% de los procedimientos no presentaron complicaciones, como se observa en la *figura 6*.

Resultados, sustratos y circuitos arritmogénicos.

Taquicardia por reentrada intranodal

La ablación de la TRIN es el tercer sustrato más frecuente, representando el 20% (177/894) de los procedimientos. Este sustrato estuvo presente en el total de los centros y en el 69% de los casos, al igual que en los registros previos predominó en el sexo femenino. De las 177 ablaciones, 171 fueron la primera, y sólo 6 reablaciones. El 97% (172/177) de los procedimientos se realizó con técnica convencional, y solo el 3% (5/177) se realizó con sistemas de mapeo no fluoroscópicos. El único acceso vascular utilizado fue el endovenoso. La energía utilizada con mayor frecuencia fue la radiofrecuencia (RF) (163/177) y en segundo lugar la crioblación (14/177) a diferencia con el registro previo en el que sólo se usó RF para este sustrato. El catéter de ablación no irrigado se utilizó en el 90% (159/177) y el irrigado en el 2% (4/177), los casos restantes (14/177) representan los catéteres de crioblación. Del total de los procedimientos, solo en 8 casos se utilizó la ecografía para guiar el procedimiento, en 4 casos se utilizó la ecografía vascular periférica y en 4 casos la ecografía intracardiaca. El éxito global del procedimiento fue del 99.4%, manteniendo la eficacia del registro del 2020. Se presentó una complicación, un pseudo aneurisma, que representó el 0.6 %. Posterior a la ablación de este sustrato, en el 4% (8/177) de los casos se ablacionaron sustratos adicionales, 6 taquicardias auriculares y 2 aleteos auriculares.

Ablación del Nodo Auriculoventricular

Se realizaron 18 ablaciones del NAV durante el registro. El acceso endovenoso y la técnica convencional con RF se llevaron a cabo en el total de los procedimientos. No se utilizaron sistemas de mapeo no fluoroscópicos y el catéter más utilizado fue el no irrigado (13/18). No se utilizaron catéteres con fuerza de contacto. El éxito fue del 100%, al igual que en registro previo. Las complicaciones estuvieron presentes en el 11.1% (2/18), siendo 1 hematoma y 1 pseudo aneurisma. Un procedimiento se acompañó de implante de cardiodesfibrilador con sistema de resincronización cardíaca, y se utilizó la ecografía transesofágica (ETE) para guiar el procedimiento. No se realizó ablación de sustratos adicionales.

Taquicardia Auricular

La TA, al igual que en el registro previo, fue el sexto sustrato ablacionado durante el 2023, representando el 4% (38/894) del total de los casos. Este sustrato continúa siendo más frecuente en el sexo femenino con el 61% de los casos.

La localización más frecuente fue en la aurícula derecha con un 78.9% (30/38) (10 cresta terminalis, 10 seno coronario, 3 orejuela derecha, 3 basal derecha, 3 pared libre derecha y 1 vena cava), y en la aurícula izquierda el 21.1% (8/38) (5 basal izquierda, pared libre izquierda y 1 orejuela izquierda). El total de los pacientes usaron el acceso endovenoso. El total de los pacientes con sustratos de localización en aurícula izquierda se abordaron por acceso transeptal. Al igual que en el registro anterior la RF fue la energía utilizada con mayor frecuencia, solo 1 caso se realizó con crioblación (pared libre derecha). El sistema de mapeo no fluoroscópico se utilizó en el 53% (20/38) de los casos. El catéter no irrigado se utilizó en el 50% (19/38) de los casos, el irrigado sin sensor de contacto en el 21.05% (8/38) y con sensor de contacto en el 26% (10/38). En el 34% (13/38) de los casos se utilizó la ecografía para guiar el procedimiento (8 ecografía intracardiaca y 5 vascular periférico). El éxito global de la ablación de este sustrato es del 82.4%. No se registraron complicaciones relacionadas con este procedimiento. En 3 pacientes se realizó ablación de sustratos adicionales (1 TRIN, 1 AA y 1 AV).

Taquicardia por reentrada auriculoventricular

La TRAV, representa el cuarto sustrato en frecuencia, con un 13% (117/894) del total de los procedimientos, aumentando su número con respecto al registro del 2020 pero sin llegar a los procedimientos del 2019. Este sustrato fue más frecuente en el sexo masculino (63%). Del total de los pacientes ablacionados por TRAV, el 92% (108/117) fueron primer procedimiento y el 8% (9/117) restante fueron reablaciones. El 63,25% (74/117) presentaba onda delta en el ECG, el 79% (92/117) presentó taquicardias ortodrómicas, el 2% (2/117) antidrómicas, el 4% (5/117) ambas y un 15% (18/117) no presentó arritmias.

Al igual que en el registro previo, las vías izquierdas fueron las más frecuentes con un 70.08% (82/117). Las localizaciones por frecuencia fueron: lateral izquierda 50.4% (59/117), posterolateral izquierda 12% (14/117), posterior derecha 8.5% (10/117), posteroseptal izquierda 6.8% (8/117), posteroseptal derecha 5.1% (6/117), lateral derecha 5.1% (6/117), medioseptal derecha 4.3% (5/117), anteroseptal derecha 3.4% (4/117), hisiana 2.6% (3/117), anterior derecha 0.9% (1/117), anteroseptal izquierda 0.9% (1/117), anterior izquierda 0% (0/117), anterolateral izquierda 0% (0/117) y posterior izquierda 0% (0/117) (*Figura 7*).

La RF fue la energía más utilizada con un 94% (110/117), el 6% (7/117) restante correspondió a crioblación. La técnica de ablación utilizada con mayor frecuencia fue la convencional en un 85% (100/117) de los casos. Los sistemas de mapeo no fluoroscópico se utilizaron en el 15% restante. El ingreso a cavidades izquierdas se hizo en forma retroaórtica en el 62.19% (51/82) de los casos, y por transeptal en el 36.58% (30/82). Un paciente requirió acceso epicárdico (1/82).

Los catéteres no irrigados fueron lo que se utilizaron con mayor frecuencia (96/117), solo el 3% (4/117) de los pacien-

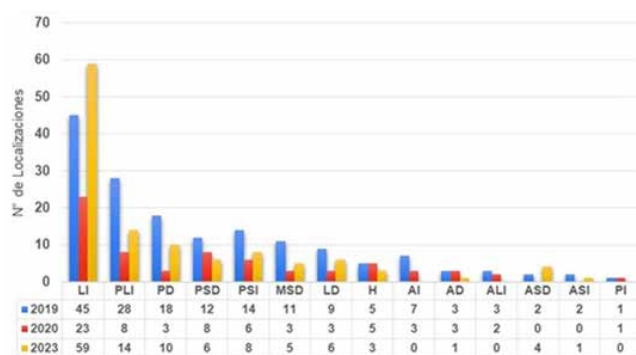


FIGURA 7.

Distribución de vías accesorias por año que se realizaron durante el registro de ablación 2019/2020 y 2023.

LI: lateral izquierda. PLI: posterolateral izquierda. PD: posterior derecha. PSD: posterosseptal derecha. PSI: posterosseptal izquierda. MSD: mediosseptal derecha. LD: lateral derecha. H: hisiana. AI: anterior izquierda. AD: anterior derecha. ALI: anterolateral izquierda. ASD: anterosseptal derecha. ASI: anterosseptal izquierda. PI: posterior izquierda.

tes utilizaron catéteres con fuerza de contacto. En el 9.4% (11/117) de los casos se utilizó ecografía vascular periférica y en el 2.6% (3/117) ecografía intracardiaca.

El éxito global de la ablación de las TRAV fue del 94.9% (93.1% en el 2019 y 89.7% en el 2020). Las complicaciones se hicieron presentes en el 4.3% de los casos (3 hematomas, 1 pseudo aneurisma y 1 trastorno de conducción (bloqueo rama derecha)). A sólo 1 paciente se le realizó ablación de 1 sustrato adicional (TRIN).

Aleteo Auricular

El AA típico (AA T) y atípico (AA AT), fue el segundo sustrato más ablacionado durante el 2023, luego de la ablación de FA. En total se realizaron 205 procedimientos, 23% del total. El AA T, Istmo dependientes, con conducción antihoraria (AA TA) fue la variante más frecuente con un 70% (144/205), y luego el AA típico con conducción horaria (AA TH) 18% (37/205) (Figura 8). La RF fue la energía utilizada en el 100% de los casos. El 95% de las ablaciones fue el primer procedimiento. La técnica convencional de ablación se utilizó en el 77% (158/205), en el 23% restante se utilizaron los sistemas de mapeo no fluoroscópicos (23 AA AT y 24 AA T). El acceso a cavidades izquierdas (Aleteo Auricular Atípico Macro reentrante en aurícula izquierda) se realizó por acceso transeptal en el 100% (14/14) de los casos.

Los catéteres más utilizados fueron los no irrigados con un 70.73% (145/205). La fuerza de contacto solo se utilizó en el 8% (16/205) de los procedimientos.

En 26 ablaciones se utilizó como guía la ecografía (5 vascular periférica, 14 intracardiaca y 7 ETE).

El éxito global de este procedimiento fue del 98% (97% en el 2019 y 93.5% en el 2020). La tasa de complicaciones fue del 2.9% (2.7% en el 2019-2020) y correspondió a 2 hematomas, 2 pseudo aneurismas y 2 trastornos de conducción. En

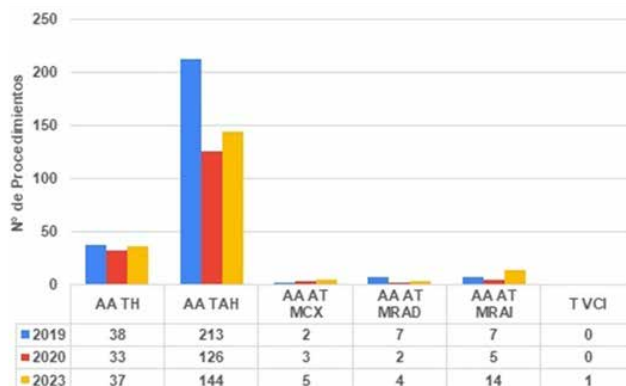


FIGURA 8.

Frecuencia de Aleteos Auriculares por año.

AA TH: Aleteo Auricular Típico Horario. AA TAH: Aleteo Auricular Típico Antihorario. AA AT MCX: Aleteo Auricular Atípico Macroreentrante por cirugía. AA AT MRAD: Aleteo Auricular Atípico Macroreentrante en Aurícula Derecha Sin Atriectomía. AA AT MRAI: Aleteo Auricular Atípico Macroreentrante en aurícula izquierda.

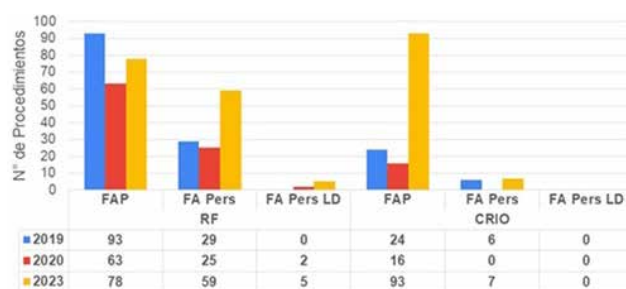


FIGURA 9.

Número de procedimientos por año, presentación clínica y energía utilizada para la ablación.

FA: Fibrilación Auricular. FAP: Fibrilación Auricular Paroxística. FAPers: Fibrilación Auricular Persistente. FAPersLD: Fibrilación Auricular Persistente de Larga Data. RF: radiofrecuencia. CRIO: crioablación.

11 pacientes se realizó ablación de sustratos adicionales (4 TRIN, 5 FA, 1 NAV y 1 TA).

Fibrilación Auricular

La ablación de FA fue el procedimiento más frecuente durante el 2023 con un total de 242 procedimientos, representando el 27% de las ablaciones. El 52.63% (10/19) de los centros realizaron ablación de este sustrato. La presentación clínica fue paroxística (FAP) en el 71% (171/242) de los casos, persistente (FAPers) en el 27% (66/242) y persistente de larga data (FAPersLD) en el 2% (5/242) restante (Figura 9). La energía más utilizada fue la RF con un 59% (142/242) y en segundo lugar la crioablación con un 41% (100/242). La crioablación se aplicó en 93 pacientes con FAP y 7 con FAPers. En el 100% de los procedimientos realizados con RF se utilizó sistemas de mapeo no fluoroscópico y catéteres irrigados, siendo el 65% con sensor y el 35% sin sensor de

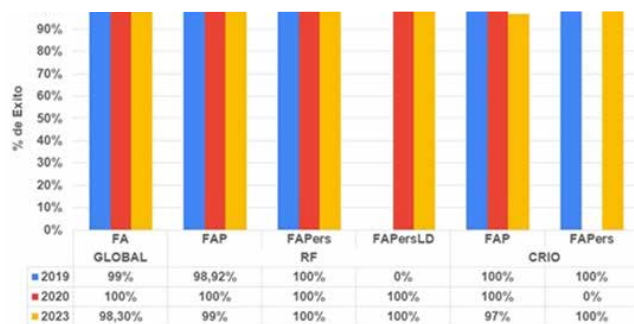


FIGURA 10

Porcentajes de éxito del procedimiento por tipo de Fibrilación Auricular, técnica y año.

FA: Fibrilación Auricular. **FAP:** Fibrilación Auricular Paroxística. **FAPers:** Fibrilación Auricular Persistente. **FAPersLD:** Fibrilación Auricular Persistente de Larga Data. **RF:** radiofrecuencia. **CRIO:** crioablación.

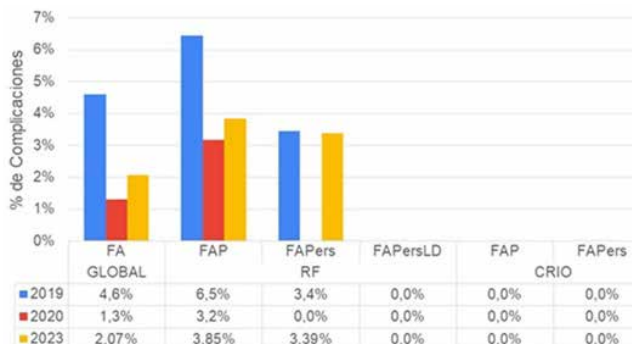


FIGURA 11

Porcentajes de complicaciones del procedimiento por tipo de Fibrilación Auricular, técnica y año.

FA: Fibrilación Auricular. **FAP:** Fibrilación Auricular Paroxística. **FAPers:** Fibrilación Auricular Persistente. **FAPersLD:** Fibrilación Auricular Persistente de Larga Data. **RF:** radiofrecuencia. **CRIO:** crioablación.

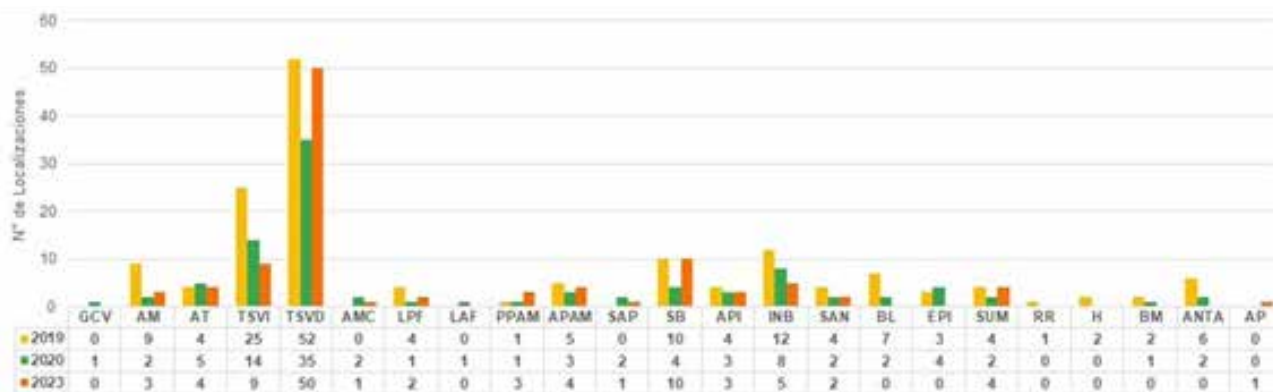


FIGURA 12

Distribución de sustratos ventriculares tratados durante el registro 2019-2020 y 2020.

GCV: gran vena cardiaca. **AM:** anillo mitral. **AT:** anillo tricuspídeo. **TSVI:** tracto de salida ventrículo izquierdo. **TSVD:** tracto de salida ventrículo derecho. **AMC:** continuidad mitroaórtica. **LPI:** fascículo posterior izquierdo. **LAF:** fascículo anterior izquierdo. **PPAM:** músculo papilar postero medial. **APAM:** músculo papilar anterolateral. **SAP:** septoapical. **SB:** septal basal. **SAN:** septal anterior. **API:** apical. **INB:** inferobasal. **ANTA:** anteroapical. **EPI:** epicárdica. **SUM:** Summit. **RR:** rama – rama. **BM:** Banda Moderadora. **H:** hisiana. **AP:** Arteria Pulmonar.

contacto. El acceso a las cavidades izquierdas fue transeptal en la totalidad de los casos. La ecografía vascular periférica se utilizó en el 22% (53/242), la ecografía intracardiaca en el 43% (104/242) y el ETE en el 7% (17/242). El 94% (228/242) fueron primer procedimiento, solo se registraron 14 reablacones. El aislamiento de venas pulmonares se llevó a cabo en el 96,69% (234/242) de los casos. En un 16% (38/242) se realizaron aplicaciones adicionales (16 box posterior, 2 línea de techo, 9 potenciales fraccionados, 6 vena cava superior y 2 vena de Marshall).

El éxito global de la ablación de FA fue del 98,3%, en la *figura 10* se puede observar el porcentaje de éxito del procedimiento según técnica, tipo de FA y año. La tasa global de complicaciones en la ablación de FA fue 2,7%, en mejoría con respecto al registro previo. Se puede observar en la *figura 11* el porcentaje de complicaciones del procedimiento según técnica, tipo de FA y año. En 30 pacientes se realizó ablación adicional de AA, 1 TA, 1 TRIN y 1 AV.

Arritmias Ventriculares

Los procedimientos de ablación de AV durante el 2023 representaron el 11% (97/894) de los casos. El 52,63% (10/19) de los centros realizaron ablación de este sustrato. Las AV se subdividieron en 4 grupos para facilitar el análisis, extrasístoles Ventriculares (EV), taquicardia ventricular no sostenida (TVNS), taquicardia ventricular sostenida (TVS) y tormenta arritmica (TAr). El 70% (68/97) de los procedimientos correspondió a EV y en segundo lugar con un 24% (23/97) a TVS. Cuatro pacientes presentaron TAr. El 72,2% (70/98) de los pacientes no presentaba patología estructural, un 19,6% (19/98) cardiopatía isquémica, un 4,1% (4/98) cardiopatía chagásica, un 2,1% (2/98) cardiopatía congénita y un 2,1% (2/98) cardiopatía arritmogénica.

Las localizaciones ablacionadas fueron: gran vena cardiaca 0% (0/102), anillo mitral 2,9% (3/102), anillo tricuspídeo 3,9% (5/102), tracto de salida VI 8,8% (9/102), tracto de salida VD 49% (49/102), continuidad mitroaórtica 1% (1/102), fascículo

posterior izquierdo 2% (2/102), fascículo anterior izquierdo 0% (0/102), PAM postero medial 2.9% (3/102), PAM antero lateral 3.9% (4/102), septoapical 1% (1/102), septobasal 9.8% (10/102), septal anterior 2% (2/97), apical 2.9% (3/102), inferobasal 4.9% (5/102), anteroapical 0% (0/102), basal lateral 0% (0/102), Arteria Pulmonar 1% (1/102), epicárdica 0% (0/102), Summit 3.9% (4/102), hisiana 0% (0/102), Banda Moderadora 0% (0/102), rama – rama 0% (0/102) (Figura 12). Cuatro centros realizaron aplicaciones en 2 focos (3 pacientes con cardiopatía isquémica y 1 sin cardiopatía), y 1 centro en 3 focos (paciente con cardiopatía congénita).

En sólo 2 pacientes con EV del TSVD y sin cardiopatía estructural se realizó ablación convencional. En el 97.9% restante de los pacientes se realizó ablación guiada por mapeo no fluoroscópico. El total de las ablaciones se realizaron con RF. El acceso endovenoso estuvo en el 100% de los pacientes, el acceso a cavidades izquierdas se realizó por abordaje transeptal en el 14.4% (14/97) y retroaórtico en el 27.8% (27/98). Un solo paciente requirió abordaje epicárdico.

Los catéteres utilizados con mayor frecuencia fueron irrigados 88% (85/97), el 59% (57/97) tenían sensor de contacto. En 37 pacientes se utilizó la ecografía intracardiaca para guiar el procedimiento, el ETE y la ecografía vascular periférica se utilizaron sólo en 1.

El éxito global de los procedimientos de ablación de AV fue del 88.65 % (86/97) en mejoría con respecto a registro previo. El éxito del procedimiento del TSVD fue del 91.83% y del TSVI 88.88% (Figura 13). Las complicaciones (taponamiento cardiaco / perforación), estuvieron presente en solo el 2.1% (2/97) de los pacientes, 1 en ablación de TSVD y otra en ablación de TSVI (Figura 14). No se realizó ablación de sustratos adicionales.

DISCUSIÓN

A pesar de haber facilitado la carga de casos mediante un formulario en línea con cualquier dispositivo, dejando atrás el criticado sistema anterior, continúa la baja participación. Este año, al igual que el anterior, no se solicitó compromiso por escrito o verbal con la carga de datos. En los últimos tiempos, la comunicación a través de distintos encuentros académicos entre los electrofisiólogos pertenecientes a las tres sociedades nos ha acercado. Este acercamiento entre colegas permitió determinar la importancia y la necesidad de tener datos propios, que reflejen la realidad de la Argentina. A pesar de lo mencionado, aún es notoria la ausencia de muchos centros y grupos en estos registros. Esto convoca a redoblar los esfuerzos para que los registros nacionales tengan cada vez más participantes y sean cada vez más representativos.

En esta nueva edición del registro de ablación con catéter se pudo observar que al igual que en otros la participación de los centros es fluctuante³. Se observó la presencia de nuevos centros y la ausencia de otros que habían participado previamente. Hubo centros que se inscribieron pero no cargaron pacientes. Estos centros, no fueron incluidos en el informe final.



FIGURA 13

Porcentajes de éxito del procedimiento del total de las arritmias ventriculares y de los TSVD y TSVI.

TSVD: tracto de salida del ventrículo derecho. TSVI: tracto de salida del ventrículo izquierdo. AV: arritmias ventriculares.



FIGURA 14

Porcentajes de complicaciones del procedimiento del total de las arritmias ventriculares y de los TSVD y TSVI.

TSVD: tracto de salida del ventrículo derecho. TSVI: tracto de salida del ventrículo izquierdo. AV: arritmias ventriculares.

La relación entre la financiación de los centros, público o privado, se mantuvo a favor de estos últimos como en el registro previo. En esta edición se presentó un mayor número de centros con navegador tridimensional, la tasa de centros sin esta tecnología bajó de 22.2% a 10,5% con respecto al registro previo. Por otra parte, la disponibilidad de crioblación aumentó en los centros de un 12.5% a un 47.36%.

Es llamativo que un menor número de centros declara disponer de ecografía intracardiaca (61.11% vs 31.5 % en el actual informe).

De un 83.33 % de centros que tenían disponibilidad de cirugía cardiovascular de soporte, ahora la tiene el 94.7%.

Mes a mes, excepto en enero de 2020, se realizaron en 2023 un número mayor de procedimientos respecto a ese año. Sin embargo 2023 fue menor en número de procedimientos con respecto a 2019, mostrando el impacto que la pandemia y la coyuntura nacional que aún influyen en esta práctica.

En la ablación de las TRAV se puede observar un retorno parcial a la técnica clásicamente utilizada. El abordaje,

ANEXO 1

Lista de centros participantes.

CIUDAD	CENTRO	RESPONSABLE DE BASE DE DATOS	JEFE DE SERVICIO
Bahía Blanca	Hospital Privado del Sur	Onetto Leonardo	Onetto Leonardo
La Plata	Hospital Interzonal General de Agudos San Martín	Monjes Enrique	Camerini Daniel
La Plata	Instituto Médico Platense	Monjes Enrique	Zabala Federico
Gran Buenos Aires	Hospital Interzonal General de Agudos Presidente Perón	Jurado Juan Carlos	Delgado Lorena
La Plata	Instituto del Diagnóstico S.A	Monjes Enrique	Medesani Luis
CABA	Clinica Adventista Belgrano	Jurado Juan Carlos	Lopez Cabanillas Nestor
Gran Buenos Aires	Sanatorio Bernal	Jurado Juan Carlos	Delgado Lorena
Posadas	Instituto de Cardiología y Cirugía Cardiovascular	Moreno Gerardo	Moreno Gerardo
Corrientes	Instituto de Cardiología de Corrientes	Reyes Gabriela	Pozzer Domingo Luis
CABA	Clínica Santa Isabel	Jurado Juan Carlos	Elencwajg Benjamín
CABA	Hospital Británico de Buenos Aires	Iván Tello Santacruz	César Cáceres Monié
CABA	Hospital Churrucá-Visca	Guzmán Juan Pablo	Díaz Uberti Pedro
Rosario	Instituto Cardiovascular de Rosario	Bravino María Florencia	Silvano Diangelo
Rosario	Hospital Privado de Rosario	Velasco Diego	Velasco Diego
Rosario	Hospital Centenario	Nannini Sebastian	Pellizzón Oscar
San Nicolás de los Arroyos	Fundación Nuestra Señora del Rosario	Trotta Omar	Telechea Trentin Juan
San Rafael	Hospital Español del Sur Mendocino - Incorsa	Cozzari Jennifer	Cozzari Jennifer
Córdoba	Instituto Oulton	Arabia Luis	Arabia Luis
General Roca	Sanatorio Juan XXII	Taquichiri Acuña Noemi	Raña Ramón

si bien depende de la localización de la vía, la experiencia del operador, la disponibilidad del material extra necesario, entre otras variables, el abordaje izquierdo por vía retroaórtica pasó de un 9,64% reportado en el anterior registro (2019-2020), a un 62,19% en 2023.

En el AA se pudo observar un incremento de la ablación en aleteos atípicos que pasó de un 6,17% a un 18%, al igual que también aumentó la tasa de utilización de navegador de un 17,55% a un 23%. Si bien es bajo, se observa un incremento del uso de catéteres con fuerza de contacto del 2,97% a un 8%.

La ablación de FA merece atención especial, ya que pasó de representar un 3,6% de las ablaciones en el registro de 2007-2009 y un 15,51% en el anterior registro (2019-2020), a convertirse en el sustrato más intervenido en el 2023, con el 27% de las ablaciones, desplazando al AA del primer lugar^{1,2}. Se realizaron en el 2023, 242 procedimientos de abla-

ción de FA, superando tanto al 2020 (106) y al 2019 (152). La críoablación está teniendo en este sustrato una mayor utilización, pasando de un 18,2% en el anterior registro a un 38,42%. También se observó una leve disminución de la tasa de éxito, siendo del 99,3% en 2019, 100% en 2020 y 98,3% en 2023. El aumento en los procedimientos de ablación de FA se observó en todas sus presentaciones; sin embargo, se observó un predominio en las formas de FAPers y FAPersLD. Se constató un incremento de ablación de FA por radiofrecuencia de 1,23 veces en su presentación paroxística, 2,36 veces en FAPers y 2,5 veces en FAPersLD. En la críoablación hubo un incremento de 5,81 veces en FAP, mientras que solo se realizaron 7 procedimientos de FAPers en 2023 contra ninguno en 2020.

Las arritmias ventriculares son quizás uno de los sustratos donde más lejos se encuentra de alcanzar el número de

casos que se reportaron antes de la pandemia. Se realizaron 93 procedimientos (11% del total) en el actual registro, igual número que en 2020, frente a 154 en 2019 (14.44%). El uso de navegador pasó de ser utilizado del 70.85% a un 97.9%. Se observó una pequeña mejoría del éxito global, con un 88.65 % en el actual registro vs 85.8% (2019-2020).

De las complicaciones que se observaron en el presente registro, si bien son pocas, se reportó un mayor número que en el 2019 y 2020. La presencia de pseudoaneurismas en procedimientos con exclusivo acceso venoso convoca a plantear estrategias que hagan más seguro el acceso vascular, como el uso de la ecografía vascular periférica. Dicha técnica se utilizó en el 9,6% de los procedimientos de ablación de TRAV y en el 2,43% de los AA.

CONCLUSIONES

Se observa una tasa de éxito global e inmediato adecuada y en superación. Siendo, del 94.71% en el registro anterior y de un 96% en 2023. Tanto la tasa de éxito global como en los diferentes sustratos son similares a los reportes multicéntricos internacionales. Excepto por la Taquicardia Auricular, se observó un aumento en el número de procedimientos en todos los sustratos en 2023 respecto al 2020. El sustrato que más crecimiento tuvo fue la Fibrilación Auricular, que creció 2,28 veces respecto a la cifra de procedimientos de 2020, con una mayor incorporación en las formas persistente y persistente de larga duración.

El presente registro realizado en 19 centros de la Argentina sobre ablación con catéter expone una importante información, cuya utilidad no sólo está en las cifras de los procedimientos y los sustratos, sino también en los cambios dinámicos que ocurren con la incorporación de técnicas y tecnologías, pero que no están exentos de recibir la influencia de los problemas sociales y económicos de la nación. A ese respecto, para 2023 se puede inferir que nos encontramos en vías de alcanzar los niveles de procedimientos previos a la pandemia. La continuidad sistemática de realizar este relevamiento con futuros registros es fundamental para evaluar los resultados y la dirección del trabajo en la ablación de las arritmias con catéter.

BIBLIOGRAFIA

1. Trotta O, Tello Santacruz I, Valentino M, et al. Registro Multicéntrico de Ablación con catéter en Argentina. *Rev Fed Arg Cardiol* **2023**; 52: 147 – 155.
2. Gant Lopez J, Labadet C, González JL, et al. Primer Registro Argentino De Ablación Con Catéter. *Rev Argent Cardiol* **2011**; 79: 117 - 124.
3. Anguera I, Cano Pérez Ó, Bazán V; Spanish catheter ablation registry collaborators. Spanish catheter ablation registry. 21st official report of the Heart Rhythm Association of the Spanish Society of Cardiology (2021). *Rev Esp Cardiol (Engl Ed)* **2022**; 75: 1029 -1039.
4. Rojel Martinez U, Llorente J, López Cabanillas N, et al; "II LAHRS EP Registry" investigators. The second Latin American catheter ablation registry ("II LAHRS EP registry"). *J Interv Card Electrophysiol* **2024**. doi: 10.1007/s10840-024-01942-4.

Artículo Original de Investigación

Prediciendo la rigidez arterial con perceptrón multicapa; un enfoque basado en datos clínicos

Predicting arterial stiffness with multilayer perceptron; a clinical data-driven approach

Alberto Guevara Tirado

Universidad Científica del Sur, Lima, Perú.

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Recibido el 18 de Octubre de 2025

Aceptado después de revisión

el 28 de Enero de 2025

www.revistafac.org.ar

El autor declara no tener
conflicto de intereses

Palabras clave:

Rigidez vascular;
índice vascular cardio-tobillo;
pruebas hematológicas;
análisis de datos secundarios;
redes neurales de la computación.

Keywords:

Vascular stiffness;
cardio ankle vascular index;
blood tests;
secondary data analysis;
neural networks, computer.

RESUMEN

Introducción: la rigidez arterial es la disminución de la elasticidad de las arterias, principalmente de gran calibre.

Objetivo: predecir la presencia o ausencia de rigidez arterial a través de exámenes de atención primaria mediante perceptron multicapa.

Materiales y método: estudio analítico y transversal de una base de datos secundaria conformada por 801 pacientes sometidos a determinación del índice vascular cardio-tobillo(CAVI) mediante detector de arteriosclerosis. Las variables dependientes fueron CAVI izquierdo (LCAVI), derecho (RCAVI). Las variables independientes fueron 11 pruebas obtenidas mediante historia clínica. Se utilizó redes neuronales tipo perceptrón multicapa, del cual se evaluó la tabla de clasificación, la capacidad predictiva, y pruebas diagnósticas.

Resultados: para LCAVI, el modelo tuvo un área bajo la curva (AUC) de 0,878. Para RCAVI, el AUC fue 0,869. La prueba del modelo tuvo un porcentaje de pronósticos correctos para CAVI ≥ 9 de 70,70% y 67,10% para LCAVI y RCAVI, respectivamente. Para CAVI < 9 fue de 91,60% para LCAVI y 94,60% para RCAVI. La concordancia entre la presencia y ausencia de rigidez arterial de la prueba CAVI del detector de arteriosclerosis, y la CAVI obtenida mediante perceptrón multicapa fue moderada para LCAVI (K=0,579) y RCAVI (K=0,587). Los valores de especificidad fueron 92% y 93% para LCAVI y RCAVI, respectivamente. El valor predictivo negativo fue 88% para LCAVI y 89% para RCAVI.

Conclusiones: la red neuronal tipo perceptron multicapa, basada en exámenes de atención primaria, tuvo un alto valor predictivo de LCAVI y RCAVI para excluir la presencia de rigidez arterial.

Predicting arterial stiffness with multilayer perceptron; a clinical data-driven approach

ABSTRACT

Introduction: arterial stiffness is a decrease in the elasticity of the arteries, mainly those of large caliber.

Objective: to predict the presence or absence of arterial stiffness through primary care examinations using multilayer perceptron.

Materials and methods: analytical and cross-sectional study of a secondary database made up of 801 patients undergoing estimation of cardio-ankle vascular index (CAVI) using an atherosclerosis detector. The dependent variables were left CAVI (LCAVI), right CAVI (RCAVI). The independent variables were 11 tests obtained through clinical history. Multilayer perceptron-type neural networks were used, from which the classification table, predictive capacity, and diagnostic tests were evaluated.

Results: for LCAVI, the model had an area under the curve (AUC) of 0.878. For RCAVI, the AUC was 0.869. The model test had a percentage of correct predictions for CAVI ≥ 9 of 70.70% and 67.10% for LCAVI and RCAVI, respectively. For CAVI < 9 it was 91.60% for LCAVI and 94.60% for RCAVI. The correlation between the presence and absence of arterial stiffness of the CAVI test of the atherosclerosis detector, and the CAVI obtained by multilayer perceptron was moderate for LCAVI (K = 0.579) and RCAVI (K = 0.587). Specificity values were 92% and 93% for LCAVI and RCAVI, respectively. The negative predictive value was 88% for LCAVI and 89% for RCAVI.

Conclusions: the multilayer perceptron-type neural network, based on primary care examinations, had a high predictive value for LCAVI and RCAVI to exclude the presence of arterial stiffness.

INTRODUCCIÓN

La rigidez arterial es un proceso natural asociado al envejecimiento biológico, acelerado por la inflamación producida en el contexto de la arteriosclerosis, determinado por mecanismos comunes que incluyen una relación elastina/colágeno reducida, producción de enlaces cruzados de elastina, inflamación inducida por especies reactivas de oxígeno, calcificación, rigidez de las células del músculo liso vascular y disfunción endotelial^{1,2}. El envejecimiento ocasiona cambios degenerativos que cursan con un desgaste contráctil de la elastina ubicada en la túnica media debido a ciclos repetitivos de estrés mecánico, e incremento y transformaciones de proteínas de colágeno arterial generadas para compensar la pérdida de elastina, así como la reticulación colágena debido a productos finales de glicación avanzada³. El aumento de la rigidez arterial se asocia a un mayor riesgo de enfermedad cardiovascular (hipertensión, infarto de miocardio, insuficiencia cardíaca, accidente cerebrovascular), las cuales son la primera causa de muerte a nivel mundial, con más de 20 millones de muertes anuales⁴.

La determinación de la rigidez arterial se puede realizar con el índice vascular cardio-tobillo (CAVI), el cual mide la rigidez arterial directamente, no es invasivo, y con alto valor para predecir morbilidad cardiovascular, sobre todo en adultos mayores de 60 años⁵. Deriva de la ecuación de Bramwell-Hill e introduce el parámetro de rigidez β , que representa la dilatabilidad arterial, la cual se correlaciona con los cambios en el diámetro arterial durante la sístole y diástole⁶. El CAVI puede ser obtenido con dispositivos electrónicos llamados “detectores de arteriosclerosis” que miden la presión arterial en brazos y tobillos, realizan un electrocardiograma, fonocardiogramas y determinan las ondas de pulso.

La medición del CAVI generalmente se reserva para pacientes con factores de elevado riesgo de morbilidad cardiovascular y cerebrovascular⁷. El dispositivo de medición de rigidez arterial no es utilizado como un instrumento de medición regular en la población general que asiste a consultas de atención primaria y de cardiología, sin embargo, esta población puede beneficiarse desde un punto de vista preventivo y de seguimiento si conociera si presenta o no rigidez arterial y, por tanto, un riesgo de enfermedad circulatoria.

En ese sentido, datos consignados en la historia clínica, resultados de laboratorio y hemodinámicos realizados de forma rutinaria, podrían estar relacionados directa o indirectamente con el CAVI y podrían servir como un instrumento indirecto para la estimación de la rigidez arterial que llegue a un mayor número de pacientes. Por ello, el objetivo de esta investigación fue predecir la presencia o ausencia de rigidez arterial a través de exámenes de atención primaria mediante perceptrón multicapa.

MATERIAL Y MÉTODO

Diseño y población de estudio

Estudio analítico y de corte transversal proveniente de datos secundarios del repositorio *Harvard Dataverse* (ver

consideraciones éticas), consistente en adultos que se sometieron a una tomografía de tórax sin contraste y a una medición de la elasticidad arterial entre marzo de 2018 a octubre de 2019.

La base de datos estuvo conformada por un total de 801 adultos desde los 18 años sometidos a tomografía de tórax, de los cuales se examinó a 791 para LCAVI, y 786 para RCAVI. Los autores de la base de datos original refirieron que está conformado por personas que carecen de anomalías arteriales significativas o enfermedades que pueden afectar gravemente la estructura de las arterias, siendo las siguientes: antecedentes de revascularización aórtica, reemplazo o implantación de stent; síndromes genéticos identificados o sospechados asociados con aneurismas y disecciones aórticas torácicas (síndrome de Marfan; síndrome de Turner); variación congénita en una rama completa o importante de la aorta en adultos (arteria subclavia derecha anormal, coartación aórtica); enfermedades inflamatorias asociadas con la enfermedad en aorta torácica; síndrome arterial agudo (incluida disección aórtica y hematoma intramural); aneurismas aórticos; insuficiencia grave del volumen sanguíneo y hemodinámica inestable; insuficiencia cardíaca grave con fracción de eyección baja; pacientes en hemodiálisis. Se utilizó el total de la población de la base de datos, por tanto, no hubo técnica de muestreo o aleatorización. Las características de la población se encuentran en la *tabla 1*.

Variables y mediciones

La variable dependiente fue el Índice Vascular Cardio Tobillo, con siglas CAVI (cardio ankle vascular index), derecho (right; RCAVI) e izquierdo (left; LCAVI), la cual es una prueba que mide el grado de rigidez arterial, fue una variable cualitativa dicotómica dividida en ≥ 9 , que corresponde a los valores de rigidez arterial, y < 9 que corresponde a valores de ausencia de rigidez y prerigidez arterial. Según refieren los autores de la base de datos, el CAVI fue obtenido con un detector de arteriosclerosis VS-1000. Antes de realizar la medición, el paciente reposó 15 minutos, posteriormente se midió el CAVI en posición supina. El dispositivo también registró la presión arterial, electrocardiograma, fonocardiograma y ondas de pulso, calculando automáticamente el CAVI en los lados izquierdo y derecho.

Las variables independientes fueron 11 exámenes de laboratorio realizados como parte de la evaluación del paciente. Las variables continuas fueron la edad (en años), índice de masa corporal (IMC), creatinina (en mg/dL), alanina aminotransferasa (ALT, en U/mL), aspartato aminotransferasa (AST, en U/mL), presión arterial sistólica y diastólica (en mmHg), colesterol (en mg/dL), triglicéridos (en mg/dL), calcio (en mg/dL) y fósforo (en mg/dL). Estos resultados fueron obtenidos a partir de la historia clínica.

Análisis estadístico

Se utilizaron tablas para la estadística descriptiva, obteniendo frecuencias absolutas, relativas y desviación estándar. Se utilizó redes neuronales tipo perceptrón multicapa.

TABLA 1.

Características de la población de la base de datos

Variable	Valor	n	Porcentaje	
LCAVI	≥ 9	204	25,50	
	<9	587	73,30	
RCAVI	≥ 9	209	26,10	
	<9	577	72	
Grupo etario	18-48	196	24,50	
	49-54	177	22,10	
	55-66	216	27	
	>66	212	26,50	
Fumador	No	536	66,90	
	Si	265	33,10	
Bebe alcohol actualmente	No	574	71,70	
	Si	227	28,30	
HTA	Si	513	64	
	No	288	36	
DM2	Si	177	22,10	
	No	624	77,90	
Coronariopatía	No	646	80,60	
	Si	155	19,40	
Enfermedad pulmonar crónica*	No	772	96,40	
	Si	29	3,60	
	Mínimo	Máximo	Media	DS
IMC (kg/m2)	15,30	40,20	24,55	3,30
PAS (mmHg)	91	2230	148,48	20,45
PAD (mmHg)	52	118	79,30	10,27
LCAVI	3,19	14,86	8,150	1,41
RCAVI	3,24	16,95	8,22	1,46
ALT (U/mL)	10	599	27,60	30,5
AST (U/mL)	11	444	24,57	21,01

LCAVI: índice vascular cardio-tobillo izquierdo; RCAVI: índice vascular cardio-tobillo derecho; HTA: hipertensión arterial (presión sistólica ≥140 mmHg); DM2: diabetes mellitus tipo 2; Enfermedad pulmonar crónica incluyó asma, fibrosis quística, bronquitis crónica, enfisema bulloso, atelectasia, enfermedad pulmonar obstructiva crónica; PAS: presión arterial sistólica; PAD: presión arterial diastólica; ALT: alanina aminotransferasa; AST: aspartato aminotransferasa; DS: desviación estándar

El perceptrón multicapa es una red neuronal artificial conformada por varias capas de unidades o neuronas interconectadas, análogas a las neuronas biológicas. Cada neurona de las capas ocultas y de salida posee una función de activación no lineal, permitiéndole al perceptrón modelar relaciones complejas⁸. Puede ejecutar tareas de clasificación, predicción, regresión y, mediante retropropagación, aprende a partir de datos etiquetados, ajustando los pesos de las conexiones durante el entrenamiento⁹. La red neuronal fue empleada para predecir la presencia o ausencia de rigidez arterial (CAVI ≥ 9), por medio de las evaluaciones consigna-

das en la historia clínica (edad, IMC, creatinina, ALT, AST, PAS, PAD, colesterol, triglicéridos, calcio y fósforo, lo cual fue realizado a nivel derecho (RCAVI) e izquierdo (LCAVI). La ruta para desarrollar la red neuronal fue, en el programa SPSS statistics 25, la siguiente: analizar→redes neuronales→perceptrón multicapa, donde se colocó la variable dependiente (CAVI) y las covariables correspondientes a las variables independiente. Los hiperparámetros fueron seleccionados automáticamente por el programa.

Los resultados del perceptrón incluyeron el área bajo la curva (AUC), el cual evalúa la eficiencia predictiva del modelo de red neuronal, y que considera los valores entre 0,6 a 0,7 como un modelo pobre, 0,7 a 0,8 como un modelo aceptable, 0,8 a 0,9 como un buen modelo, y mayor a 0,9 como un modelo sobresaliente¹⁰. También se incluyó una tabla de clasificación de pronósticos correctos, en la cual se puede determinar el porcentaje de casos correctamente predichos para valores de CAVI ≥ 9 y < 9. También, se realizaron pruebas diagnósticas de sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y negativo entre el total de valores de CAVI predichos por el perceptrón multicapa y los valores de CAVI obtenidos a partir del detector de arteriosclerosis.

El procesamiento y análisis de datos, incluido el modelado de la red neuronal, se realizó con el programa SPSS statistics 25TM.

Consideraciones éticas

La base de datos provino del repositorio de datos abierto de *Harvard Dataverse*, de acceso abierto con licencia *Creative Commons Zero (CC0)*, por lo que no se requirió de autorizaciones de uso o comités de ética debido a que la investigación se desarrolló en base a una fuente secundaria, así como el carácter reservado de la información personal de la unidad de análisis (los encuestados). Se respetó lo establecido en las normas de Helsinki.

La base de datos está disponible en el siguiente enlace: <https://dataverse.harvard.edu/dataset.xhtml?persistentId=doi:10.7910/DVN/C0YY9I>

Las especificaciones de la base de datos se encuentran en el siguiente enlace: <https://doi.org/10.3389/2Ffcvm.2021.737161>

RESULTADOS

Para la predicción de LCAVI, el entrenamiento fue realizada con 564 pacientes, la prueba fue con 224. Para RCAVI el entrenamiento fue con 547 y la prueba con 236. Para LCAVI, el porcentaje de pronósticos incorrectos fueron de 15,80% y 13,80% en el entrenamiento y prueba, respectivamente. Para RCAVI, el porcentaje de pronósticos incorrectos fue de 15,90% en el entrenamiento y de 13,60% en la prueba (Tabla 2).

La red neuronal para predicción de presencia o ausencia de rigidez arterial izquierdo (LCAVI), estuvo conformada por 3 capas, siendo una capa de entrada con 11 unidades, una capa oculta con 9 unidades, y una capa de salida con 2 unidades, con función de activación capa oculta tipo tangente hiperbólica y función de activación de capa de salida

TABLA 2.

Resumen del modelo de red neuronal tipo perceptrón multicapa para predicción de presencia o ausencia de rigidez arterial según LCAVI y RCAVI

		LCAVI	RCAVI
	Entrenamiento	564 (71,60%)	547 (69,90%)
	Prueba	224 (28,40%)	236 (30,10%)
Entrenamiento	Porcentaje de pronósticos incorrectos	15.80%	15.90%
	Regla de parada utilizada	1 paso consecutivo sin disminución del error	1 paso consecutivo sin disminución del error
	Tiempo de entrenamiento	00:00.1	00:00.1
Pruebas	Porcentaje de pronósticos incorrectos	13.80%	13.60%
	Área bajo la curva	0,878	0,869

tipo identidad. El área bajo la curva fue 0,878, lo que indica que una buena capacidad predictiva del modelo (*Figura 1*).

La red neuronal para predicción de presencia o ausencia de rigidez arterial derecho (RCAVI), estuvo conformada por 3 capas, siendo una capa de entrada con 11 unidades, una capa oculta con 7 unidades, y una capa de salida con 2 unidades, con función de activación capa oculta tipo tangente hiperbólica y función de activación de capa de salida tipo identidad. El área bajo la curva fue 0,869, lo que indica que una buena capacidad predictiva del modelo (*Figura 2*).

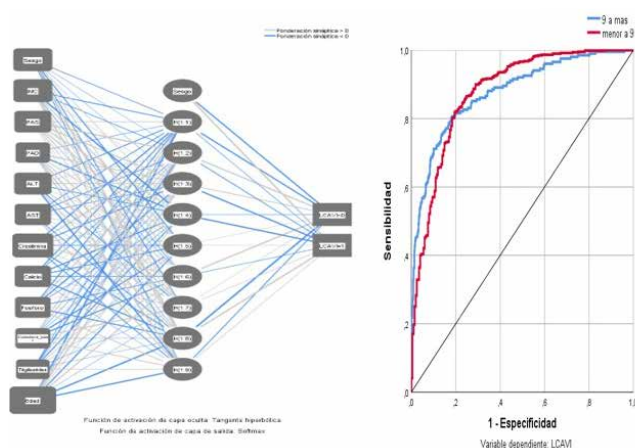
El porcentaje de pronósticos correctos para CAVI < 9 fue elevado en el entrenamiento y prueba de la red neuronal. La prueba tuvo un porcentaje de pronósticos correctos para CAVI ≥ 9 de 70,70% y 67,10% para LCAVI y RCAVI, respectivamente. Para CAVI < 9 fue de 91,60% para LCAVI y 94,60% para RCAVI (*Tabla 3*).

La concordancia entre la presencia y ausencia de rigidez arterial de la prueba CAVI del detector de arteriosclerosis, y la CAVI obtenida mediante perceptrón multicapa fue moderada para LCAVI (K=0,579) y RCAVI (K=0,587). Hubo altos

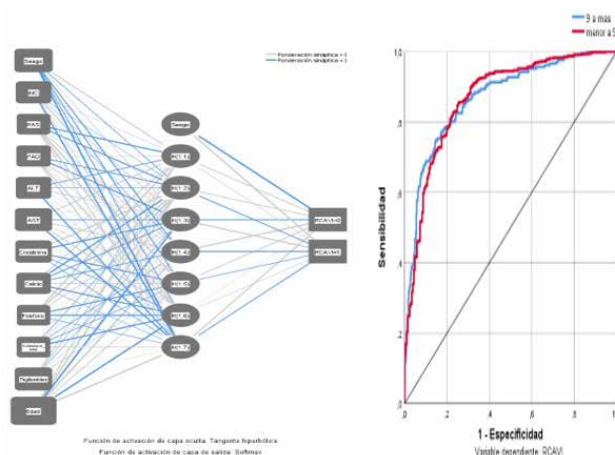
valores de especificidad, siendo de 92% y 93% para LCAVI y RCAVI, respectivamente, y alto valor predictivo negativo, siendo 88% para LCAVI y 89% para RCAVI (*Tabla 4*).

DISCUSIÓN

Las variables introducidas en el perceptrón multicapa para predecir la rigidez arterial mediante el índice CAVI, además de la elevada concordancia en la prueba Kappa de Cohen, tuvieron un alto porcentaje de pronósticos correctos para detectar casos donde el índice CAVI fue menor a 9, así como altos niveles de especificidad y valor predictivo negativo, lo que indica que esta red neuronal fue muy confiable para descartar la presencia de rigidez arterial. Además, el área bajo la curva fue de 0,878 y 0,869 para LCAVI y RCAVI, respectivamente, lo que indica un buen rendimiento del modelo de clasificación. Estos resultados permiten inferir que es factible crear modelos analíticos basados en datos clínicos históricos que mejoran el rendimiento del perceptrón multicapa mediante el entrenamiento de la red neuronal para la estimación cualitativa de la rigidez arterial,

**FIGURA 1**

Estructura de red neuronal tipo perceptrón multicapa y área bajo la curva para exámenes de atención primaria predictores de presencia o ausencia de rigidez arterial de lado izquierdo

**FIGURA 2**

Estructura de red neuronal tipo perceptrón multicapa y área bajo la curva para exámenes de atención primaria predictores de presencia o ausencia de rigidez arterial de lado derecho

TABLA 3.

Tabla de clasificación de pronósticos correctos para presencia o ausencia de rigidez arterial (CAVI) a través de exámenes de atención primaria mediante perceptrón multicapa

		LCAVI			RCAVI		
		Pronosticado			Pronosticado		
Muestra		≥9	<9	Porcentaje correcto	≥9	<9	Porcentaje correcto
Entrenamiento	≥9	85	58	59.40%	83	53	61.00%
	<9	31	390	92.60%	34	377	91.70%
	Porcentaje global	20.60%	79.40%	84.20%	21.40%	78.60%	84.10%
Pruebas	≥9	41	17	70.70%	47	23	67.10%
	<9	14	152	91.60%	9	157	94.60%
	Porcentaje global	24.60%	75.40%	86.20%	23.70%	76.30%	86.40%

TABLA 4.

Sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo, negativo y concordancia entre presencia o ausencia de rigidez arterial según CAVI obtenido a través de exámenes de atención primaria mediante perceptrón multicapa

	LCAVI		RCAVI	
	Valor	IC95%	Valor	IC95%
S	0,63	0,56-0,69	0,64	0,57-0,70
E	0,92	0,90-0,94	0,93	0,90-0,95
VP+	0,74	0,67-0,80	0,75	0,69-0,82
VP-	0,88	0,85-0,90	0,89	0,85-0,90
K	0,579		0,587	

S: sensibilidad; E: especificidad; VP+: valor predictivo positivo; VP-: valor predictivo negativo; K: coeficiente Kappa de Cohen

con capacidades similares a la prueba con detector de arteriosclerosis en lo que respecta a la capacidad para descartar rigidez arterial.

Estudios recientes han explorado la posibilidad de estimar la rigidez arterial. Park y Shin, desarrollaron una red neuronal artificial para predecir el envejecimiento vascular, utilizando como variables predictoras datos de descomposición de la forma de onda del fotopletoxiograma¹¹. Li et al, desarrollaron una red neuronal para determinar ondas de pulso basado en antecedentes de enfermedad cardiovascular y parámetros fisiológicos¹². Hsiu et al, emplearon el perceptrón multicapa para predecir el envejecimiento arterial empleando señales de pulso radial¹³. Si bien los estudios previos han empleado redes neurales de información, este es probablemente el primer estudio que evalúa el cruzamiento de datos de historia clínica para evaluar la presencia o ausencia de rigidez arterial. Los resultados obtenidos en base a las variables predictoras se basan en la relación que tienen con la rigidez arterial desde una perspectiva fisiopatológica.

La edad influye en la rigidez arterial debido al endurecimiento de las paredes arteriales, que pierden elasticidad.

Las pulsaciones constantes, con el paso del tiempo, causan fatiga y fractura de las fibras de elastina, aumenta la calcificación vascular y disfunción endotelial¹⁴. El IMC se ha relacionado con la rigidez arterial debido a que el aumento de tejido adiposo causa disfunción de células adiposas vasculares, endoteliales, inmunes, con interacciones neurohormonales que incluyen insulina, sistema renina-angiotensina-aldosterona, sistema simpático, entre otros¹⁵. La creatinina, proveniente del catabolismo muscular, cuyas elevaciones séricas se relacionan a una función renal inadecuada y, en consecuencia hipertensión, se ha asociado en un estudio a un mayor riesgo de enfermedad cerebrovascular tras 10 años de seguimiento¹⁶.

Las aminotransferasas, que son marcadores inflamatorios, se han asociado a rigidez arterial en estudios observacionales, incluyendo adultos jóvenes^{17,18}. Los lípidos, como el colesterol y triglicéridos, están fuertemente asociados a la rigidez arterial, ya que son componentes de depósito en la capa íntima de la pared arterial¹⁹. El calcio sérico se ha relacionado directamente con la rigidez arterial como parte del proceso de aterosclerosis, observándose que incrementa el riesgo de enfermedad cardiovascular a 10 años calculado por la puntuación de riesgo de Framingham²⁰. El fósforo tuvo un bajo valor predictivo en la red neuronal, sin embargo un estudio lo ha relacionado con la rigidez arterial relacionada al índice tobillo-brazo, y con enfermedad cardiovascular en sujetos sanos, y se ha observado in vitro que induce la transformación fenotípica de células musculares lisas aórticas humanas a células similares a osteoblastos²¹.

Los exámenes incluidos en la red neuronal son utilizados frecuentemente en consultas médicas de atención primaria y especializada, por lo que, debido a su alta especificidad y valor predictivo negativo, así como por sus altos porcentajes de pronósticos correctos en valores de CAVI menor a 9 en la tabla de clasificación, podría ser un medio para determinar la ausencia de rigidez arterial en pacientes que acuden a consultas médicas, así como en campañas de salud, por lo que el uso del perceptrón multicapa podría ser

una herramienta para la generalización de la determinación de la presencia o ausencia de rigidez arterial basado en el CAVI obtenido mediante redes neuronales.

Las limitaciones de esta investigación fueron el origen de la fuente de información, que provino de una base de datos secundaria, con la posibilidad de la existencia de sesgos de información y clasificación. Según la tabla de clasificación, esta red neuronal tuvo un bajo porcentaje de pronósticos correctos para detectar $\text{CAVI} \geq 9$, así como una baja sensibilidad y valores predictivos positivos de 75%, por lo que es preferible como un instrumento para excluir la presencia de rigidez arterial, así como para tamizajes iniciales, reduciendo la necesidad de pruebas adicionales en casos innecesarios. Asimismo, esta red neuronal careció de variables que podrían haber ayudado a que posea mayor capacidad de predicción, como la glucosa, LDL, HDL, VLDL, circunferencia de cintura, entre otros, por lo que se sugiere que futuras investigaciones incluyan posibles predictores que no pudieron obtenerse en esta investigación debido a que no estaban disponibles en la base de datos secundaria.

En conclusión, la red neuronal tipo perceptrón multicapa, basada en exámenes de atención primaria, tuvo un alto valor predictivo de LCAVI y RCAVI para excluir la presencia de rigidez arterial.

BIBLIOGRAFÍA

1. Renna N, Forte E, Giménez S, et al. La inflamación como foco terapéutico en el continuo cardiovascular. *Rev Fed Arg Cardiol* **2024**; 53: 5 - 12.
2. Lacolley P, Regnault V, Laurent S. Mechanisms of arterial stiffening: From mechanotransduction to epigenetics. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* **2020**; 40: 1055 - 1062.
3. O'Rourke MF, Hashimoto J. Mechanical factors in arterial aging: a clinical perspective. *J Am Coll Cardiol* **2007**; 50: 1 - 13.
4. Di Cesare M, Perel P, Taylor S, et al. The heart of the world. *Glob Heart* **2024**; 19: 11.
5. Bäck M, Topouchian J, Labat C, et al. Cardio-ankle vascular index for predicting cardiovascular morbimortality and determinants for its progression in the prospective advanced approach to arterial stiffness (TRIPLE-A-Stiffness) study. *EBioMedicine* **2024**; 103: 105107.
6. Namba T, Masaki N, Takase B, et al. Arterial stiffness assessed by cardio-ankle vascular index. *Int J Mol Sci* **2019**; 20: 3664.
7. Hu H, Cui H, Han W, et al. A cutoff point for arterial stiffness using the cardio-ankle vascular index based on carotid arteriosclerosis. *Hypertens Res* **2013**; 36: 334 - 341.
8. Dutta S. Multi-Layer Perceptron and backpropagation: A deep dive [Internet]. **2024**. Disponible en https://medium.com/@sanjay_dutta/multi-layer-perceptron-and-backpropagation-a-deep-dive-8438cc8bcae6
9. Kan **2017** Lecturer: Andrey. COMP90051 Statistical Machine Learning. Backpropagation. Disponible en https://trevorcohn.github.io/comp90051-2017/slides/07_backpropagation.pdf
10. Nahm FS. Receiver operating characteristic curve: overview and practical use for clinicians. *Korean J Anesthesiol* **2022**; 75: 25 - 36.
11. Park J, Shin H. Vascular aging estimation based on artificial neural network using photoplethysmogram waveform decomposition: Retrospective cohort study. *JMIR Med Inform* **2022**; 10: e33439.
12. Li G, Watanabe K, Anzai H, et al. Pulse-wave-pattern classification with a convolutional neural network. *Sci Rep* **2019**; 9: 14930.
13. Hsiu H, Liu J-C, Yang CJ, et al. Discrimination of vascular aging using the arterial pulse spectrum and machine-learning analysis. *Microvasc Res* **2022**; 139: 104240.
14. Lee HY, Oh BH. Aging and arterial stiffness. *Circ J* **2010**; 74: 2257 - 2262.
15. Aroor AR, Jia G, Sowers JR. Cellular mechanisms underlying obesity-induced arterial stiffness. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* **2018**; 314: R387 - R398.
16. Chen X, Jin H, Wang D, et al. Serum creatinine levels, traditional cardiovascular risk factors and 10-year cardiovascular risk in Chinese patients with hypertension. *Front Endocrinol (Lausanne)* **2023**; 14: 1140093.
17. Liu Y, Zhao P, Cheng M, et al. AST to ALT ratio and arterial stiffness in non-fatty liver Japanese population: a secondary analysis based on a cross-sectional study. *Lipids Health Dis* **2018**; 17: 275.
18. Borisov E, Alexandrova A, Sorokina A, et al. The relationship of serum alanine aminotransferase to arterial stiffness in young healthy adults. *J Hypertens* **2019**; 37: e167.
19. Baba M, Maris M, Jianu D, et al. The impact of the blood lipids levels on arterial stiffness. *J Cardiovasc Dev Dis* **2023**; 10: 127.
20. Park B, Lee -J. Borderline high serum calcium levels are associated with arterial stiffness and 10-year cardiovascular disease risk determined by Framingham risk score. *J Clin Hypertens (Greenwich)* **2019**; 21: 668 - 673.
21. Ix JH, De Boer IH, Peralta CA, et al. Serum phosphorus concentrations and arterial stiffness among individuals with normal kidney function to moderate kidney disease in MESA. *Clin J Am Soc Nephrol* **2009**; 4: 609 - 615.

Toma de posición

Toma de posición conjunta sobre ecocardiografía e inteligencia artificial

Joint opinion document on echocardiography and artificial intelligence

Guillermo Aristimuño¹, Jorge Parras¹, José Picco², Santiago Vigo³, Jesica Aranda⁴, Griselda Doxastakis⁵, Augusto José Lépori⁶. Revisión: Aldo Prado⁷; revisión y aporte de imágenes: Roberto Lang⁸ †.

Comité de Ecocardiografía. Comité de Innovación Tecnológica.

1 Presidente del Comité de Innovación Tecnológica FAC. Instituto de Cardiología de Corrientes (Corrientes, Corrientes). 2 Instituto de Cardiología y Medicina del Deporte Wolff (Mendoza, Mendoza). 3 Sanatorio Allende (Córdoba, Córdoba). 4 Sanatorio Delta (Rosario, Santa Fe). 5 Instituto de Cardiología y Cirugía Cardiovascular (Posadas, Misiones). 6 Presidente del Comité de Ecocardiografía FAC. Instituto de Cardiología y Cirugía Cardiovascular (Posadas, Misiones). 7 Centro Privado de Cardiología (San Miguel de Tucumán, Tucumán). 8 Laboratorio de Imágenes Cardíacas No Invasivas University of Chicago Medicine (Chicago, EE. UU.).

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Recibido el 25 de Marzo de 2025

Aceptado después de revisión

el 24 de Abril de 2025

www.revistafac.org.ar

Los autores declaran no tener
conflicto de intereses

Palabras clave:

Inteligencia artificial,
ecocardiografía,
aprendizaje automático,
aprendizaje profundo.

Keywords:

Artificial intelligence,
echocardiography,
machine learning,
deep learning.

ABREVIATURAS:

IA: inteligencia artificial
ML: machine learning
DL: deep learning
FE: fracción de eyección

RESUMEN

La ecocardiografía es una herramienta clave en la evaluación cardíaca, pero enfrenta desafíos como la subjetividad en la interpretación y la dependencia de la calidad de las imágenes. La IA, a través de técnicas como el machine learning y el deep learning, permite la automatización de procesos como la adquisición de imágenes, la cuantificación de parámetros (fracción de eyección, volúmenes ventriculares) y la sospecha de patologías (miocardiopatía hipertrófica, amiloidosis cardíaca). Además, la IA facilita la educación médica mediante simuladores que ofrecen retroalimentación en tiempo real. A pesar de sus ventajas, persisten desafíos como la falta de transparencia en los algoritmos ("caja negra"), la necesidad de validación externa y la dependencia de la calidad de las imágenes. En conclusión, la IA no reemplazará al ecocardiografista, pero se convertirá en una herramienta indispensable para optimizar el diagnóstico y la toma de decisiones clínicas.

Joint opinion document on echocardiography and artificial intelligence

ABSTRACT

Echocardiography is a key tool in cardiac assessment but faces challenges such as subjectivity in interpretation and dependence on image quality. AI, through techniques like machine learning and deep learning, enables the automation of processes such as image acquisition, quantification of parameters (ejection fraction, ventricular volumes), and suspicion of pathologies (hypertrophic cardiomyopathy, cardiac amyloidosis). Additionally, AI facilitates medical education through simulations that provide real-time feedback. Despite its advantages, challenges remain, including the lack of transparency in algorithms ("black box"), the need for external validation, and dependence on image quality. In conclusion, AI will not replace echocardiographers but will become an indispensable tool for optimizing diagnosis and clinical decision-making.

INTRODUCCIÓN

Día a día se generan más datos en la práctica médica: monitores de telemetría, estudios complementarios de imágenes, historias clínicas y recetas electrónicas. Sin embargo, la capacidad del cerebro para interpretar toda esta información es limitada, lo que obliga a recurrir cada vez más al apoyo de nuevas tecnologías. En este contexto, la inteligencia artificial (IA) se presenta como una herramienta esencial que, aunque su desarrollo parece avanzado, la interacción entre los seres humanos y la IA está aún en sus primeras etapas¹.

La ecocardiografía Doppler es una herramienta fundamental en la práctica clínica cardiovascular, utilizada para la evaluación estructural y funcional del corazón

TABLA 1.

Desafíos actuales. Reproducido y traducido bajo autorización de Dr. Roberto Lang. University of Chicago Medicine



FIGURA 1.

Utilidad de la IA en salud. Reproducido y traducido bajo autorización de Dr. Roberto Lang. University of Chicago Medicine

en tiempo real. Una de sus principales limitaciones es la variabilidad inter e intraobservador, la dependencia de la calidad de la imagen obtenida, así como el tiempo que demanda la realización de numerosas mediciones y cálculos (Tabla 1). En este sentido, la IA amplía la capacidad para procesar grandes volúmenes de información y se posiciona como una herramienta clave para reducir la variabilidad en la interpretación y optimizar la precisión diagnóstica de la evaluación (Figura 1).

La IA tiene diferentes ramas, siendo las principales en ecocardiografía las siguientes:

- **Machine learning (ML):** permite a las computadoras aprender de grandes volúmenes de datos, donde los expertos humanos determinan el conjunto de características para comprender las diferencias entre las entradas de datos. A través de algoritmos matemáticos, identifica pa-

trrones, reconoce tendencias y mejora su rendimiento con el tiempo, facilitando la automatización de procesos complejos, por ejemplo, la interpretación de imágenes. Los modelos de *machine learning* se dividen en tres categorías principales: ML supervisado (utiliza conjuntos de datos etiquetados para entrenar algoritmos que clasifiquen datos o predigan resultados con precisión) (Figura 3); ML no supervisado (utiliza algoritmos para analizar y agrupar conjuntos de datos no etiquetados, descubriendo patrones ocultos o agrupaciones de datos sin necesidad de intervención humana) (Figura 4); ML semisupervisado (ofrece un término medio entre el aprendizaje supervisado y el no supervisado).

- **Deep learning (DL):** es una subcategoría del ML. Se basa en redes neuronales artificiales con múltiples capas que imitan el funcionamiento del cerebro humano. Estas



FIGURA 2.

Utilidad de la IA en salud. Reproducido y traducido bajo autorización de Dr. Roberto Lang. University of Chicago Medicine.



FIGURA 3.

Modelo de aprendizaje no-supervisado. Reproducido y traducido bajo autorización de Dr. Roberto Lang. University of Chicago Medicine



FIGURA 4.
Era actual de la
ecocardiografía. Reproducido
y traducido bajo autorización de
Dr. Roberto Lang, University of
Chicago Medicine

redes permiten analizar datos de manera jerárquica y extraer características complejas. Su capacidad para detectar cambios sutiles e invisibles al ojo humano en las estructuras ha revolucionado la precisión diagnóstica en ecocardiografía.

El uso de IA en ecocardiografía puede darse en diferentes aspectos:

1. **Automatización de la adquisición de imágenes:** la IA asiste a los operadores, incluidos aquellos con poca experiencia, en la obtención de imágenes ecocardiográficas de alta calidad. En este aspecto, los algoritmos guían en tiempo real la posición y el ángulo del transductor asegurando vistas óptimas. Esto reduce la variabilidad interobservador y es especialmente útil en entornos con recursos limitados o donde no hay especialistas disponibles.
2. **Reconocimiento y clasificación de vistas ecocardiográficas:** usando diferentes algoritmos se identifican y clasifican automáticamente las diferentes vistas ecocardiográficas, agilizando el flujo de trabajo y minimizando los errores humanos.
3. **Cuantificación automática:** la IA permite la medición automática de parámetros como los volúmenes ventriculares, fracción de eyección y flujos transvalvulares, entre otros. Esto reduce el tiempo de análisis y disminuye la variabilidad inter e intraobservador. Así, se puede evaluar, por ejemplo, la función sistólica y diastólica del ventrículo izquierdo o una valvulopatía.
4. **Detección y diagnóstico de patologías:** la IA permite identificar patrones asociados con diversas enfermedades cardíacas, como la miocardiopatía hipertrófica, la amiloidosis cardíaca y la hipertensión pulmonar. Estos sistemas pueden alertar a los clínicos sobre hallazgos anormales que podrían pasar desapercibidos en evaluaciones convencionales.
5. **Educación y entrenamiento:** se han desarrollado simuladores basados en IA que permiten a los ecocardiografistas en formación practicar con una amplia variedad de casos clínicos. Los algoritmos ofrecen retroalimentación

en tiempo real sobre la calidad de las imágenes y las mediciones realizadas, lo que mejora las habilidades de adquisición e interpretación de imágenes.

A partir de los puntos anteriores, es posible entender los mecanismos mediante los cuales la IA permite mejorar la práctica actual, alcanzando una precisión comparable a la de operadores expertos en adquisición, interpretación y probabilidad de diagnósticos etiológicos de las diferentes enfermedades cardíacas (Figura 4). Estudios recientes sugieren que la IA tiene además un gran potencial en la guía y predicción de resultados en intervenciones transcatheter.

A lo largo de la toma de posición se analizará cómo la IA optimiza y seguirá optimizando la realización de estudios ecocardiográficos, mejorando la precisión diagnóstica, minimizando errores y reduciendo la variabilidad interobservador, también denominada dependencia del operador, un factor clave en este tipo de evaluación (Figura 5).

USOS DE LA IA EN ECOCARDIOGRAFÍA

Determinación de diámetros, volúmenes, fracción de eyección y strain longitudinal global.

La disfunción sistólica del ventrículo izquierdo es una alteración frecuente originada por diversas patologías. Su evaluación precisa es fundamental para el diagnóstico, manejo y pronóstico de las enfermedades cardiovasculares. La FE del ventrículo izquierdo es el parámetro más utilizado para valorar la función sistólica y guiar el tratamiento. La evaluación ecocardiográfica presenta limitaciones, como la subjetividad del análisis visual y la variabilidad intra e interobservador, influenciada principalmente por la experiencia del operador^{2,3,4}.

La tecnología actual permite automatizar las mediciones ecocardiográficas, disminuyendo la variabilidad que existe entre expertos y principiantes. Esto incrementa la eficacia y optimiza el flujo de trabajo en los laboratorios de ecocardiografía⁵. Estudios multicéntricos han evaluado softwares independientes diseñados para la detección automática del borde endomiocárdico, una técnica que puede imple-

EL FUTURO DE LA ECOCARDIOGRAFÍA?



FIGURA 5.

Futuro de la ecocardiografía. Reproducido y traducido bajo autorización de Dr. Roberto Lang, University of Chicago Medicine

mentarse sin necesidad de IA. Sin embargo, la integración de algoritmos basados en IA ha permitido optimizar este proceso, mejorando la precisión en la cuantificación de parámetros como la fracción de eyección bidimensional, los volúmenes ventriculares izquierdos y el strain longitudinal global. Estos métodos son especialmente efectivos cuando la calidad de la imagen es moderada o buena. No obstante, en imágenes de menor calidad, la correlación con los trazados manuales se reduce significativamente⁶.

Además de la detección del borde endomiocárdico, las redes de IA pueden calcular de manera precisa el strain longitudinal global, los volúmenes ventriculares, identificar vistas ecocardiográficas y realizar mediciones precisas de la masa ventricular y el espesor de la pared⁷. Esto fue demostrado en los trabajos de Salte y colaboradores, cuyo modelo basado en ML puede identificar automáticamente las tres vistas apicales tradicionales y calcular el strain longitudinal global en diversas condiciones cardíacas. Este enfoque redujo el tiempo de procesamiento a solo 15 segundos, en comparación con los 3 a 5 minutos que requiere la metodología tradicional⁸.

La IA ofrece así una herramienta poderosa para analizar imágenes ecocardiográficas con precisión y eficiencia, mejorando las capacidades diagnósticas y reduciendo el tiempo necesario para estas tareas.

EVALUACIÓN DE ALTERACIONES DE LA MOTILIDAD SEGMENTARIA EN CARDIOPATÍA ISQUÉMICA

Las alteraciones de la motilidad segmentaria son indicadores tempranos de cardiopatía isquémica y predictores independientes de eventos cardiovasculares adversos mayores^{9,10,11}. Aunque la ecocardiografía es una herramienta clave para su diagnóstico, la evaluación tradicional basada en la interpretación visual presenta limitaciones significativas, incluyendo variabilidad entre observadores y dependencia de la experiencia del operador^{12,13}. La IA puede ayudar a superar estos desafíos mediante la integración de

redes neuronales convolucionales y modelos de DL que permitan evaluarlas de manera precisa^{9,10,11}.

Varios grupos de trabajo han desarrollado modelos con buenos resultados. Huang y colaboradores desarrollaron un modelo basado en redes neuronales convolucionales en tres dimensiones que analiza videos ecocardiográficos, logrando una sensibilidad del 81,8% y una especificidad del 81,6%, demostrando su capacidad para detectar alteraciones de la motilidad segmentaria utilizando tanto información temporal como espacial⁹. El grupo de trabajo de Kusunose demostró que un modelo de DL puede tener una precisión comparable a la de expertos en cardiología, con un área bajo la curva de 0,99 para la detección de alteraciones segmentarias¹⁴. Otro grupo desarrolló una solución de IA en tiempo real que guía a operadores no especializados en adquisición de imágenes ecocardiográficas, lo que mejora la calidad diagnóstica y facilita el acceso a un ecocardiograma de calidad en diferentes contextos clínicos¹⁵. Lin y colaboradores evaluaron el desempeño de un modelo para la detección automática de anomalías en la motilidad parietal regional en pacientes con sospecha de infarto de miocardio: compararon ecocardiogramas obtenidos con equipos portátiles al pie de la cama y equipos estándar. Desarrollaron un flujo de trabajo automatizado que integró la selección de vistas, la segmentación ventricular, la detección de alteraciones de la motilidad parietal y la cuantificación de la función cardíaca. La detección de anomalías de motilidad mostró un área bajo la curva de 0,88 y 0,91 en los estudios obtenidos con equipos portátiles y estándar respectivamente¹². Otros modelos son EC3D-Net y STGA-MS, que han demostrado avances significativos en la detección automatizada de anomalías de motilidad, superando a los métodos convencionales, mejorando la precisión diagnóstica y la reproducibilidad en la evaluación de la disfunción miocárdica isquémica^{10,11}.

La ecocardiografía de estrés permite evaluar el desarrollo de anomalías segmentarias de contracción tras aplicar

un estrés ya sea físico o farmacológico. Debe existir un control de calidad en la interpretación de anomalías de motilidad parietal regional, debido a que existe una variabilidad interobservador mayor que en estudios normales¹³. Existen modelos de IA que demostraron una precisión diagnóstica alta (sensibilidad 84,4% y especificidad 92,7%) en una cohorte de validación independiente, mejorando la concordancia interobservador y la confianza diagnóstica, incrementando la sensibilidad en un 10% y alcanzando un área bajo la curva ROC de 0,93¹⁶. Si bien la tecnología no sustituye la evaluación clínica, su integración puede mejorar la eficiencia y precisión del diagnóstico de isquemia miocárdica. Se requieren estudios adicionales para evaluar su aplicabilidad en poblaciones más amplias, pero la automatización del análisis mediante IA podría optimizar la precisión diagnóstica y la reproducibilidad en la evaluación¹⁷.

EVALUACIÓN DE DISFUNCIÓN DIASTÓLICA E INSUFICIENCIA CARDIACA CON FE PRESERVADA

La disfunción diastólica del ventrículo izquierdo es un factor clave en la fisiopatología de la insuficiencia cardíaca. Sin embargo, su evaluación ecocardiográfica es compleja y requiere un enfoque multiparamétrico. No existe una única variable con precisión diagnóstica suficiente para su detección, por lo que actualmente se recomienda el uso de un algoritmo que combine múltiples mediciones¹⁸.

En los últimos años, se han desarrollado diversas investigaciones con el objetivo de evaluar la utilidad de la IA en este campo. Los esfuerzos iniciales, con sus fortalezas y limitaciones, han sido previamente analizados en detalle¹⁹. La heterogeneidad en las técnicas de IA empleadas y las diferencias metodológicas en la referencia diagnóstica (ya sea el informe ecocardiográfico final, la opinión de expertos o los algoritmos de guías clínicas) han impedido la obtención de conclusiones definitivas en estos primeros estudios.

No obstante, investigaciones más recientes han incluido un mayor número de estudios y una metodología más homogénea. En un trabajo publicado en 2021, Tromp y colaboradores demostraron que un algoritmo de DL no solo fue capaz de identificar y clasificar las vistas ecocardiográficas necesarias para evaluar la función ventricular (sistólica y diastólica), sino también de realizar mediciones automatizadas de variables clave en el diagnóstico de disfunción diastólica, como los volúmenes ventriculares y las velocidades Doppler (tanto del flujo sanguíneo como tisular)²⁰. Estas mediciones mostraron una alta concordancia con las realizadas por operadores expertos y fueron validadas en múltiples cohortes de pacientes.

Ese mismo año, Pandey y colaboradores publicaron un estudio en el que evaluaron otro algoritmo de DL diseñado para identificar subgrupos de alto y bajo riesgo de disfunción diastólica²¹. Sus hallazgos fueron validados en cohortes externas, incluidas poblaciones del estudio TOPCAT (*Spirolactone for Heart Failure with Preserved Ejection Fraction*) y RELAX-HF (*Effects of Serelaxin in Patients with Acute Heart Failure*); se observó que los pacientes clasificados como de

alto riesgo presentaban una mayor tasa de eventos adversos en el seguimiento (mortalidad y hospitalización por insuficiencia cardíaca descompensada), mayor activación neurohormonal y menor capacidad de ejercicio. Además, el modelo basado en redes neuronales predijo presiones de llenado elevadas con una mayor precisión (área bajo la curva ROC) en comparación con el algoritmo de la Sociedad Americana de Ecocardiografía de 2016.

En 2023, se publicaron dos estudios de gran escala. Chen y colaboradores analizaron 1304 estudios ecocardiográficos con el objetivo de desarrollar un modelo basado en IA capaz de identificar las vistas ecocardiográficas, detectar la presencia de disfunción diastólica y establecer su grado de severidad. La validación del modelo mediante comparación con la evaluación de expertos humanos demostró una concordancia excelente²². Por otro lado, Ackerman y colaboradores analizaron a más de 5000 pacientes empleando exclusivamente la vista apical de cuatro cámaras. Su modelo de IA mostró un desempeño diagnóstico sobresaliente, con un área bajo la curva (AUC) superior al 97% en la cohorte de derivación y al 95 % en la cohorte de validación para la identificación de disfunción diastólica²³. Posteriormente, en 2024, el mismo grupo de la Clínica Mayo publicó un estudio de seguimiento con una mediana de 3,4 años, en el cual demostraron que los pacientes identificados por el algoritmo como pacientes con probabilidad de presentar disfunción diastólica tenían un mayor riesgo de mortalidad y hospitalización por insuficiencia cardíaca a lo largo del período de observación. Estos hallazgos refuerzan la utilidad pronóstica de la IA en la estratificación del riesgo e identificación temprana de pacientes con mayor vulnerabilidad clínica²⁴.

A pesar de los avances, aún existen desafíos claves que deben resolverse antes de la implementación rutinaria de la IA en la práctica clínica. Entre ellos, se destaca la necesidad de definir cuál de los múltiples enfoques de IA es el más adecuado para este problema, la validación en grupos de población aún no estudiados, el manejo de resultados "indeterminados", la falta de validación con patrones oro más estrictos (como la medición invasiva de presiones de llenado y el tiempo de relajación ventricular, Tau), la evaluación de la reproducibilidad y, no menos importante, el impacto económico que implica la integración de estos algoritmos en los equipos de ecocardiografía.

ESTUDIO DE VALVULOPATÍAS

Si bien la ecocardiografía constituye el método de elección para el diagnóstico de valvulopatías, aún persisten casos de subdiagnóstico, en parte debido a limitaciones en el acceso y la variabilidad en la adquisición e interpretación de las imágenes. La introducción de dispositivos portátiles de ultrasonido ha mejorado la accesibilidad a esta herramienta, aunque sigue requiriendo un entrenamiento adecuado para garantizar estudios con calidad diagnóstica. En este contexto, la IA está transformando la evaluación y manejo de las valvulopatías, optimizando la adquisición

de imágenes y reduciendo la dependencia del operador. En estudios comparativos, la precisión diagnóstica de enfermeras sin experiencia previa en ecocardiografía en la evaluación de valvulopatía aórtica y mitral alcanzó valores superiores al 92 % en relación con ecocardiografistas expertos, lo que evidencia el potencial de estas tecnologías para ampliar la aplicabilidad de la ecocardiografía en distintos entornos clínicos²⁵.

En el contexto de la valoración de las valvulopatías, la IA puede brindar asistencia en:

1. **Adquisición:** la correcta visualización de cavidades, válvulas, jets y señales Doppler demanda entrenamiento, por lo que se desarrollaron algoritmos para guiar la obtención de imágenes; al comparar enfermeras nuevas vs ecocardiografistas expertos, la precisión de estas para evaluar valvulopatía aórtica o mitral fue mayor al 92%²⁵.
2. **Identificación:** al igual que con las imágenes del ventrículo izquierdo, la IA no solo permite la lectura de datos obtenidos de imágenes valvulares crudas, sino también mediciones automáticas. Esto se traducirá en acortar tiempos en el manejo de las valvulopatías debido a reducción del tiempo para establecer una probabilidad diagnóstica, disminuyendo así la variabilidad interobservador en la determinación de la severidad (actualmente aproximadamente 61% para la insuficiencia mitral). Existen algoritmos que pueden detectar con una precisión de 98% y 90% las válvulas mitral y tricúspide respectivamente; otros son capaces de identificar la señal de Doppler continuo con 98% de precisión^{26,27}. En un estudio con 256 pacientes, la IA tuvo una excelente capacidad diagnóstica comparada con mediciones realizadas por humanos en cuanto a velocidad máxima aórtica ($r=0,97$), gradiente medio ($r=0,94$), área valvular aórtica ($r=0,88$), volumen sistólico ($r=0,79$), integral tiempo-velocidad del tracto de salida del ventrículo izquierdo ($r=0,89$), integral tiempo-velocidad aórtica ($r=0,96$) y diámetro del tracto de salida del ventrículo izquierdo ($r=0,76$)^{27,28}.
3. **Segmentación:** hace referencia a reconocer una estructura en una imagen, permitiendo automatizar la evaluación de diámetros y función anular, valvular o Doppler. Existen algoritmos entrenados con imágenes de la válvula mitral, que obtuvieron una precisión variable, entre modesta a buena (0,48 -0,79), y una tasa de error cercana al 6% para la medición del perímetro y 12% del área valvular²⁹. Respecto al Doppler, en un estudio se entrenó un algoritmo con 1132 pacientes con insuficiencia mitral de leves a severas, y se lo validó con 295 pacientes, logrando una precisión cercana al 90% para cada categoría de severidad; otra publicación informó una correlación de 0,9 entre un algoritmo y un experto para la medición de velocidades, gradiente e integral tiempo-velocidad de las señales Doppler³⁰.
4. **Identificación de severidad:** se basa en reconocer datos que exceden la percepción humana. En una cohorte de 139 pacientes, se pudo identificar con una precisión ma-

yor al 99% la severidad de la insuficiencia mitral; otro estudio pudo identificar enfermedad reumática con una precisión del 77%^{31,32}. Estos algoritmos también permiten reconocer válvulas protésicas mitrales con un área bajo la curva de 98%.

No solo permite mejorar la evaluación actual sino también agregar información clínica, genética, de laboratorio o de otros exámenes complementarios, logrando tomar decisiones en mucho menos tiempo.

Existen modelos utilizando ML desarrollados para valvulopatía aórtica: un estudio de la Cleveland Clinic identificó fenotipos de aneurisma de aorta en 656 pacientes con válvula bicúspide permitiendo asociarlos con una valvulopatía predominante^{33,34,35,36}. Otros tres estudios fueron diseñados para identificar grupos de alto riesgo dentro del espectro de la estenosis aórtica:

- Casaclang-Verzosa y colaboradores describieron la progresión de estenosis leve a severa en 346 pacientes usando 79 variables clínicas y ecocardiográficas. Demostraron 2 subgrupos de estenosis aórtica moderada (uno de sexo masculino y menor FE, otro con menores velocidades, pero mayor masa del ventrículo izquierdo y volúmenes auriculares) y su respuesta tras el reemplazo valvular.
- Sengupta y colaboradores analizaron una cohorte de 1052 pacientes con estenosis aórtica leve o moderada y un grupo con estenosis aórtica severa de bajo flujo bajo gradiente. Encontraron un grupo de mayor riesgo con mayor score de calcio, mayor nivel de biomarcadores, captación de gadolinio, incidencia de reemplazo valvular y de muerte pre y post quirúrgica. El modelo de validación tuvo mejor discriminación y reclasificación que los métodos actuales.
- Por último, Kwak y colaboradores desarrollaron un modelo basado en 398 pacientes con estenosis aórtica moderada a severa, incorporando 11 variables clínicas, de laboratorio y ecocardiográficas, con el objetivo de identificar aquellos pacientes que podrían no beneficiarse de una intervención. A través del análisis de datos, identificaron tres subgrupos diferenciados, de los cuales uno presentó una elevada mortalidad cardiovascular, mientras que otro mostró una alta mortalidad total. Estos hallazgos sugieren que este último subgrupo podría requerir un enfoque terapéutico alternativo, lo que destaca el potencial de la inteligencia artificial en la estratificación del riesgo y la personalización de las estrategias de manejo.

UTILIDAD EN INTERVENCIONES TRANSCATÉTER EN CARDIOPATÍA ESTRUCTURAL

Las intervenciones transcáteter en cardiopatía estructural han crecido exponencialmente debido al envejecimiento poblacional y los avances tecnológicos, como el implante de válvula aórtica transcáteter, el cierre de orejuela auricular izquierda, el cierre de comunicación interauricular y los procedimientos sobre las válvulas auriculoventriculares. Estas intervenciones se han convertido en el tratamiento de primera línea para múltiples patologías, y la IA ha surgi-

do como una herramienta clave en la optimización de estos procedimientos, mejorando la selección de pacientes, la planificación preoperatoria, la ejecución, el monitoreo post implantación y el seguimiento, lo que contribuye a optimizar los resultados clínicos^{37,38}.

En este contexto, la IA, mediante el aprendizaje supervisado, predice resultados y facilita diagnósticos tempranos al reducir el tiempo de procesamiento de imágenes y la variabilidad inter e intraobservador mediante el análisis de grandes volúmenes de datos. A través del aprendizaje no supervisado, identifica patrones ocultos, clasifica pacientes según fenotipos y riesgos específicos, y determina diferentes pronósticos y respuestas terapéuticas³⁷.

La selección de pacientes para intervenciones cardíacas valvulares se basa en los síntomas y hallazgos ecocardiográficos, mientras que la indicación del cierre de orejuela auricular izquierda se fundamenta en el riesgo de accidente cerebrovascular o de hemorragia³⁷. A través del ML (con una técnica que se denomina cluster analysis), se pueden descubrir patrones ocultos dentro de los datos y clasificar a los pacientes en fenotipos con diferentes resultados clínicos. En la estenosis aórtica, por ejemplo, esta técnica ayuda a identificar pacientes que pueden beneficiarse del tratamiento transcatheter^{36,37,38}. Además, en fibrilación auricular, permite estimar el riesgo de accidente cerebrovascular y evaluar variabilidades anatómicas específicas de la orejuela auricular izquierda para facilitar la indicación del cierre percutáneo.

Por otro lado, el ML supervisado es una alternativa a las estadísticas convencionales para establecer una probabilidad pronóstica y así generar modelos más sólidos³⁹. No obstante, los algoritmos de IA no están exentos de sesgos, ya que dependen de la calidad, relevancia e integridad de los datos empleados en su entrenamiento.

En tomografía computada, el DL se utiliza para segmentar y cuantificar automáticamente la calcificación de la válvula aórtica, un dato clave para el diagnóstico y la predicción de mortalidad⁴⁰. En casos de estenosis aórtica severa con bajo flujo y bajo gradiente, donde los resultados ecocardiográficos pueden ser equívocos, la puntuación de calcio por ecocardiografía basada en IA ha demostrado ser útil en la toma de decisiones clínicas.

Se ha desarrollado un algoritmo basado en más de 530.000 ecocardiogramas que mejora la detección de estenosis aórtica severa, superando las limitaciones de las mediciones convencionales del tracto de salida del ventrículo izquierdo⁴¹. Sin embargo, la complejidad de los algoritmos de DL requiere una alta capacidad de procesamiento computacional, incluyendo unidades de procesamiento gráfico y computación en la nube⁴².

El ML también ha revolucionado la planificación de las intervenciones transcatheter mediante la generación de modelos tridimensionales computacionales, que permiten seleccionar dispositivos de manera más precisa y predecir su rendimiento⁴³. Esto se ha validado en procedimientos como implante de válvula aórtica transcatheter, MitraClip, cierre de orejuela auricular izquierda y reemplazo valvular

mitral transcatheter. En particular, un modelo basado en tomografía computada ha demostrado predecir con precisión la deformación y aposición del dispositivo de cierre de orejuela auricular izquierda, mejorando la planificación del procedimiento⁴⁴.

Durante la intervención, el uso de IA facilita la identificación automática de estructuras anatómicas mediante la fusión de imágenes de fluoroscopia con ecocardiografía o tomografía computada. Esta integración ha sido utilizada en implante de válvula aórtica transcatheter y cierre de orejuela auricular izquierda, reduciendo el tiempo del procedimiento y la exposición a radiación⁴⁵. Además, la planificación asistida por IA con realidad aumentada permite generar hologramas tridimensionales en tiempo real, optimizando la visualización y el posicionamiento del dispositivo⁴⁶.

En el seguimiento a corto plazo, el ML supervisado ha demostrado predecir con mayor precisión la mortalidad hospitalaria postimplante de válvula aórtica transcatheter y reemplazo valvular mitral transcatheter en comparación con modelos tradicionales⁴⁷. Asimismo, la IA ha superado los sistemas de puntuación convencionales (EuroSCORE, STS) en la predicción de supervivencia a 30 días postimplante de válvula aórtica transcatheter⁴⁸. Se describió un modelo eficaz para predecir la necesidad de implante de marcapasos posterior al implante de una válvula aórtica transcatheter, una complicación frecuente, mediante la integración de datos clínicos, electrocardiográficos y ecocardiográficos⁴⁹.

La cuantificación automatizada basada en IA también ha reducido significativamente el tiempo de análisis por paciente⁵⁰. En cuanto a la predicción del tiempo de hospitalización postimplante de válvula aórtica transcatheter, un modelo de ML ha identificado predictores novedosos, como la duración del procedimiento, la necesidad de fisioterapia y los resultados según el día de la semana en la que se realiza la intervención.

RECONOCIMIENTO DE ENFERMEDADES DEL MIOCARDIO

La clasificación y el diagnóstico de enfermedades miocárdicas en etapas tempranas, cuando los pacientes aún están asintomáticos, representan un área crítica donde la ciencia computacional puede aportar grandes beneficios. En la práctica clínica, estos pacientes pueden permanecer sin diagnóstico durante largos períodos y sólo reciben tratamiento cuando la enfermedad ha progresado a estadios avanzados. Esto tiene implicaciones no solo en el pronóstico y calidad de vida del paciente, sino también en la reducción de costos hospitalarios futuros.

La hipertrofia ventricular izquierda es un hallazgo frecuente en la práctica clínica y se asocia con eventos cardiovasculares adversos como arritmias, isquemia miocárdica, insuficiencia cardíaca y muerte súbita^{51,52}. Un estudio realizado por Zhang y cols. demostró que las redes neuronales convolucionales pueden identificar ventanas ecocardiográficas y proporcionar medidas específicas, como el grosor de las paredes y la masa del ventrículo izquierdo⁷.

Desde el punto de vista del diagnóstico etiológico, la ecocardiografía a menudo no es suficiente, y se requieren estudios más complejos para un diagnóstico preciso. Entre las principales etiologías que se presentan como hipertrofia ventricular, se encuentran la hipertensión arterial, la miocardiopatía hipertrófica, la estenosis aórtica, la insuficiencia renal crónica y la amiloidosis cardíaca. Otras etiologías menos frecuentes incluyen miocarditis, sarcoidosis y enfermedades de depósito, como la enfermedad de Fabry o Danon, además de miocardiopatías mitocondriales.

La textura miocárdica es difícil de evaluar y cuantificar mediante la simple observación del médico⁵³. En este sentido, la IA ha demostrado su capacidad para diferenciar la hipertrofia miocárdica secundaria a hipertensión arterial de la miocardiopatía hipertrófica y la miocardiopatía urémica. Se ha observado que la miocardiopatía hipertrófica presenta un patrón de distribución de valores numéricos más homogéneo en los análisis algorítmicos, lo que podría ser útil para la diferenciación etiológica⁵⁴.

En la evaluación ecocardiográfica tradicional de la amiloidosis cardíaca, si bien pueden identificarse múltiples hallazgos sugerentes, ninguno ha demostrado ser lo suficientemente específico o sensible para establecer un diagnóstico definitivo. Además, ciertas características ecográficas requieren análisis avanzados con software especializado, lo que implica mayor tiempo de procesamiento y suele aplicarse en casos con diagnóstico ya confirmado⁵⁵.

Un estudio en centros académicos utilizó un modelo basado en videos ecocardiográficos con vista de cuatro cámaras, logrando una precisión diagnóstica elevada (C-statistic de 0,96), superior a la de los expertos en la detección de amiloidosis. Se destacó que el modelo tuvo mejor desempeño en la detección de amiloidosis cardíaca por transtiretina que por cadenas livianas⁵⁶. Otro modelo de DL logró identificar cambios sutiles en la geometría ventricular, permitiendo diferenciar la amiloidosis cardíaca de la hipertrofia ventricular⁵⁷. Inclusive, la FDA (*Food and Drug Administration*) aprobó el software de inteligencia artificial EchoGo® Amyloidosis para la detección de amiloidosis cardíaca mediante ecocardiografía. Este sistema ha demostrado un alto rendimiento diagnóstico, con un área bajo la curva de hasta 0,93 y un valor predictivo negativo superior al 85%. Su sensibilidad es consistente entre los distintos tipos de amiloidosis. Además, superó el análisis convencional en pacientes mayores de 60 años con insuficiencia cardíaca y aumento del grosor de la pared del ventrículo izquierdo, con un área bajo la curva de 0,93 frente a 0,73.

En pacientes con insuficiencia cardíaca y FE preservada con predominio de síntomas de congestión derecha, el diagnóstico diferencial incluye la miocardiopatía restrictiva y pericarditis constrictiva. En este contexto, la ecocardiografía es considerada el estudio de primera línea para el diagnóstico de pericarditis constrictiva^{58,59}. No obstante, su precisión depende de la calidad del estudio y de la experiencia del operador, pudiendo requerir estudios adicio-

nales como tomografía, resonancia magnética o evaluación hemodinámica^{60,61,62}.

En 2016, Sengupta y cols realizaron un estudio piloto empleando speckle-tracking e IA mediante un clasificador de memoria asociativa para diferenciar pericarditis constrictiva de miocardiopatía restrictiva, obteniendo un área bajo la curva de 0,89, superior a las variables ecocardiográficas convencionales⁶³. Un estudio más reciente utilizó un modelo de DL para diferenciar pericarditis constrictiva de miocardiopatía restrictiva secundaria a amiloidosis, alcanzando un área bajo la curva de 0,97 con la vista de cuatro cámaras, y validación externa con área bajo la curva de 0,84⁶⁴.

El ML también ha demostrado ser útil para diferenciar el infarto agudo de miocardio del síndrome de Takotsubo. Laumer F y cols reportaron que un sistema basado en IA mostró un mejor desempeño diagnóstico (área bajo la curva 0,79 vs. 0,71) en comparación con un comité de cardiólogos expertos⁶⁵.

EDUCACIÓN EN ECOCARDIOGRAFÍA

La IA se ha convertido en una herramienta invaluable para mejorar las habilidades de adquisición e interpretación de imágenes ecocardiográficas, especialmente en ecocardiografistas en formación. Los simuladores basados en IA permiten a los estudiantes practicar con una amplia variedad de casos clínicos, desde escenarios comunes hasta situaciones complejas y raras, lo que enriquece su experiencia y preparación para la práctica real.

Uno de los avances más significativos en este campo es la capacidad de la IA para ofrecer retroalimentación en tiempo real. Los algoritmos pueden evaluar la calidad de las imágenes adquiridas por los estudiantes, guiándolos en la correcta posición y angulación del transductor para obtener vistas óptimas. Además, estos sistemas pueden proporcionar sugerencias para mejorar la técnica de adquisición y señalar errores comunes, lo que acelera el proceso de aprendizaje y reduce la dependencia de la supervisión constante de un instructor. Esta capacidad es particularmente útil en entornos con recursos limitados, donde el acceso a expertos en ecocardiografía puede ser escaso.

Otro aspecto destacado es el uso de la IA para la interpretación de imágenes. Los modelos de DL pueden analizar estudios ecocardiográficos y comparar los hallazgos del estudiante con los de expertos, ofreciendo una evaluación objetiva de su desempeño. Esto no solo mejora la precisión diagnóstica de los estudiantes, sino que también les permite familiarizarse con los estándares de calidad y las mejores prácticas en la interpretación de estudios. Además, la IA puede generar informes automatizados que sirven como material de estudio y referencia, facilitando la revisión y el aprendizaje continuo.

En resumen, la IA está revolucionando la educación en ecocardiografía al proporcionar herramientas interactivas, personalizadas y accesibles que mejoran la formación de los profesionales de la salud. A medida que estas tecnologías continúan evolucionando, se espera que desempeñen

un papel aún más importante en la preparación de ecocardiografistas altamente capacitados y en la reducción de la variabilidad en la adquisición e interpretación de imágenes.

Limitaciones

La aplicación clínica de la IA en ecocardiografía enfrenta múltiples desafíos que deben ser abordados antes de su adopción generalizada. Uno de los principales es el problema de la "caja negra" en los algoritmos, es decir, la falta de transparencia en el funcionamiento interno de modelos complejos, especialmente aquellos basados en DL, lo que dificulta la interpretación de los resultados y la comprensión de los criterios utilizados por los modelos para establecer una probabilidad diagnóstica. Esto, evidentemente, puede generar desconfianza en su uso clínico.

La calidad de las imágenes ecocardiográficas sigue siendo un factor determinante en el rendimiento de todos estos algoritmos. Así, la variabilidad en la adquisición de imágenes, influenciada tanto por la experiencia del operador como por las características técnicas del equipo, pueden afectar la precisión de los modelos. Esto resalta la necesidad de estrategias que optimicen la calidad de los datos.

Otro aspecto crítico es la falta de estandarización y validación externa de muchos modelos, lo que plantea interrogantes sobre su aplicabilidad en la práctica clínica y en diferentes poblaciones de pacientes. La mayoría de los estudios que han evaluado la IA en cardiología han sido retrospectivos y requieren validación en estudios multicéntricos de gran escala para demostrar su utilidad en escenarios clínicos reales.

Finalmente, algunos modelos, principalmente de ML, dependen de datos previamente etiquetados por médicos, lo que puede introducir sesgos inherentes y errores sistemáticos en la interpretación de los hallazgos. Esta dependencia de la clasificación humana subraya la necesidad de desarrollar estrategias para minimizar el impacto de estos sesgos en el entrenamiento de los algoritmos.

CONCLUSIONES

La IA está revolucionando el campo de la ecocardiografía, ofreciendo herramientas que mejoran la precisión diagnóstica, reducen la variabilidad interobservador y optimizan el flujo de trabajo en los laboratorios de imágenes cardíacas. Desde la cuantificación automática de parámetros como la fracción de eyección y el strain longitudinal global, hasta la evaluación de valvulopatías y la detección de alteraciones de la motilidad segmentaria en la cardiopatía isquémica, la IA ha demostrado un potencial significativo para transformar la práctica clínica. Sin embargo, persisten desafíos importantes, como la necesidad de validación externa de algoritmos, la interpretabilidad de los modelos de IA y la dependencia de la calidad de las imágenes.

El futuro de la IA en ecocardiografía dependerá de su integración efectiva en el entorno clínico, combinando automatización con supervisión humana para garantizar interpretaciones precisas y confiables. A medida que se su-

peren los desafíos técnicos y metodológicos, la IA podría transformar la ecocardiografía en una herramienta aún más poderosa, optimizando el diagnóstico cardiovascular y contribuyendo a una medicina más personalizada y eficiente.

En definitiva, la IA no reemplazará al ecocardiografista, pero se convertirá en un aliado indispensable en la toma de decisiones clínicas más precisas y personalizadas.

BIBLIOGRAFIA

1. Topol EJ. High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence. *Nat Med* **2019** ; 25: 44 – 56.
2. Yamaguchi N, Kosaka Y, Haga A, et al. Artificial intelligence-assisted interpretation of systolic function by echocardiogram. *Open Heart* **2023**; 10: e002287.
3. Zhang Z, Zhu Y, Liu M, et al. Artificial Intelligence-Enhanced Echocardiography for Systolic Function Assessment. *J Clin Med* **2022**; 11: 2893.
4. Barry T, Farina JM, Chao CJ, et al. The Role of Artificial Intelligence in Echocardiography. *J Imaging* **2023**; 9: 50.
5. Thavendiranathan P, Liu S, Verhaert D, et al. Feasibility, accuracy, and reproducibility of real-time full-volume 3D transthoracic echocardiography to measure LV volumes and systolic function: a fully automated endocardial contouring algorithm in sinus rhythm and atrial fibrillation. *JACC Cardiovasc Imaging* **2012**; 5: 239 – 251.
6. Knackstedt C, Bekkers SCAM, Schummers G, et al. Fully Automated Versus Standard Tracking of Left Ventricular Ejection Fraction and Longitudinal Strain: The FAST-EFs Multicenter Study. *J Am Coll Cardiol* **2015**; 66: 1456 – 1466.
7. Zhang J, Gajjala S, Agrawal P, et al. Fully Automated Echocardiogram Interpretation in Clinical Practice. *Circulation* **2018**; 138: 1623 – 1635.
8. Salte IM, Østvik A, Smistad E, et al. Artificial Intelligence for Automatic Measurement of Left Ventricular Strain in Echocardiography. *JACC Cardiovasc Imaging* **2021**; 14: 1918 – 1928.
9. Huang MS, Wang CS, Chiang JH, et al. Automated Recognition of Regional Wall Motion Abnormalities Through Deep Neural Network Interpretation of Transthoracic Echocardiography. *Circulation* **2020**; 142: 1510 – 1520.
10. Sun S, Wang Y, Yu Q, et al. AI diagnosis model of regional wall motion abnormality based on 2D transthoracic echocardiography. *Heliyon* **2024**; 10: e23224.
11. Sanjeevi G, Gopalakrishnan U, Pathinarupothi RK, et al. Automatic Diagnostic Tool for Detection of Regional Wall Motion Abnormality from Echocardiogram. *J Med Syst* **2023**; 47: 13.
12. Lin X, Yang F, Chen Y, et al. Echocardiography-based AI detection of regional wall motion abnormalities and quantification of cardiac function in myocardial infarction. *Front Cardiovasc Med* **2022**; 9: 903660.
13. Ciampi Q, Picano E, Paterni M, et al. Quality control of regional wall motion analysis in stress Echo 2020. *Int J Cardiol* **2017**; 249: 479 – 485.
14. Kusunose K, Abe T, Haga A, et al. A Deep Learning Approach for Assessment of Regional Wall Motion Abnormality from Echocardiographic Images. *JACC Cardiovasc Imaging* **2020**; 13: 374 – 381.
15. Mor-Avi V, Khandheria B, Klempfner R, et al. Real-Time Artificial Intelligence-Based Guidance of Echocardiographic Imaging by Novices: Image Quality and Suitability for Diagnostic Interpretation and Quantitative Analysis. *Circ Cardiovasc Imaging* **2023**; 16: e015569.
16. Upton R, Mumith A, Beqiri A, et al. Automated Echocardiographic Detection of Severe Coronary Artery Disease Using Artificial Intelligence. *JACC Cardiovasc Imaging* **2022**; 15: 715 – 727.
17. Pellikka PA. Artificially Intelligent Interpretation of Stress Echocardiography: The Future Is Now. *JACC Cardiovasc Imaging* **2022**; 15: 728 – 730.
18. Nagueh SF, Smiseth OA, Appleton CP, et al. Recommendations for the Evaluation of Left Ventricular Diastolic Function by Echocardiography: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* **2016**; 17: 1321 – 1360.

19. Fletcher AJ, Lapidaire W, Leeson P. Machine Learning Augmented Echocardiography for Diastolic Function Assessment. *Front Cardiovasc Med* **2021**; 8: 711611.
20. Tromp J, Seekings PJ, Hung CL, et al. Automated interpretation of systolic and diastolic function on the echocardiogram: a multicohort study. *Lancet Digit Health* **2022**; 4: e46 – e54.
21. Pandey A, Kagiya N, Yanamala N, et al. Deep-Learning Models for the Echocardiographic Assessment of Diastolic Dysfunction. *JACC Cardiovasc Imaging* **2021**; 14: 1887 – 1900.
22. Chen X, Yang F, Zhang P, et al. Artificial Intelligence-Assisted Left Ventricular Diastolic Function Assessment and Grading: Multi view Versus Single View. *J Am Soc Echocardiogr* **2023**; 36: 1064 – 1078.
23. Akerman AP, Porumb M, Scott CG, et al. Automated Echocardiographic Detection of Heart Failure with Preserved Ejection Fraction Using Artificial Intelligence. *JACC Adv* **2023**; 2: 100452.
24. Cassianni C, Huntley GD, Castrichini M, et al. Automated Echocardiographic Detection of Heart Failure with Preserved Ejection Fraction Using Artificial Intelligence Is Associated with Cardiac Mortality and Heart Failure Hospitalization. *J Am Soc Echocardiogr* **2024**; 37: 914 – 916.
25. Narang A, Bae R, Hong H, et al. Utility of a Deep-Learning Algorithm to Guide Novices to Acquire Echocardiograms for Limited Diagnostic Use. *JAMA Cardiol* **2021**; 6: 624 – 632.
26. Lang RM, Addetia K, Miyoshi T, et al. Use of Machine Learning to Improve Echocardiographic Image Interpretation Workflow: A Disruptive Paradigm Change? *J Am Soc Echocardiogr* **2021**; 34: 443 – 445.
27. Madani A, Arnaout R, Mofrad M, et al. Fast and accurate view classification of echocardiograms using deep learning. *NPJ Digit Med* **2018**; 1: 6.
28. Krishna H, Desai K, Slostad B, et al. Fully Automated Artificial Intelligence Assessment of Aortic Stenosis by Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* **2023**; 36: 769 – 777.
29. Costa E, Martins N, Sultan MS, et al. Mitral Valve Leaflets Segmentation in Echocardiography using Convolutional Neural Networks. In: 2019 IEEE 6th Portuguese Meeting on Bioengineering (ENBENG) [Internet]. IEEE; **2019**. Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8692573/>
30. Gosling AF, Thalappillil R, Ortoleva J, et al. Automated Spectral Doppler Profile Tracing. *J Cardiothorac Vasc Anesth* **2020**; 34: 72 – 76.
31. Moghaddasi H, Nourian S. Automatic assessment of mitral regurgitation severity based on extensive textural features on 2D echocardiography videos. *Comput Biol Med* **2016**; 73: 47 – 55.
32. Martins JFBS, Nascimento ER, Nascimento BR, et al. Towards automatic diagnosis of rheumatic heart disease on echocardiographic exams through video-based deep learning. *J Am Med Inform Assoc* **2021**; 28: 1834 – 1842.
33. Wojnarski CM, Roselli EE, Idrees JJ, et al. Machine-learning phenotypic classification of bicuspid aortopathy. *J Thorac Cardiovasc Surg* **2018**; 155: 461 – 469.
34. Casaclang-Verzosa G, Shrestha S, Khalil MJ, et al. Network Tomography for Understanding Phenotypic Presentations in Aortic Stenosis. *JACC Cardiovasc Imaging* **2019**; 12: 236 – 248.
35. Sengupta PP, Shrestha S, Kagiya N, et al. A Machine-Learning Framework to Identify Distinct Phenotypes of Aortic Stenosis Severity. *JACC Cardiovasc Imaging* **2021**; 14: 1707 – 1720.
36. Kwak S, Lee Y, Ko T, et al. Unsupervised Cluster Analysis of Patients with Aortic Stenosis Reveals Distinct Population with Different Phenotypes and Outcomes. *Circ Cardiovasc Imaging* **2020**; 13: e009707.
37. Ribeiro JM, Astudillo P, de Backer O, et al. Artificial Intelligence and Transcatheter Interventions for Structural Heart Disease: A glance at the (near) future. *Trends Cardiovasc Med* **2022**; 32: 153 – 159.
38. Benjamin MM, Rabbat MG. Artificial Intelligence in Transcatheter Aortic Valve Replacement: Its Current Role and Ongoing Challenges. *Diagnostics (Basel)* **2024**; 14: 261.
39. Shameer K, Johnson KW, Glicksberg BS, et al. Machine learning in cardiovascular medicine: are we there yet? *Heart* **2018**; 104: 1156 – 1164.
40. Chang S, Kim H, Suh YJ, et al. Development of a deep learning-based algorithm for the automatic detection and quantification of aortic valve calcium. *Eur J Radiol* **2021**; 137: 109582.
41. Playford D, Bordin E, Mohamad R, et al. Enhanced Diagnosis of Severe Aortic Stenosis Using Artificial Intelligence: A Proof-of-Concept Study of 530,871 Echocardiograms. *JACC Cardiovasc Imaging* **2020**; 13: 1087 – 1090.
42. Poplin R, Varadarajan AV, Blumer K, et al. Prediction of cardiovascular risk factors from retinal fundus photographs via deep learning. *Nat Biomed Eng* **2018**; 2: 158 – 164.
43. de Jaegere P, Rocatello G, Prendergast BD, et al. Patient-specific computer simulation for transcatheter cardiac interventions: what a clinician needs to know. *Heart* **2019**; 105 (Suppl 2): s21 – s27.
44. Bavo AM, Wilkins BT, Garot P, et al. Validation of a computational model aiming to optimize preprocedural planning in percutaneous left atrial appendage closure. *J Cardiovasc Comput Tomogr* **2020**; 14: 149 – 154.
45. Biaggi P, Sager DF, Külling J, et al. Potential Value of Fusion Imaging and Automated Three-Dimensional Heart Segmentation During Transcatheter Aortic Valve Replacement. *J Am Soc Echocardiogr* **2020**; 33: 516 – 517.
46. Liu J, Al'Aref et al. An augmented reality system for image guidance of transcatheter procedures for structural heart disease. *PLoS One* **2019**; 14: e0219174.
47. Hernandez-Suarez DE, Kim Y, Villablanca P, et al. Machine Learning Prediction Models for In-Hospital Mortality After Transcatheter Aortic Valve Replacement. *JACC Cardiovasc Interv* **2019**; 12: 1328 – 1338.
48. Truong VT, Beyerbach D, Mazur W, et al. Machine learning method for predicting pacemaker implantation following transcatheter aortic valve replacement. *Pacing Clin Electrophysiol* **2021**; 44: 334 – 340.
49. Evertz R, Lange T, Backhaus SJ, et al. Artificial Intelligence Enabled Fully Automated CMR Function Quantification for Optimized Risk Stratification in Patients Undergoing Transcatheter Aortic Valve Replacement. *J Interv Cardiol* **2022**; **2022**: 1368878.
50. Judson G, Luck J, Lawrence S. Predictors of Short Versus Long Length of Stay Among Transcatheter Aortic Valve Replacement Patients Using a Novel Machine Learning Algorithm. *J Am Coll Cardiol* **2023**; 81 (Suppl. S8): 2194.
51. Swamy RS, Lang RM. Echocardiographic quantification of left ventricular mass: prognostic implications. *Curr Cardiol Rep* **2010**; 12: 277 – 282.
52. Cuspidi C, Facchetti R, Bombelli M, et al. Risk of mortality in relation to an updated classification of left ventricular geometric abnormalities in a general population: the Pamela study. *J Hypertens* **2015** ; 33: 2133 – 2140.
53. Karakuş G, Değirmencioglu A, Nanda NC. Artificial intelligence in echocardiography: Review and limitations including epistemological concerns. *Echocardiography* **2022**; 39: 1044 – 1053.
54. Yu F, Huang H, Yu Q, et al. Artificial intelligence-based myocardial texture analysis in etiological differentiation of left ventricular hypertrophy. *Ann Transl Med* **2021**; 9: 108.
55. Phelan D, Collier P, Thavendiranathan P, et al. Relative apical sparing of longitudinal strain using two-dimensional speckle-tracking echocardiography is both sensitive and specific for the diagnosis of cardiac amyloidosis. *Heart* **2012**; 98: 1442 – 1448.
56. Goto S, Mahara K, Beussink-Nelson L, et al. Artificial intelligence-enabled fully automated detection of cardiac amyloidosis using electrocardiograms and echocardiograms. *Nat Commun* **2021**; 12: 2726.
57. Duffy G, Cheng PP, Yuan N, et al. High-Throughput Precision Phenotyping of Left Ventricular Hypertrophy with Cardiovascular Deep Learning. *JAMA Cardiol* **2022**; 7: 386 – 395.
58. Schwefer M, Aschenbach R, Heidemann J, et al. Constrictive pericarditis, still a diagnostic challenge: comprehensive review of clinical management. *Eur J Cardiothorac Surg* **2009**; 36: 502 – 510.
59. Welch TD, Ling LH, Espinosa RE, et al. Echocardiographic diagnosis of

- constrictive pericarditis: Mayo Clinic criteria. *Circ Cardiovasc Imaging* **2014**; 7: 526 – 534.
60. Geske JB, Anavekar NS, Nishimura RA. Differentiation of Constriction and Restriction: Complex Cardiovascular Hemodynamics. *J Am Coll Cardiol* **2016**; 68: 2329 – 2347.
 61. Jain CC, Miranda WR, El Sabbagh A, et al. A Simplified Method for the Diagnosis of Constrictive Pericarditis in the Cardiac Catheterization Laboratory. *JAMA Cardiol* **2022**; 7: 100 – 104.
 62. Talreja DR, Nishimura RA, Oh JK. Constrictive pericarditis in the modern era: novel criteria for diagnosis in the cardiac catheterization laboratory. *J Am Coll Cardiol* **2008**; 51: 315 – 319.
 63. Sengupta PP, Huang YM, Bansal M, et al. Cognitive Machine-Learning Algorithm for Cardiac Imaging: A Pilot Study for Differentiating Constrictive Pericarditis from Restrictive Cardiomyopathy. *Circ Cardiovasc Imaging* **2016**; 9: e004330.
 64. Chao CJ, Jeong J, Arsanjani R, et al. Echocardiography-Based Deep Learning Model to Differentiate Constrictive Pericarditis and Restrictive Cardiomyopathy. *JACC Cardiovasc Imaging* **2024**; 17: 349 – 360.
 65. Laumer F, Di Vece D, Cammann VL, et al. Assessment of Artificial Intelligence in Echocardiography Diagnostics in Differentiating Takotsubo Syndrome from Myocardial Infarction. *JAMA Cardiol* **2022**; 7: 494 – 503.



In Memoriam **Dr. Roberto Lang** (1951- 2025)

En este número de la Revista de la Federación Argentina de Cardiología se publica lo que seguramente será el último trabajo del Dr. Roberto Lang, al menos en la literatura de la cardiología argentina. La producción científica del Dr. Lang es inagotable, en este preciso momento, varios de sus trabajos están en prensa en diferentes revistas científicas a lo largo y a lo ancho del mundo. Seguramente será el último trabajo, porque en el día de hoy 11 de Junio de 2025, Roberto voló a la altura de sus sueños, dejándonos a los cientos de amigos y discípulos que cosechó, durante su extensa y prolífica carrera médica dedicada al desarrollo del ultrasonido en cardiología con una creatividad y un empuje inigualable, una gran tristeza.

La inteligencia artificial en ecocardiografía fue el último campo donde incursionó con la fuerza de sus ideas y con la calidad académica de siempre. Desde su posición como director del Noninvasive Cardiac Imaging Laboratory y el Cardiac Imaging Center del Hospital de la Universidad de Chicago, Profesor de Radiología y Medicina en cardiología, Carlson Professor of Medicine, hizo volar sus sueños a través de iniciativas que revolucionaron la práctica del diagnóstico en cardiología. Publicó mas de 500 trabajos científicos que junto a recomendaciones y guías de práctica clínica expresan el resultado de su incansable trabajo.

Roberto no solo fue un distinguido cardiólogo, mentor y maestro de cientos de cardiólogos en todo el mundo, sino que además fue un gran hombre. Sensible, honesto, leal, generoso y un gran amigo de sus amigos. Doy fe de su sensibilidad, lealtad y alto sentido de la amistad, ya que pude disfrutar de ello durante mas de 25 años. Compartí a su lado, desde un comienzo, donde la pasión por la innovación nos juntó azarosamente



Prof. Roberto Lang MD FASE FACC FESC

en un focus group de desarrollo del contraste en ultrasonido en Newport Beach hace ya mucho tiempo, la aparición y el crecimiento imparable de nuevas técnicas en ecocardiografía. Su generosidad abrió puertas, no solo para mí sino para muchos otros argentinos, para participar en el nacimiento de la ecocardiografía 3D, el automatismo aplicado a la cuantificación de las distintas funciones cardíacas, la determinación de valores normales en distintos países y distintas razas, la definición de cómo utilizar todas las herramientas para el diagnóstico cardiológico.

Abrió las puertas de su laboratorio junto con las de su corazón a

muchos jóvenes y no tan jóvenes que quisieran aprender de su experiencia y de sus ideas con una generosidad sin límites. Trató de "devolverle" a su amada República Argentina lo que él consideraba debía ser. Viajó miles de kilómetros para estar presencialmente no sólo en los congresos mas destacados sino en cursos y carreras académicas, donde jóvenes argentinos y sudamericanos se formaban con gran esfuerzo, sin buscar recompensas materiales. La Maestría de Ultrasonido en Cardiología de la Universidad Nacional de La Plata, es una prueba de ello desde su creación.

Se ha ido Roberto, pero su legado queda marcado a fuego en los cientos de discípulos formados alrededor del mundo, su viaje eterno comenzó hoy y será tan interminable como sus sueños y tan alto como la genialidad de sus ideas y la fuerza de su trabajo.

Se ha ido Roberto. ¡Pero su legado será infinito! Perdurará en cada uno de sus amigos y discípulos, en sus pacientes y en tantos otros que se beneficiarán de sus logros en el campo de la medicina ¡Muchas gracias, amigo!

Dr. Ricardo Ronderos

Formá parte de nuestra
comunidad de WhatsApp.



Scaneá el código QR



Academia FAC

La nueva plataforma educativa
de FAC. Cursos y formación al
alcance de tus manos.



www.fac.org.ar/academia



**MODO SIMPOSIO ACTIVADO:
¡VIVÁMOSLO JUNTOS!**



**XXIV SIMPOSIO INTERNACIONAL
SCR 2025**

AMPLIANDO LÍMITES

eccosur®

NUEVO **ECG** Carrewell 1103G

Permite la visualización de las 12 derivadas en simultáneo

Cuenta con conexión WiFi, Bluetooth y puerto de comunicación USB para PC

Funciona con protocolos DICOM



ECG View™ RESTING ECG y STRESS ECG



Sistema de registro electrocardiográfico y de esfuerzo de 12 derivaciones

Automatización de mediciones y cintas

No utiliza papel térmico



www.eccosur.com



**AMILOIDOSIS HEREDITARIA POR
TRANSTIRETINA - hATTR**

INSUFICIENCIA CARDÍACA

Si tiene un paciente que presenta manifestaciones cardiovasculares como **INSUFICIENCIA CARDÍACA**, alteraciones de la conducción, hipertrofia ventricular sin HTA, neuropatía periférica, compromiso disautonómico, o antecedentes de túnel carpiano.¹⁻²

Pacientes con ecocardiograma o resonancia cardíaca indicativa de amiloidosis, o con centellografía cardíaca de grado 2-3.²



Puede tratarse de una
**AMILOIDOSIS HEREDITARIA POR
TRANSTIRETINA**

SU PACIENTE PUEDE SER INCLUIDO EN EL PROGRAMA
DIAGNÓSTICO GRATUITO DE PTC THERAPEUTICS



**Solicitud de información
para el programa de
diagnóstico de hATTR**



Click Aquí



1. Conceição I, Coelho T, Rapezzi C, et al. Assessment of patients with hereditary transthyretin amyloidosis - understanding the impact of management and disease progression. Amyloid. 2019;26(3):103-111. doi:10.1080/13506129.2019.162731. **2.** Bistola, V., Parissis, J., Foukarakis, E., Valsamaki, P. N., Anastasakis, A., Koutsis, G., Efthimiadis, G., & Kastritis, E. (2021). Practical recommendations for the diagnosis and management of transthyretin cardiac amyloidosis. Heart failure reviews, 26(4), 861-879.

CITIZEN

 **Tecnología
japonesa**



TENSIÓMETRO DE BRAZO CHU304

Clinically validated
ESH protocol



TENSIÓMETRO DE MUÑECA CH-618

Clinically validated
BHS protocol

Avalados por



AUTORIZADOS POR
anmat

Distribuidor Oficial

SILFAB

GARANTÍA
1 AÑO
MANGAS

GARANTÍA
5 AÑOS
EXTENDIDA