

ISSN 1405-9940 • eISSN: 1665-1731



Archivos de Cardiología de México

**Año 95
Vol 95
Núm. 3
Julio - Septiembre
2025**

International Journal listed in PubMed with Open Access



Disponible en:
www.archivoscardiologia.com



PERMANYER MÉXICO
www.permanyer.com



2025

LA SOCIEDAD MEXICANA DE CARDIOLOGÍA CELEBRA SUS 90 AÑOS DE HISTORIA

**14-17 OCT
2025**

EXPO
GUADALAJARA
♦ CONVENTION & EXHIBITION CENTER ♦



**ÚNETE A NOSOTROS EN EL CONGRESO MEXICANO
Y VIVE UNA GRAN EXPERIENCIA ACADÉMICA**

WWW.SMCARDIOLOGIA.ORG.MX

 [sociedadmexicanadecardiologia](https://www.facebook.com/sociedadmexicanadecardiologia)  [smexcardi](https://twitter.com/smexcardi)  [@smexcardiologia](https://www.instagram.com/smexcardiologia)

Archivos de Cardiología de México

Síguenos en nuestras Redes Sociales



Archivos de Cardiología de México



@acmrevista



@acmrevista



Archivos de Cardiología de México



Disponible en:
www.archivoscardiologia.com

Mádanos tu artículo aquí

ISSN 1405-9940 • eISSN: 1665-1731



Archivos de Cardiología de México

**Año 95
Vol 95
Núm. 2
Abril - Junio
2025**

International Journal listed in PubMed with Open Access



Accede al número 2 aquí



Disponible en:
www.archivoscardiologia.com



PERMANYER MÉXICO
www.permanyer.com



Archivos de Cardiología de México

Órgano Oficial del Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez, a la Sociedad Mexicana de Cardiología y a SIBIC-Internacional

www.archivoscardiologia.com

VOLUMEN 95 - NÚMERO 3 / Julio - Septiembre 2025 – ISSN: 1405-9940

eISSN: 1665-1731

COMITÉ EDITORIAL

Ignacio Chávez[†]
Editor Fundador

Alfonso Buendía Hernández
(INC, CDMX, México)
Editor en Jefe

Solange Gabriela Koretzky
(INC, CDMX, México)
Editora Ejecutiva

Ana Cecilia Zazueta
Mendizábal
(INC, CDMX, México)
Coeditora

Juan Verdejo París
(INC, CDMX, México)
Coeditor

Carlos Jerjes Sánchez
(Hospital Zambrano Hellion,
NL, México)
Coeditor

Carlos Sierra
(INC, CDMX, México)
Coeditor

Instituto Nacional de Cardiología

Jorge Gaspar Hernández
Director General

Gilberto Vargas Alarcón
Director de Investigación

Sociedad Mexicana de Cardiología

Efraín Gaxiola López
Presidente

Ma. Alexandra Arias Mendoza
Vicepresidenta

Mauricio López Meneses
Secretario

Jorge Carrillo Calvillo
Tesorero

CONSEJEROS

María del Carmen Lacy Niebla
(INC, CDMX, México)

Jesús Antonio González Hermosillo
(INC, CDMX, México)

José Fernando Guadalajara Boo
(INC, CDMX, México)

Guillermo Fernández de la Reguera
(INC, CDMX, México)

EDITORES ASOCIADOS (Nacional)

- | | | | |
|---|---|--|--|
| Stephanie Angulo
(INC, CDMX, México) | José Antonio Arias Godínez
(INC, CDMX, México) | Edgar García
(INC, CDMX, México) | Efren Melano Carranza
(INC, CDMX, México) |
| Sandra Antúnez Sánchez
(CMN 20 de Noviembre ISSSTE,
CDMX, México) | Francisco Azar Manzur
(INC, CDMX, México) | Gerardo de Jesús García Rivas
(ITESM, Monterrey, México) | Luis Gerardo Molina
(HGM, CDMX, México) |
| Alejandro Ávila Carrillo
(IMSS, CDMX, México) | Francisco Martín Baranda Tovar
(INC, CDMX, México) | Jaime F. García Guerra
(CM. Zambrano Hellion, Monterrey,
N.L., México) | Javier Molina Méndez
(INC, CDMX, México) |
| Gabriela Borrayo Sánchez
(CMN Siglo XXI, CDMX, México) | Carlos Felipe Barrera
(Centro Hospitalario La Concepción,
Coah., México) | Antonio González Font
(Hospital MCPAL del Niño,
Durango, México) | Carlos Eduardo Morales
(DHR Health, UTRGV, Texas, EE. UU.) |
| Cecilia Britton
(Hospital Pediátrico Baca Ortiz, México) | Miguel Beltrán Gámez
(Hospital Ángeles, Tijuana, México) | Sergio González Romero
(Hosp. Cardiovascular, Durango, México) | Luis Antonio Moreno Ruiz
(IMSS, CDMX, México) |
| Nilda Espinola Zavaleta
(INC, CDMX, México) | Enrique Alexander Berrios Bárcenas
(INC, CDMX, México) | Rodrigo Gopar Nieto
(INC, CDMX, México) | Juan Carlos Necoechea Alva
(Hospital Ángeles, CDMX, México) |
| Karla Guadalupe Carvajal Aguilera
(INP, CDMX, México) | Alejandro Cabello López
(CMN SXXI, IMSS, CDMX, México) | Francisco Javier Guerrero Martínez
(Torre Médica Campestre II,
Gto., México) | Yatzil Necoechea
(INC, CDMX, México) |
| Marianna Andreina García
(INC, CDMX, México) | Juan Calderón Colmenero
(INC, CDMX, México) | Milton E. Guevara Valdivia
(CM La Raza, CDMX, México) | Emilia Patiño
(INC, CDMX, México) |
| Verónica Guarner Lans
(INC, CDMX, México) | Jorge Luis Cervantes Salazar
(INC, CDMX, México) | Pedro Gutiérrez Fajardo
(Instituto Cardiovascular, Gdl. México) | Marco Antonio Peña Duque
(Médica Sur, CDMX, México) |
| María del Carmen Lacy Niebla
(INC, CDMX, México) | Felipe Gerardo Chio Deanda
(UMAE, IMSS, Monterrey, México) | José Enrique Hernández López
(Hospital Español, CDMX, México) | Mauricio Pierdant
(Universidad Autónoma de San Luis Potosí,
SLP, México) |
| Aurora de la Peña
(INC, CDMX, México) | Eduardo Chuquiure Valenzuela
(INC, CDMX, México) | Hermes Ilarrazza Lomeli
(INC, CDMX, México) | Tomas Pulido Zamudio
(INC, CDMX, México) |
| Aloha Meave González
(INC, CDMX, México) | Luis T. Córdova Alvelais
(Cardiología Clín., Saltillo,
Coahuila, México) | Pedro Iturralde Torres
(INC, CDMX, México) | Alejandro Ricalde
(Centro Médico ABC, CDMX, México) |
| Adriana Puente Barragán
(CMN 20 de Nov, CDMX, México) | José Luis Criales Cortes
(Grupo C.T. Scanner, CDMX, México) | Raúl Izaguirre Ávila
(INC, CDMX, México) | Gerardo Rodríguez Díez
(CMN, CDMX, México) |
| María Eugenia Ruiz Esparza
(INC, CDMX, México) | Sergio Criales Vega
(INC, CDMX, México) | Eric Kimura Hayama
(Grupo C.T. Scanner, CDMX, México) | Eduardo Martín Rojas Pérez
(INC, CDMX, México) |
| Lilia Mercedes Sierra Galán
(Hospital ABC, CDMX, México) | Erasmio de la Peña Almaquer
(Inst. Cardiovascular, Monterrey, México) | Cristo Kusulas Zerón
(CMN Siglo XXI, CDMX, México) | Francisco J. Roldán Gómez
(INC, CDMX, México) |
| Margarita Torres Tamayo
(INC, CDMX, México) | Jesús de Rubens Figueroa
(INP, CDMX, México) | Antonio Jordan
(INC, CDMX, México) | Eugenio Ruesga Zamora
(Hospital Ángeles, CDMX, México) |
| Zuilma Yurith Vázquez Ortiz
(INCM NSZ, CDMX, México) | Guering Eid Lidt
(INC, CDMX, México) | José Luis Leyva Pons
(Hospital Central Dr. Morones Prieto,
SLP, México) | Juan Pablo Sandoval Jones
(INC, CDMX, México) |
| Clara Andrea Vázquez Antona
(INC, CDMX, México) | Luis Eng Ceceña
(Hosp. Fátima de Los Mochis,
Sinaloa, México) | José Salvador López Gil
(Instituto Nacional de Cardiología, México) | Luis Efrén Santos Martínez
(CMN Siglo XXI, CDMX, México) |
| Arturo Abundes Velazco
(INC, CDMX, México) | Julio Erdmenger Orellana
(HIM, CDMX, México) | Mauricio López Meneses
(INC, CDMX, México) | Daniel Sierra
(INC, CDMX, México) |
| Carlos Alberto Aguilar Salinas
(INCMNSZ, CDMX, México) | Mario Alberto Benavides González [†]
(Hosp. Universitario de Nuevo León,
N.L., México) | José Antonio Magaña Serrano
(CMN Siglo XXI, CDMX, México) | María Elena Soto
(INC, CDMX, México) |
| José Benito Álvarez Mosquera
(Hospital Español, CDMX, México) | Xavier Escudero Cañedo
(Médica Sur, CDMX, México) | Humberto J. Martínez Hernández
(INC, CDMX, México) | Enrique Vallejo Venegas
(ABC, CDMX, México) |
| Javier Eduardo Anaya Ayala
(INCM NSZ, CDMX, México) | Gerardo Gamba
(INCM NSZ, CDMX, México) | Arturo Martínez Sánchez
(CMN Siglo XXI, CDMX, México) | |
| Diego Araiza Garaygordobil
(INC, CDMX, México) | | | |
| José Antonio Quibrera Matienzo
(Hosp. Pediátrico, Sinaloa, México) | | | |

EDITORES ASOCIADOS (Internacional)

Daniel Aguirre Nava (Hosp. Roberto del Río, Santiago, Chile)	Jorge Catrip Torres (USCL, California, EUA)	Ismael Guzmán Melgar (Hospital Roosevelt, Guatemala)	Samuel Ramírez Marroquín (Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala)
John Jairo Araujo (Vall d'Hebron-Sant Pau, Barcelona España)	Wistremundo Dones (Hosp. Humacao, Puerto Rico)	Sauri Hernández Reséndiz (Academic Medical Center, Singapur)	Juan Ramírez Taveras (Corazones CIBAO, Rep. Dominicana)
Juan José Badimon (Inst. Cardiovascular, New York, EUA)	Pablo Martínez Amezcua (Johns Hopkins Bloomberg School of Public Health, BA, EUA)	Daniel Piñeiro (Hosp. Clínicas, Buenos Aires, Argentina)	Jose Mauricio Velado (Hospital Centro Pediátrico, El Salvador)
Adrián Marco Baranchuk (Queen's University, Ontario, Canada)		Daniel Piskorz (Sanatorio Británico, Argentina)	Fernando Wyss (Cardiosolutions, Guatemala)

CONSEJO CONSULTIVO

Fernando Alfonso España	Mario Delmar Estados Unidos	Valentín Fuster Estados Unidos	José Jalife Estados Unidos	Carlos Zabal Cerdeira México
----------------------------	--------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------	---------------------------------

EQUIPO EDITORIAL

David Quintana Rangel	Deborah Bolnik Sissa	Teresa Ramírez Vidal	Vicente Romero Ferrer
-----------------------	----------------------	----------------------	-----------------------

COMITÉ EDITORIAL INTERNACIONAL

Alicia Manceira (Hospital La Fe, España)	Ernest García (Emory Nuclear Cardiology R&D Laboratory, EUA)	José Luis López Sendón (Hospital Universitario La Paz, España)	Marcelo Di Carli (Brigham and Women's Hospital, EUA)
Adolfo Vera Delgado (Sociedad Médica del Pacífico, Colombia)	Expedito E. Ribeiro da Silva (Instituto del Corazón del Hc FMUSP, Brasil)	José Luis Zamorano (Hospital Clínico San Carlos, España)	Max Amor (Clinique Louis Pasteur, Francia)
Alfredo Ramírez (Hospital Clínico Universidad de Chile, Chile)	Félix Malpartida de Torres (Servicio Andaluz de Salud, Málaga, España)	Juan Antonio Muntaner (Instituto de Cardiología Tucumán, Argentina)	Miguel Ángel Gómez Sánchez (Eborasalud, España)
Antonio Bayés de Luna (Hospital Quironsalud, España)	Francisco López Jiménez (Mayo Clinic, EUA)	Paul Friedman (Mayo Clinic, EUA)	Natesa Pandian (Tufts Medical Center, EUA)
Cándido Martín Luengo (Hospital Universitario de Salamanca, España)	Francisco Navarro López (Hospital Clínico, España)	Juan Carlos Kaski (Hospital St. George's, España)	Paul Friedman (Mayo Clinic, EUA)
Carlos Macaya (Hospital Clínico San Carlos, España)	Françoise Hidden Lucet (Hôpital La Pitié-Salpêtrière, Francia)	Julio E. Pérez (Washington Univ. Sch. Med, St. Louis, EUA)	Pedro Brugada (Hospiten Estepona, Málaga, España)
Conrad Simpfendorfer (Cleveland Clinic, EUA)	Ginés Sanz Romero (Centro Nac. Invest. Cardiovasculares, España)	Leonardo Rodríguez (Cleveland Clinic, EUA)	Robert Frank (Multicare Puyallup Int. Med. Clinic, Francia)
Eduardo Sosa (Instituto del Corazón-InCor, Brasil)	Joelci Tonet (Hôpital La Pitié-Salpêtrière, Francia)	Leopoldo Pérez de Isla (Hospital Clínico San Carlos, Madrid, España)	Sam Asirvatham (Mayo Clinic, EUA)
			Sergio Perrone (Sanatorio de la Trinidad Mitre, Argentina)

COMITÉ EDITORIAL NACIONAL

Victoria Chagoya Hazas (Instituto de Fisiología Celular UNAM, CDMX, México)	Jesús Canale Huerta (Hospital CIMA, Hermosillo, Sonora, México)	Enrique Hong Chon (INP-CINVESTAV, CDMX, México)	Jesús Martínez Sánchez (Medica Sur, CDMX, México)
Martha Franco Guevara (INC, CDMX, México)	Manuel de la Llaeta Romero (CMN Siglo XXI, CDMX, México)	Guillermo Llamas Esperón (Hospital Cardiológica de Aguascalientes, México)	Santiago Nava Townsend (INC, CDMX, México)
Emilia Patiño Bahena (INC, CDMX, México)	Mauro Echavarría Pinto (Hospital Star Medica, Querétaro, México)	Luís Llorente Peter (INCMNSZ, CDMX, México)	Yatzil Necoechea (INC, CDMX, México)
Lydia Rodríguez Hernández (Hospital Ángeles Pedregal, CDMX, México)	Emilio Exaire Murad (Hospital Médica Sur, CDMX, México)	Jorge Luna Guerra (Hospital Angeles, Tijuana, México)	Gerardo Rodríguez Díez (Centro Médico ABC, CDMX, México)
Marco Antonio Alcocer Gamba (Hospital Ángeles, Querétaro, México)	Adolfo García Sainz (Instituto de Fisiología Celular UNAM, CDMX, México)	Pastor Luna Ortiz† (INC, CDMX, México)	Erick Alexánderson Rosas (INC, CDMX, México)
Rodolfo Barragán García (Hospital Médica Sur, CDMX, México)	Jorge R. Gómez Flores (INC, CDMX, México)	Manuel Martínez Lavín (INC, CDMX, México)	María Elena Soto (INC, CDMX, México)
Rafael Bojalil Parra (UAM-X, CDMX, México)	Valentín Herrera Alarcón (INC, CDMX, México)	Jesús Martínez Reding (INC, CDMX, México)	Guillermo Torre Amione (CM. Zambrano Hellion, Monterrey, N.L., México)
		Carlos Martínez Sánchez (INC, CDMX, México)	Daniel Zavaleta López (Consultas privadas, Tuxtla Gutiérrez, México)



Archivos de Cardiología de México

Órgano Oficial del Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez, a la Sociedad Mexicana de Cardiología y a SIBIC-Internacional

Archivos de Cardiología México, Continuación de Archivos Latinoamericanos de Cardiología y Hematología (1930), de Archivos del Instituto de Cardiología de México (1944). 1944 y 1961 por Instituto Nacional de Cardiología (registro 303757).

Factor de impacto: Journal Citation Reports = 0.7
Indicador de trascendencia:
SCImago Journal Rank (SJR, 2024) = 0,233
Para comparar con otras revistas, visite:
www.scimagojr.com

Archivos de Cardiología de México
provides:

- Free full text articles – freely accessible online.
- Peer review by expert, practicing researchers.
- Worldwide visibility through PubMed/MEDLINE.

La revista está indexada o listada en/
This journal is indexed in:
WoS/ESCI™, PubMed/MEDLINE,
Excerpta Medica/EMBASE, EBSCO,
Biological Abstracts/BIOSIS,
Índice de Revistas Mexicanas de
Investigación Científica y Tecnológica
(CONACYT), ISI-Master Journal List,
MD Consult (Elsevier), SJR SCIMAGO,
SCOPUS, Periódica (Índice de Revistas
Latino-americanas en Ciencias),
Latindex, Ulrich's International Directory,
Medigraphic (Literatura Biomédica),
SciELO-México.

La revista Archivos de Cardiología de México representa al órgano oficial del Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez, a la Sociedad Mexicana de Cardiología y a SIBIC-Internacional. Es una publicación que recibe manuscritos en español e inglés y cuenta con una plataforma digital para gestionar el proceso editorial, incluyendo la recepción y aceptación de artículos de investigación en el ámbito cardiovascular, tanto clínico como experimental, en los siguientes subtemas:

- Cirugía cardiovascular
- Hemodinámica y coronaria
- Cardiopatías congénitas en niños y adultos
- Hematología

En las siguientes categorías:

- Editoriales*
- Comentarios editoriales*
- Cartas Científicas
- Artículos opinión
- Artículos especiales*
- Artículos de investigación
- Artículos de revisión
- Carta al editor-replica*
- Imagen cardiológica

*Solo por invitación**

Todos los artículos son evaluados por pares doble ciego por el comité editorial y no serán revisados entre los miembros de la misma institución. La mayor parte del espacio se destinará a trabajos originales, el resto a revisión de temas cardiológicos y a comunicaciones breves. Se publicarán en fascículos trimestrales tanto en forma impresa como en revista electrónica de acceso libre. Se reservará un lugar para noticias médicas.

La revista cuenta con el software iThenticate, que permite analizar cada documento comparándolo con todos los existentes en línea para evaluar coincidencias. No se permitirán prácticas fraudulentas, como la falsificación de datos, duplicidades o plagio.

Editor en jefe Dr. Alfonso Buendía Hernández Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez,
<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorid=7006079294>

- Insuficiencia Cardíaca
- Electrofisiología
- Rehabilitación
- Cardio-Oncología

- Investigación Básica
- Investigación Clínica
- Investigación carta científica
- Investigación carta al editor*
- Encargo*
- Suplemento*
- Trombosis*
- Insuficiencia cardíaca*
- Curso de cardiología*

Archivos de Cardiología de México (ISSN 1405-9940) is the official journal of the Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez," the Sociedad Mexicana de Cardiología (Mexican Society of Cardiology) and of the Sociedad de Internos y Becarios del Instituto Nacional de Cardiología (SIBIC-Internacional). All articles are evaluated by double blind peers by the editorial committee. It has been published without interruption since 1930. Formerly known as "Archivos Latinoamericanos de Cardiología y Hematología" it changed its name to "Archivos del Instituto Nacional de Cardiología de México," when the Instituto Nacional de Cardiología was constituted, in Mexico City in 1944.

Its name was changed again in 2001 to "Archivos de Cardiología de México," as it is currently known. It is published in quarterly fascicles, in print and with free electronic access. Most of the space will be allocated to original works, and the rest to the review of cardiological issues and brief communications. A place will also be reserved for medical news.

The journal has a Crosscheck software that allows for the analysis of each document by comparing it with already existing online texts, to detect any match. Fraudulent practices will not be allowed, particularly the falsification of data, duplicity and plagiarism.

ARCHIVOS DE CARDIOLOGÍA DE MÉXICO, Año 95, Vol. 3, Julio-Septiembre 2025, es una publicación trimestral con 4 números anuales editado y publicado por el Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez, Distribuido por el Departamento de Publicaciones, Juan Badiano, N° 1, Col. Sección XVI, Alcaldía Tlalpan, C.P. 14080, Ciudad de México, Tel.: +52 55 5573 2911 Ext. 23304, 23302 y 23305. Sitio web: <http://archivoscardiologia.com/>, correo electrónico: acmrevista@gmail.com, Editor Responsable: Dr. Alfonso Buendía Hernández. Número de reserva de derecho al uso exclusivo N° 04-2023-051009475400-102 y número ISSN: 1405-9940, e-ISSN: 1665-1731, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Número de Certificado de Licitud de Título: 11844. Número de certificado de licitud de contenido: 8444, otorgado por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas "Secretaría de Gobernación". Editado por Permanyer México SA de CV. Impreso en México por Offset Santiago SA de CV, San Pedro Totoltepec, Manzana 4, Lote 2 y 3, Parque Industrial Exportec 1, 50200 Toluca de Lerdo, México. Este número se terminó de imprimir el 08 de agosto de 2025 con un tiraje de 500 ejemplares, publicación periódica. La reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de esta publicación se rige de acuerdo a la licencia Creative Commons (CC BY-NC-ND 4.0).

Esta obra se presenta como un servicio a la profesión médica. El contenido de la misma refleja las opiniones, criterios y/o hallazgos propios y conclusiones de los autores, quienes son responsables de las afirmaciones. En esta publicación podrían citarse pautas posológicas distintas a las aprobadas en la Información Para Prescribir (IPP) correspondiente. Algunas de las referencias que, en su caso, se realicen sobre el uso y/o dispensación de los productos farmacéuticos pueden no ser acordes en su totalidad con las aprobadas por las Autoridades Sanitarias competentes, por lo que aconsejamos su consulta. El editor, el patrocinador y el distribuidor de la obra, recomiendan siempre la utilización de los productos de acuerdo con la IPP aprobada por las Autoridades Sanitarias.



Permanyer
Mallorca, 310 – Barcelona (Cataluña), España – permanyer@permanyer.com

Permanyer México
Temístocles, 315
Col. Polanco, Del. Miguel Hidalgo – 11560 Ciudad de México
mexico@permanyer.com

© 2025 Archivos de Cardiología de México



www.permanyer.com

TCF Impreso en papel
totalmente libre de cloro

Este papel cumple los requisitos de ANSI/NISO
Z39.48-1992 (R 1997) (Papel Permanente)

Edición impresa en México

ISSN: 1405-9940
Ref.: 10971AMEX253

La información que se facilita y las opiniones manifestadas no han implicado que los editores llevaran a cabo ningún tipo de verificación de los resultados, conclusiones y opiniones.

Reproducciones con fines comerciales: Sin contar con el consentimiento previo por escrito del editor, no podrá reproducirse ninguna parte de esta publicación, ni almacenarse en un soporte recuperable ni transmitirse, de ninguna manera o procedimiento, sea de forma electrónica, mecánica, fotocopiando, grabando o cualquier otro modo para fines comerciales. Portada: Paciente con estenosis aórtica valvular y dilatación postestenótica. Flujo 4D de doble arco aórtico. Cortesía del Dr. Sergio Patrón.



Archivos de Cardiología de México

Órgano Oficial del Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez, de la Sociedad Mexicana de Cardiología y de SIBIC-Internacional

www.archivoscardiologia.com

VOLUMEN 95 - NÚMERO 3 / Julio-Septiembre – ISSN: 1405-9940

eISSN: 1665-1731

EDITORIAL

La cardiología geriátrica

Luis A. Lasses-y-Ojeda

141

ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN ORIGINAL

Inmunización y enfermedad cardiovascular en América Latina. El estudio CorVacc: fundamento y diseño

Fernando Wyss, Ricardo Lopez-Santi, Daniel Piskorz, Shyla Gupta, Ana Munera-Echeverri, Pilar Lopez-Santi, Gonzalo Piskorz, Vladimir Ullauri, Juan E. Gomez, Mildren del Sueldo, Claudia Almonte, Máxima Mendez, Osiris Valdez, Carlos I. Ponte-Negreti, Iván Romero-Rivera, Adriana Puente-Barragan, Raúl Villar, Julio Effio, Daniel Pichel, Percy Berrospi, Ana I. Barrientos, Nancy Silvera, Edmundo Jordan, Wistremundo Dones, Daniel Quezada, Ariel Arguello, Gonzalo Perez y Adrián Baranchuk;
On Behalf of The CorVacc Study Investigators

144

Factores sociodemográficos asociados a la adherencia a la medicación en pacientes hipertensos del norte del Perú: un estudio transversal

Gianina L. Cordova-Ruiz, Lissett J. Fernández-Rodríguez y Victor H. Bardales-Zuta

153

Utilidad de la puntuación ACTION ICU como predictor de complicaciones en pacientes mexicanos con infarto agudo al miocardio sin elevación del segmento ST

José M. Alanís-Naranjo, Agustín Vela-Huerta, Julio C. Rivera-Hermosillo y José E. Villegas-Mayoral

160

Impacto de una intervención educativa estructurada en las actitudes y la práctica de la insuficiencia cardiaca en Latinoamérica

Lucrecia M. Burgos, María P. Duczynski, María L. Coronel y Jorge Thierier

169

Stent ductal versus fístula de Blalock-Taussig-Thomas en un país de Latinoamérica

Diego F. Rivera-Parrado, José L. Colín-Ortiz, Miguel F. Barrera-Colín, Javier López-Terrazas, Paulina Sánchez-Grande, Camilo A. Rivera-Parrado y Ever Munive-Molina

175

El índice cintura-IMC supera al IMC y la circunferencia de la cintura en la predicción de la presión de pulso elevada: un análisis poblacional en Perú

Victor J. Vera-Ponce, Fiorella E. Zuzunaga-Montoya, Nataly M. Sánchez-Tamay, Juan C. Bustamante-Rodríguez, Luisa E.M. Vásquez-Romero, Joan A. Loayza-Castro y Carmen I. Gutiérrez-De Carrillo

185

Caracterización diagnóstica y morbimortalidad en pacientes pediátricos con diagnóstico de anillo vascular

José L. Castro-Machuca, Andrés M. Tavera-Paredes, Francisco Castillón-Castillo, Gloria Juárez-Vázquez y Alfonso Buendía-Hernández

197

Septostomía atrial con doble balón "dinámico". Nueva modificación de la técnica del Dr. Rashkind para casos con septum interatrial engrosado

José L. Colín-Ortiz, Roberto Silva-Quijano, Jorge Alberto Silva-Estrada, Roberto I. Maldonado-Alonso, Ever Munive-Molina, Linda F. Pérez-Pérez, Rigoberto Zamudio-Meneses, Carlos A. Corona-Villalobos, Hugo Cabrera-González, Roberto Tepatzi-Carranco, Sylvia K. Sánchez-González, Luis Martín Garrido-García, Alfredo Bobadilla-Aguirre y Javier López-Terrazas

206

ARTÍCULOS DE REVISIÓN

Soporte nutricional en pacientes pediátricos con oxigenación por membrana extracorpórea: nuevas perspectivas

Karla I. Gómez-Becerra, Miguel Robledo-Valdez, Miguel Morante-Ruiz, Martha C. Martínez Soto-Holguín, Gabino Cervantes-Guevara, Sol Ramírez-Ochoa, Gabino Cervantes-Pérez, Lorena A. Cervantes-Pérez, Berenice Vicente-Hernández, Karla D. Castro-Campos, M. Guadalupe Flores-Alatorre y Enrique Cervantes-Pérez

215

Fisiopatología de las corrientes de lesión miocárdica: aportes de nuevos métodos electrocardiográficos

Mario J. Mc Loughlin y Santiago Obregón-Rosas

224

Aplicación clínica de la secuencia de flujo 4D en resonancia magnética cardíaca. Ejemplos prácticos

Andrea Salas-Mier, Laura V. Torres-Araujo, Moisés Jiménez-Santos, Ana M. Rosas-Vázquez, Jorge A. Silva-Estrada, Edgar García-Cruz y Julieta Rancati

233

CARTAS CIENTÍFICAS

Espasmo ductal versus variaciones angiográficas durante el cierre transcatéter de conducto arterioso persistente: reporte de caso.

Pesadilla en el cierre del ducto arterioso

Roberto Mijangos-Vázquez y Andrea Castillo-González

241

Carcinoma hepatocelular con extensión cardíaca de trombo tumoral de vena cava inferior: reporte de caso

Rafael Pedraza-Jiménez, Roberto Anjed Velazco-Llinas, Valeria Sandoval-Martínez y José M. Alanís-Naranjo

245

Niveles séricos de metaloproteinasas como biomarcadores predictivos de eventos cardiovasculares adversos en hombres con infarto con elevación del segmento ST

María G. Soberanes-García, Laura Barragán-Huerta, Malinali Brianza-Padilla, Yaneli Juárez-Vicuña, Héctor González-Pacheco y Luis M. Amezcua-Guerra

250

Resolución transcatéter de disfunción de una válvula aórtica mecánica en un paciente pediátrico

José L. Colín-Ortiz, Jorge A. Silva-Estrada, Paola S. García-Vargas y Yigal Pina-Reyna

255

IMÁGENES EN CARDIOLOGÍA

Disfunción protésica aórtica debido a endocarditis por Staphylococcus lugdunensis posterior a TAVI

Carlos Á. Monterrey-García, Elvira Flores-Ibarra, José M. Alanís-Naranjo, Julio C. Rivera-Hermosillo y Diana C. Méndez-Tino

259

Excrecencia de Lambi en la válvula aórtica

José M. Alanís-Naranjo, Elvira Flores-Ibarra, Carlos Á. Monterrey-García, Cielmar Galeana-Abarca y Julio C. Rivera-Hermosillo

262

Conexión anómala de venas pulmonares supracardíacas: el valor de la resonancia magnética cardíaca y el uso del flujo 4D en su evaluación

Rubén A. León-Laredo, Miguel A. Cruz-Marmolejo, Miguel F. Barrera-Colín, Karla Y. Franco-Rodríguez, Diego S. Claudio-Moreno, Luis F. Chávez-Vázquez, David Flores-Castañeda, María F. Rosas-Anaya, Ingrid J. Pratt-Rosales, Aloha Meave-González y Erick Alexanderson-Rosas

264

CARTAS AL EDITOR

Protección radiológica en cardiología intervencionista pediátrica en América Latina y el Caribe: colaboración y retos en México

Silvia C. Britton-Robles, Carlos A. Ubeda-de la Cerda y María C. Franco-Cabrera

267

Comentario del estudio de las primeras perspectivas de hipertensión arterial en México (RIHTA): ¿estamos haciendo las cosas bien?

Regina Aguilar-López, Gustavo Rojas-Velasco y Renata Toledo-Eliás

269

La cardiología geriátrica

Geriatric cardiology

Luis A. Lasses-y-Ojeda

Servicio de Cardiología Geriátrica, Departamento de Consulta Externa, Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México

A partir de la mitad del siglo xx veíamos venir el incommensurable destino de la humanidad: el envejecimiento poblacional. Hoy, el destino nos ha rebasado.

Algunos grupos de profesionales de la salud nos hemos dado a la tarea de investigar enfermedades prevalentes y estudiarlas a fondo en personas de edad avanzada.

Todo inicia con la invención de la palabra «geriatria» (de *geron* [viejo] y *iatrikos* [tratamiento médico]) por Ignatz Leo Nascher. La geriatria se derivó del *geronte*, un grupo de hombres mayores de 60 años que dirigía el consejo legislativo (*gerousia*) de Atenas. Nascher escribió un libro, publicado en 1914, titulado *Geriatría: las enfermedades de la vejez y su tratamiento*. Fue contemporáneo de Sir William Osler, quien fue notablemente ageista al afirmar que los hombres mayores de 40 años eran relativamente inútiles, y los hombres mayores de 60 años se consideraban absolutamente inútiles, y el cloroformo no era una mala idea para este grupo de edad¹. Por otra parte, la gerontología es una disciplina científica que estudia el envejecimiento, la vejez y el adulto mayor bajo la perspectiva biológica, psicológica y social. Entre sus objetivos más importantes destacan: a) la promoción y el fomento de un estilo de vida saludable para un envejecimiento activo; b) la prevención de los daños a la salud; c) el estudio de los procesos intergeneracionales y de la familia; d) la

implementación de estrategias de intervención; e) garantizar la calidad y la accesibilidad a los servicios de salud gerontológicos; y f) la implementación de estrategias de cambio en seguridad social y políticas públicas².

El transcurso del envejecimiento tiene consecuencias en el desarrollo y en el empeoramiento de enfermedades crónicas y degenerativas. Como el propio término define, es el declive de los procesos fisiológicos y anatómicos que acrecientan y empeoran la evolución de múltiples padecimientos, los cuales determinan la vulnerabilidad de los individuos y la mayor complejidad de las enfermedades cardiovasculares. A partir de estas premisas se ha desarrollado el concepto de «envejecimiento saludable», que se define como el proceso de fomentar y mantener la capacidad funcional que permita el bienestar en la vejez. La capacidad funcional consiste en tener los atributos que permiten a todas las personas ser y hacer lo que para ellas es importante³.

¿Pero en qué momento se es viejo? Considerando que el proceso fisiológico inicia a los 34 años, no es factible reflexionarlo de esta manera. Personalmente creo que, debido a la heterogeneidad del envejecimiento, no se debe considerar a un individuo como anciano solo por la edad cronológica, sino por la presentación de los llamados síndromes geriátricos, que hablan de un desgaste progresivo de las funciones

Correspondencia:

Luis A. Lasses-y-Ojeda
E-mail: alasses@yahoo.com

Fecha de recepción: 08-05-2024
Fecha de aceptación: 16-08-2024
DOI: 10.24875/ACM.24000092

Disponible en internet: 04-08-2025
Arch Cardiol Mex. 2025;95(3):141-143
www.archivoscardiologia.com

1405-9940 / © 2024 Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez. Publicado por Permanyer. Este es un artículo *open access* bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

orgánicas y no necesariamente van acordes con el tiempo, aunque son más frecuentes después de los 65 años. No obstante, la Organización Mundial de Salud considera al individuo mayor de 60 años como una persona en edad geriátrica. La importancia de esto estriba en los grupos poblacionales actuales, pues en 2020 el número de personas de 60 años y más superó al de niños menores de 5 años.

En el Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez de México iniciamos el milenio con la apertura del primer servicio formal de cardiología geriátrica en el mundo, así como con el primer curso de alta especialidad de esta estirpe, acreditado por la Universidad Nacional Autónoma de México.

Así, el día primero de enero del año 2000 partimos las expectativas y rompimos paradigmas en el diagnóstico, el tratamiento y la investigación de las enfermedades cardiovasculares de los enfermos de edad muy avanzada.

El cardiólogo geriatra debe estar capacitado para diagnosticar, detectar e influir en los síndromes geriátricos, de los cuales destacan la fragilidad, la discapacidad, la incontinencia, las caídas, la inestabilidad, los trastornos del sueño, las úlceras por presión, la depresión, la ansiedad, la sarcopenia, las deficiencias nutricionales, los déficits sensoriales, la vulnerabilidad, el deterioro cognitivo, el *delirium*, la multimorbilidad, la polifarmacia, las interacciones medicamentosas, la red de apoyo familiar y la adherencia al tratamiento. Todos ellos pueden influir en la fisiología, la presentación y el manejo de las enfermedades en general, pero sobre todo de las cardiovasculares, siendo por sí mismas precursoras del declive funcional, la debilidad, la pérdida de la independencia y la discapacidad. Esto conlleva que dichos padecimientos se comporten de forma distinta que en las poblaciones de pacientes más jóvenes, y también que la tasa de mortalidad asociada a las enfermedades cardiovasculares sea mucho más elevada en el grupo de personas de edad avanzada.

La prevalencia de las enfermedades cardiovasculares aumenta de manera exponencial con el transcurso de la edad. Así, la disfunción del nodo sinusal, patologías arteriales como la enfermedad vascular periférica, la coronaria, la aórtica y la cerebrovascular, la hipertensión arterial, las arritmias y las valvulopatías como la estenosis aórtica degenerativa, podrían considerarse como enfermedades habituales del envejecimiento.

Un porcentaje muy alto de los mayores de 65 años tendrán alguna comorbilidad, aumentando su prevalencia con el devenir de los años. Las más abundantes son la hipertensión arterial, la diabetes *mellitus*, la

enfermedad cerebrovascular, la enfermedad pulmonar obstructiva crónica, la apnea obstructiva del sueño, la enfermedad renal crónica, la enfermedad hepática, la enfermedad vascular periférica, la enfermedad tumoral, la demencia, la depresión y la desnutrición. La comorbilidad se asocia con deterioro en la calidad de vida y con mayor mortalidad.

El abordaje de las enfermedades cardiovasculares en los adultos mayores no es simple. No optimizar el diagnóstico y el tratamiento de la comorbilidad conlleva un protocolo de estudio incompleto e inadecuado para lograr el perfeccionamiento de los tratamientos encaminados a alcanzar una mejor calidad de vida y, consecuentemente, quizá, una mayor sobrevida. Además, las personas mayores pueden encontrarse en diferentes escenarios: en la comunidad (ya sea que acuden a consulta externa o aquellos que permanecen en sus domicilios por inmovilidad), en residencias de estancia prolongada, en unidades de cuidados agudos o en hospitalización. Esta situación se escapa de las manos del cardiólogo que atiende solo consulta, solo hospitalización o ambas. Por ello, se requiere trabajar con un equipo multidisciplinario entrenado en atención de alta especialidad en cardiología geriátrica. Lo ideal es incluir cardiólogos entrenados en atención geriátrica, geriatras entrenados en enfermedades cardiovasculares, cirujanos cardiovasculares, nefrólogos, paliativistas, personal de enfermería y profesionales de trabajo social, nutrición, odontología, rehabilitación y psicología, entre otros. Las características principales de este equipo son la capacidad de comunicación, la organización en la atención y la participación en la toma de decisiones consensuadas. Incluir profesionales de diferentes ramas de la atención a la salud ayuda a combatir el «edadismo», que se entiende como la discriminación por motivos de la edad, ayudando a empoderar al paciente y su familia, para que las enfermedades cardiovasculares no sean una limitante para continuar una vida digna.

El expediente médico no solo debe incluir componentes clínicos, sino también elementos sociales, financieros y psicológicos del envejecimiento. En forma ideal, se debe incluir la valoración geriátrica integral, nutricional y farmacológica. Se recomienda utilizar escalas de fragilidad y recordar que algunas maniobras simples, como evaluar la fuerza al apretar la mano o la velocidad de la marcha, son útiles para juzgar la capacidad funcional.

La evaluación de los síntomas no es una labor sencilla, ya que suelen ser atípicos. Así, por ejemplo, la enfermedad arterial coronaria se puede manifestar solo

con disnea, náuseas o diaforesis, o la insuficiencia cardiaca con confusión, irritabilidad y alteraciones gastrointestinales. Los síntomas pueden estar atenuados como consecuencia de una actividad física reducida, y en muchos casos la valoración es muy difícil debido a dificultades en la comunicación por déficit sensorial o alteración del estado mental. La información de los familiares es un gran apoyo.

Trabajamos en la época de la medicina basada en la evidencia, pero esa práctica profesional es difícil en este grupo etario. La evidencia usada para elaborar las guías de práctica clínica por lo general no incluye a mayores, y el manejo puede ser diferente debido a su comorbilidad. También se debe tener en cuenta la esperanza de vida cuando se define el tratamiento a seguir. El manejo farmacológico igualmente es complicado, pues el envejecimiento modifica la farmacocinética y la farmacodinamia de muchos fármacos. El riesgo de reacciones adversas farmacológicas es de tres a cinco veces mayor en los longevos, y estas son una causa frecuente de hospitalización y de muerte durante la estancia hospitalaria. El cardiólogo geriatra no solo deberá tener conocimiento profundo de la farmacología, sino también estudiar las sustancias de herbolaria a menudo utilizadas en este grupo de pacientes y que pueden interactuar con los medicamentos utilizados en el tratamiento de las enfermedades cardiovasculares. Cabe mencionar que las reacciones adversas graves son más frecuentes con los medicamentos psicotrópicos y cardiovasculares. El efecto hipotensor de algunos fármacos puede exacerbar síntomas de hipotensión ortostática o posprandial, y además puede ser causa de caídas y de deterioro de la función mental, y como consecuencia restringir la movilidad de los pacientes. Con la finalidad de evitar errores en la prescripción de medicamentos en los adultos mayores se han desarrollado unos criterios aplicados por expertos y que idealmente se deben considerar antes de prescribir un fármaco. En general, se debe establecer el mínimo número de fármacos posible y revisarlos con frecuencia. Hay que eliminar

los fármacos innecesarios y los de eficacia dudosa. Es prudente comprobar si hay errores de cumplimiento, advertir e interrogar con frecuencia sobre el desarrollo de efectos secundarios y conocer las interacciones más habituales.

El riesgo de complicaciones por procedimientos y por cirugía cardiovascular es mayor en los longevos. Sin embargo, a pesar de los riesgos, se pueden tener unos resultados muy buenos en pacientes mayores sometidos a procedimientos invasivos.

En conclusión, la cantidad de personas ancianas con enfermedades cardiovasculares se encuentra en aumento. En su atención es muy importante tener en cuenta la comorbilidad y los síndromes geriátricos, en especial el estado de fragilidad y las expectativas de sobrevida. Los programas de entrenamiento en cardiología deben incluir el aprendizaje en tópicos relacionados con el envejecimiento y la atención en las personas mayores. Los cardiólogos, independientemente de su alta especialidad en intervencionismo, ecocardiografía o cuidados críticos, requieren educación médica continua relacionada con esta población, que conforma la mayoría de sus pacientes. De igual manera, los geriatras requieren entrenamiento adicional en enfermedades cardiovasculares porque son quienes proveen atención clínica en el domicilio, las unidades de agudos o las residencias de larga estancia. La integración de equipos multidisciplinarios de atención cardiovascular debe estar presente en todas las instituciones. La atención centrada en la persona mayor es el presente, no es el futuro. Con esto, todos participaremos en la construcción de comunidades amigables con el envejecimiento.

Referencias

1. Petscareinf. Historia de la geriatría: el nacimiento, el desarrollo. 2024. Disponible en: <https://petscareinf.com/article/historia-de-la-geriatria-el-nacimiento-el-desarrollo/3233>. 9
2. Zarebski G, Marconi A, Serrani D. Inventario de factores psíquicos protectores en el envejecimiento – FAPPREN. Presentación de la versión abreviada FAPPREN (VA). Rev Arg Gerontol Geriatr. 2021;35:17-29.
3. Zarebski G. Hacia el Decenio del Envejecimiento Saludable. Cambios de paradigmas gerontológicos: avances y retrocesos. PROCAM. Programa de Actualización en Cuidados del Adulto Mayor. Sociedad Argentina de Gerontología y Geriatria. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2020.

Immunization and cardiovascular disease in Latin America. The CorVacc study: rationale and design

Inmunización y enfermedad cardiovascular en América Latina. El estudio CorVacc: fundamento y diseño

Fernando Wyss^{1*}, Ricardo Lopez-Santi², Daniel Piskorz³, Shyla Gupta⁴, Ana Munera-Echeverri⁵, Pilar Lopez-Santi⁶, Gonzalo Piskorz⁷, Vladimir Ullauri⁸, Juan E. Gomez⁹, Mildren del Sueldo¹⁰, Claudia Almonte¹¹, Máxima Mendez¹², Osiris Valdez¹³, Carlos I. Ponte-Negret¹⁴, Iván Romero-Rivera¹⁵, Adriana Puente-Barragan¹⁶, Raúl Villar¹⁷, Julio Effio¹⁸, Daniel Pichel¹⁹, Percy Berrospi²⁰, Ana I. Barrientos²¹, Nancy Silvera²², Edmundo Jordan²³, Wistremundo Dones²⁴, Daniel Quezada²⁵, Ariel Arguello²⁶, Gonzalo Perez²⁷, and Adrián Baranchuk²⁸ on behalf of The CorVacc Study Investigators

¹Servicios y Tecnología Cardiovascular de Guatemala-CARDIOSOLUTIONS, Guatemala; ²Hospital Italiano de la Plata, La Plata, Argentina; ³Unidad de Cardiología Sanatorio Británico, Rosario, Argentina; ⁴University of Ottawa, Faculty of Medicine, Ottawa, Canadá; ⁵Hospital General de Medellín, Medellín, Colombia; ⁶Leiden University Medical Center, Leids Universitair Medisch Centrum, Leiden, Holanda; ⁷Data IQ, Buenos Aires, Argentina; ⁸Hospital Metropolitano de Quito, Quito, Ecuador; ⁹Fundación Valle de Lili, Unidad de Cardiología, Cali, Colombia; ¹⁰Clínica de Especialidades Villa María, Córdoba, Argentina; ¹¹CEMDOE Unidad de Cardiología, Santo Domingo, República Dominicana; ¹²Cli-Lipid, Santo Domingo, República Dominicana; ¹³Hospital Central de la Romana, La Romana, República Dominicana; ¹⁴Instituto Médico la Floresta, Caracas, Venezuela; ¹⁵Universidade Federal de Alagoas, Alagoas, Brasil; ¹⁶Centro Médico Nacional XX de Noviembre, Ciudad de México, México; ¹⁷BUPA Integra Medica la Serena, La Serena, Chile; ¹⁸Panamá Clínica-Hospital Santa Fe, Panamá, Panamá; ¹⁹Universidad de Panamá-Hospital Paitilla, Panamá, Panamá; ²⁰SANNA Clínica el Golf, Lima, Perú; ²¹Hospital Bendaña, San Pedro Sula, Honduras; ²²Sanatorio Santani, Asunción, Paraguay; ²³Hospital Pavia Santurce Cardiology Center, San Juan, Puerto Rico; ²⁴Hospital Ryder Memorial, Humacao, Puerto Rico; ²⁵Hospital San Vicente de Paul, San José, Costa Rica; ²⁶Hospital Vivian Pellas, Managua, Nicaragua; ²⁷Clinica Olivos, Buenos Aires, Argentina; ²⁸Kingston Health Sciences Centre, Queens University, Kingston, Canadá

Abstract

Objectives: To determine the rates of vaccination against influenza and pneumococcal disease in the general population of the Americas, both healthy and sick, and to analyze the factors influencing these rates. **Methods:** The Inter-American Vaccination Registry of Influenza and Pneumococcus, (CorVacc Study) is a cross-sectional survey of the general population that will be enacted in 19 Latin American countries. A total of 34 questions will be given to consecutive patients aged 18 years or older through an online survey. **Results:** The data will be analyzed by country and region according to seven clusters: demographics, socioeconomic and educational level, cardiometabolic profile, cardiovascular interventions, medical follow-up and treatments, and COVID-19 vaccination status. The study will be conducted by the Prevention Council of the Inter-American Society of Cardiology. **Conclusions:** This study will provide insight into the impact of influenza and pneumococcus vaccinations in Latin American populations and the barriers preventing the immunization targets from being actualized. Hopefully, this will help to facilitate the development of targeted and focused health prevention strategies.

Keywords: Vaccines. Influenza. Pneumococcus.

*Correspondence:

Fernando Wyss
E-mail: fernandowyss@gmail.com

Date of reception: 15-12-2024

Date of reception: 17-01-2025

DOI: 10.24875/ACM.24000239

Available online: 04-08-2025

Arch Cardiol Mex. 2025;95(3):144-152

www.archivoscardiologia.com

1405-9940 / © 2025 Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez. Published by Permanyer. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Resumen

Objetivos: Determinar las tasas de vacunación contra la influenza y la enfermedad neumocócica en la población general de las Américas, tanto en personas sanas como enfermas, y analizar los factores que influyen en estas tasas. **Métodos:** El Registro Interamericano de Vacunación contra la Influenza y el Neumococo (Estudio CorVacc) es una encuesta transversal dirigida a la población general que se llevará a cabo en 19 países de América Latina. Se aplicará un total de 34 preguntas a pacientes consecutivos de 18 años o más mediante una encuesta en línea. **Resultados:** Los datos serán analizados por país y región según siete grupos: demografía, nivel socioeconómico y educativo, perfil cardiometabólico, intervenciones cardiovasculares, seguimiento médico y tratamientos, y estado de vacunación contra la COVID-19. El estudio será llevado a cabo por el Consejo de Prevención de la Sociedad Interamericana de Cardiología. **Conclusiones:** Este estudio proporcionará información sobre el impacto de las vacunas contra la influenza y el neumococo en las poblaciones de América Latina y las barreras que impiden alcanzar los objetivos de inmunización. Se espera que estos hallazgos contribuyan al desarrollo de estrategias de prevención de la salud más enfocadas y efectivas.

Palabras clave: Vacunas. Influenza. Neumococo.

Introduction

Cardiovascular (CV) disease is the leading cause of morbidity and mortality worldwide. The current global health policy goals include a 25% reduction in premature mortality from non-communicable diseases by 2025¹.

There is a strong association between respiratory infections and acute CV events. All strains of influenza and *Streptococcus pneumoniae* infections can trigger a variety of CV alterations that may lead to hospitalization or death²⁻⁶.

Evidence has shown that influenza vaccination (IV) and pneumococcus vaccination (PV) are associated with a reduction in the rate of several CV outcomes, such as myocardial infarction (MI), heart failure (HF) hospitalization, and CV mortality⁷⁻¹⁷. However, several challenges have been identified in the implementation of these prevention strategies. These challenges include patient decisions (vaccine hesitancy, previous experience, and misinformation), healthcare providers' knowledge and attitudes toward vaccination, and healthcare system barriers. All these factors contribute to lower-than-expected immunization rates in Latin America and globally¹⁸⁻²⁸.

Despite the efforts by the World Health Organization, government authorities, and health leaders in most countries to encourage compliance with vaccination recommendations, uptake remains low. At present, there is no accurate information on vaccination rates among patients undergoing primary or secondary prevention of cardiometabolic diseases in the Americas²⁹.

The aim of this study is to determine the rates of vaccination against influenza and pneumococcal disease in the general population of the Americas, both

healthy and sick, and to analyze the factors influencing these rates.

Methods and design

Study population

The registry for this study is observational. A total of 19 countries will be prospectively enrolled in the Inter-American Vaccination Registry of Influenza and Pneumococcus (CorVacc Study). Eligibility for the registry includes ambulatory patients over 18 years of age who provide their informed consent to participate in the survey. Patients under the age of 18 years and those unable to provide informed consent will be excluded from the study.

Informed consent

Patients will be informed about the survey's objective and the anonymity of their responses. No identifiable personal data will be collected. Ethics approval was obtained from the Inter-American Society of Cardiology (SIAC) Research Ethics Board.

Study design

A cross-sectional online survey comprising 34 questions will be developed using Google Forms (Mountain View, CA). The research team will invite patients to complete the questionnaire in person or through email, social media, telephone calls, and paper questionnaires.

The survey will be divided into three sections: (i) questions that examine a patient's demographic profile;

- (ii) questions that examine their CV risk profile; and
- (iii) questions that examine their vaccination profile.

The questionnaire consists of a variety of question types, including dichotomous, Likert-type, multiple-option, and open-ended response choices. The respondents will not be obligated to provide a response and they may select multiple responses, in accordance with the content of the question.

Study organization

A call for cardiologists and other physicians from Latin American countries to join a team of collaborators for the CorVacc Study was conducted. A total of 19 countries were represented by cardiologists who registered to participate in the study. The countries will be divided according to a prespecified geographic distribution (Fig. 1), as follows:

- North, Central, and Caribbean region: Mexico, Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panama, Cuba, Puerto Rico, and Dominican Republic
- Andean region (AR): Venezuela, Colombia, Ecuador, Bolivia, and Peru
- Southern Cone region: Paraguay, Chile, Uruguay, Brazil, and Argentina.

The total population within Latin American countries is estimated to be approximately 662 million. A sample size of 20,000 surveys was calculated to achieve a margin of error of 5%, a confidence level of 90%, and an error of distribution of 50%.

Survey

The survey platform will be made for enrolling patients. To enhance the response rate, periodic reminders will be sent through mail, text message, or social media. In addition, information about the progression of surveys by country will be made available. The survey is comprised of 34 questions (Table 1), which address the following topics:

Population demographics

It is crucial to ascertain the factors that may influence behavior, such as age and gender. It is important to characterize the country in which patients reside, considering factors such as income, education, and health coverage. There are significant differences between the three regions with regard to environmental and cultural factors. Furthermore, some countries have experienced

migratory flows, particularly from Europe, resulting in ethnic differences, in contrast to other countries with larger native and black populations.

Socioeconomic status and education level

The Prospective Urban and Rural Epidemiological study demonstrated that socioeconomic status is associated with differences in risk factors for CV disease incidence and outcomes, including mortality³⁰. According to this study, individuals with a lower level of education in low-and middle-income countries, such as the Latin American community, experience higher incidence and mortality rates from CV diseases³⁰. Factors such as access to health services, treatments, and vaccination against influenza and pneumonia are crucial for understanding the true situation of patients with cardiometabolic diseases.

Cardiometabolic profile

Patients will be characterized by their history of cardiometabolic diseases, and the time elapsed since their last admission to hospital due to CV events. It is well established that individuals who have survived a MI or ischemic stroke, particularly those with diabetes, are at higher risk of subsequent CV events. These patients would potentially benefit from intensified treatment and comorbidities management³¹.

Medical controls and treatments

Suboptimal adherence to medications prescribed chronically for secondary prevention of CV and metabolic diseases continue to burden the healthcare system, despite the well-established prevention benefits of adherence³². Potential barriers to optimal adherence include the number of pills per day, access to healthcare systems, and the availability of drugs and medical prescriptions³³. Therefore, evaluating the percentage of the population receiving treatment according to medical recommendations is extremely valuable. Furthermore, assessing adherence to recommended immunizations against influenza and pneumococcus is crucial, as vaccines are particularly indicated in this group of patients³³.

Discussion

In 2021, the SIAC published an article evaluating the status of cardiometabolic patients without COVID-19

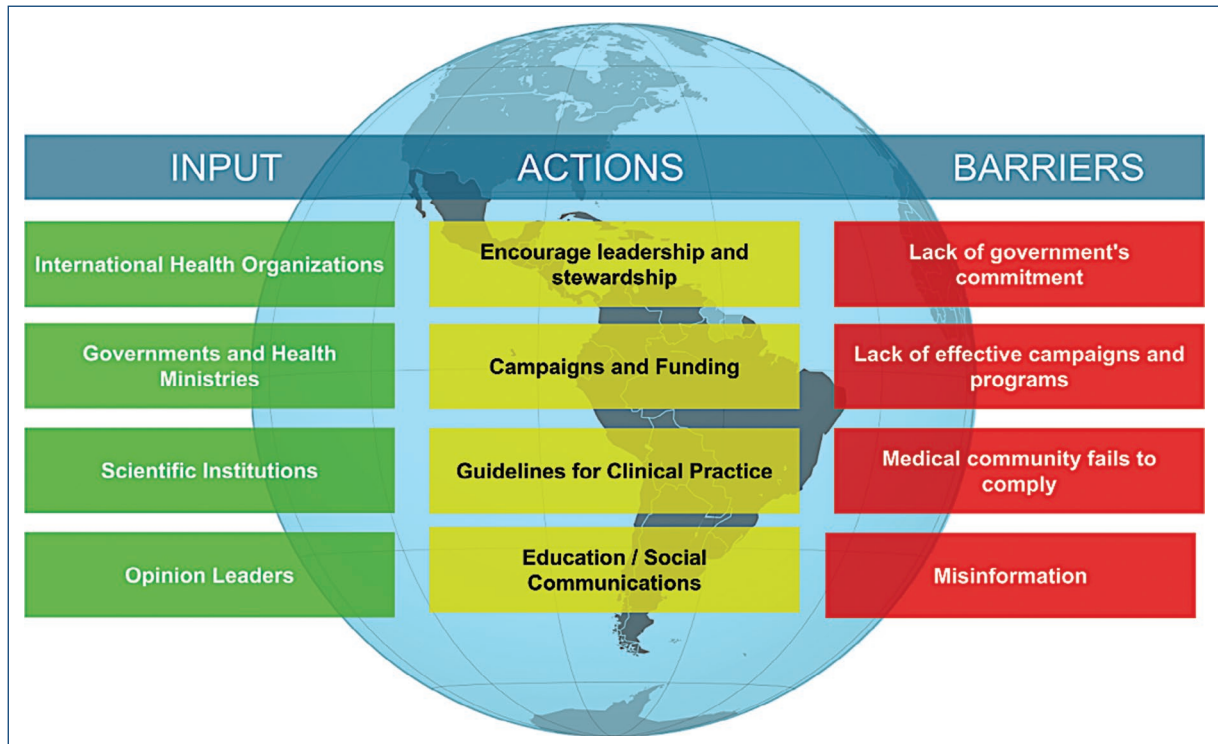


Figure 1. Key factors influencing immunization rates, actions for improvement and barriers encountered.

infection during the pandemic, including their immunization profile against influenza and pneumococcus³⁴. A total of 4216 subjects were included in the study, where the mean age was 60 (± 15) years, and 49% of patients were females. The study population comprised of 1764 patients (42%) aged 65 years or above, 899 patients (21.3%) with diabetes, and 606 patients (14.3%) who were current or former smokers. A total of 769 (18.2%) patients had a known history of computer-aided design, while 538 patients (12.7%) had a history of HF. The global IV rate was 46.5% ($n = 1963$), PV 24.6% ($n = 1039$), and double vaccination rate was 21% ($n = 887$)²⁹.

The immunization rate was found to be lower than expected for this population. Furthermore, no significant sex differences in vaccination rates were identified by the authors³⁵.

In the same cohort, the impact of different variables on immunization rates was analyzed, including geographic region. The vaccination rates of patients from the Southern cone (Argentina, Paraguay, and Chile) were approximately double those of patients from the tropical regions. The IV rate was 69% in the Southern cone, 34% in AR (Peru, Ecuador, Colombia, and Venezuela), and 35% in Central America and the Caribbean (Costa Rica, Cuba, El Salvador, Guatemala, Mexico

and Dominican Republic) ($\chi = 452$, $df = 2$, $p < 0.001$). The rates of PV were 43%, 20%, and 11%, respectively ($\chi = 406$, $df = 2$, $p < 0.001$). The rates of double vaccination were 40%, 11%, and 9%, respectively ($\chi^2 = 458$, $df = 2$, $p < 0.001$)³⁶.

In this context, several variables influence the decision to be vaccinated or not in the continent. These variables are presented in [figure 2](#).

Despite the advantages associated with IV and PV, the recommendations for its prescription by scientific societies and health regulatory agencies, the vaccination rates globally, as well as in the Americas, appear lower than expected. This phenomenon can be attributed to the existence of implementation barriers affecting doctors, patients, and the broader health system. Recognizing these barriers is crucial for developing strategies to achieve vaccination targets³⁷.

A thorough understanding of these implementation barriers, which involve doctors, patients, and their context, is essential when designing continuous improvement strategies. The current and unavoidable challenge for our scientific societies is to turn recommendations into action³⁷.

The Pan-American Health Organization urges the use of scientific evidence to guide decision-making and

Table 1. Description of the questions included in the survey

Questions	Possible responses
Region	North, Central America, and the Caribbean Andean Southern cone
Age Gender	Female Male Transgender Other
What perception do you have of your state of health?	Scale of 1-10 (Unhealthy-very healthy)
Number of inhabitants city/town of residence	< 10,000 population 10,000-100,000 population 100,000-500,000 population > 500,000 population Don't know
Marital relationship	Married Divorced Single United to Widower None of the above
Work relationship	Dependent asset Independent asset Retired/pensioned/retired Independent worker Irregular worker None of the above
Education level	None Primary Secondary University Master's degree
If you are a professional, could you describe your occupation?	Lawyer Business Administration Architect Engineer Entrepreneur Finance Doctor Marketing/Advertising Business Health area personnel Others
Economic Income in US dollars per month	< 499 500-999 1000-1499 1500-1999 2000-2499 2500-2999 > 3000
Access to health services	Private with direct payment Private with medical insurance Social security Public health service None

(Continues)

Table 1. Description of the questions included in the survey (*continued*)

Questions	Possible responses
What chronic diseases do you have?	Cancer Mellitus diabetes Diseases of the immune system Psychiatric mental illness Psychological Chronic lung diseases Renal disease Fatty liver Arterial hypertension Hypothyroidism Polycystic ovary Cholesterol and/or triglyceride problems Overweight/Obesity Smoking None of the above
Have you been diagnosed by a doctor with the following diseases?	Angina pectoris Arrhythmias Disease of the arteries of the lower limbs and/or aorta Stroke Myocardial infarction Heart failure None of the above
Have you had any of the following procedures?	Cardiac catheterization with stent placement in any coronary artery Cardiac surgery for heart valve prostheses Bypass surgery or revascularization of the coronary arteries Lower limb vascular surgery Pacemaker None of the above
For his chronic illnesses, I take my medications	Every day without fail, at the corresponding time Every day without fail, but not at the corresponding time I remember from time to time I forget from time to time I don't take them I don't need medication
How many medications do you take?	1 2 3 4 5 > 5 None I don't like taking medications
Please select your medication scheme	Single-drug pills One pill with two medications One pill with three medications They told me it's called Polypill None of the above
Have you had the flu?	Yes No Don't know
Have you had pneumococcus?	Yes No Don't know
How confident are you in the influenza vaccination?	Scale 1-10 (Not at all confident-very confident)
How confident are you in the pneumococcus vaccination?	Scale 1-10 (Not at all confident-very confident)

(Continues)

Table 1. Description of the questions included in the survey (*continued*)

Questions	Possible responses
How often do you get the influenza vaccine?	Annually in season Every 2 years Every 3 years When I remember From time to time I don't put it on
Have you had a pneumococcus vaccine?	Yes No
Who prescribes the vaccines?	General physician Internal medicine Family medicine Cardiologist Endocrinologist Geriatrician Gynecologist Pulmonologist Neurologist Pediatrician for my children/grandchildren Others (Gastroenterologist, Rheumatologist, etc.) I prescribe myself None of the above
What health service does vaccination provide you?	Public Private Social Security Annual vaccination campaign in my country I buy it at the pharmacy without prescription None of the above
How much do you know about the cardiovascular benefits of vaccination?	Scale 1-10 (I don't know them-I know them)
If you are not a doctor, do you suggest other vaccinations?	Yes No Does not apply
If you are a doctor, do you indicate vaccination for Influenza and Pneumococcus?	Yes No Does not apply
Do you know when the Influenza season is in your country?	Yes No
Are there vaccination campaigns for Influenza and Pneumococcus in your country?	Yes No Don't know
Have you been vaccinated for Covid-19?	Yes No
Number of doses given	1 2 3 4 5 None All necessary
What type of vaccine do you use?	Abdala (Cuban) Moderna J and J/Janssen Oxford/Astra Zeneca Pfizer/BioNTech Sinopharm (China) Sinovac/Biotech (China) Sputnik 5 (Russia) None
How confident are you in the COVID-19 vaccination?	Scale 1-10 (Not at all confident-very confident)



Figure 2. Distribution of participating countries by region. North, Central, and Caribbean region (NCC): Mexico, Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panama, Cuba, Puerto Rico and Dominican Republic. Andean region (AR): Venezuela, Colombia, Ecuador, Bolivia and Peru. Southern Cone region (SCR): Paraguay, Chile, Uruguay, and Argentina.

program implementation to improve immunization rates. In this context, the present study will help advocate for Latin America and enhance vaccination coverage for influenza and pneumococcus, thereby improving the CV prognosis of patients.

Conclusion

This study will provide insight into the impact of influenza and pneumococcus vaccinations in Latin American populations and the barriers preventing the immunization targets from being actualized. Hopefully, this will help to facilitate the development of targeted and focused health prevention strategies.

Funding

This study received an unrestricted grant from Sanofi-Pasteur.

Conflicts of interest

The authors declare that they have no conflicts of interest.

Ethical considerations

Protection of humans and animals. The authors declare that no experiments were performed on humans or animals for this research.

Confidentiality, informed consent and ethical approval. The authors have followed the confidentiality protocols of their institution, have obtained informed consent from the patients, and have the approval of the Ethics Committee. The recommendations of the SAGER guidelines have been followed, according to the nature of the study.

Declaration on the use of artificial intelligence. The authors declare that they did not use any type of generative artificial intelligence for the writing of this manuscript.

References

- Joseph P, Leong D, McKee M, Anand SS, Schwalm JD, Teo K, et al. Reducing the global burden of cardiovascular disease, part 1: the epidemiology and risk factors. *Circ Res*. 2017;121:677-94.
- Warren-Gash C, Smeeth L, Hayward AC. Influenza as a trigger for acute myocardial infarction or death from cardiovascular disease: a systematic review. *Lancet Infect Dis*. 2009;9:601-10.
- Clayton TC, Thompson M, Meade TW. Recent respiratory infection and risk of cardiovascular disease: Case-control study through a general practice database. *Eur Heart J*. 2008;29:96-103.
- Kwok CS, Aslam S, Kontopantelis E, Myint PK, Zaman MJ, Buchan I, et al. Influenza, influenza-like symptoms and their association with cardiovascular risks: a systematic review and meta-analysis of observational studies. *Int J Clin Pract*. 2015;69:928-37.
- Madjid M, Miller CC, Zarubaev VV, Marinich IG, Kiselev OI, Lobzin YV, et al. Influenza epidemics and acute respiratory disease activity are associated with a surge in autopsy-confirmed coronary heart disease death: Results from 8 years of autopsies in 34,892 subjects. *Eur Heart J*. 2007;28:1205-1210.
- Kwong JC, Schwartz KL, Campitelli MA, Chung H, Crowcroft NS, Karanachow T, et al. Acute myocardial infarction after laboratory-confirmed influenza infection. *N Engl J Med*. 2018;378:345-53.
- Hung IF, Leung AY, Chu DW, Leung D, Cheung T, Chan CK, et al. Prevention of acute myocardial infarction and stroke among elderly persons by dual pneumococcal and influenza vaccination: a prospective cohort study. *Clin Infect Dis Off Publ Infect Dis. Soc Am*. 2010;51:10071016.
- Nichol KL. Influenza vaccination in the elderly: impact on hospitalisation and mortality. *Drugs Aging*. 2005;22:495-515.
- Nichol KL, Margolis KL, Wuorenma J, Von Sternberg T. The efficacy and cost effectiveness of vaccination against influenza among elderly persons living in the community. *N Engl J Med*. 1994;331:778-84.
- Nichol KL, Nordin J, Mullooly J, Lask R, Fillbrandt K, Iwane M. Influenza vaccination and reduction in hospitalizations for cardiac disease and stroke among the elderly. *N Engl J Med*. 2003;348:1322-32.
- Bridges CB, Fukuda K, Uyeki TM, Cox NJ, Singleton JA, Centers for Disease Control and Prevention, Advisory Committee on Immunization Practices. Prevention and control of influenza: recommendations of the advisory committee on immunization practices (ACIP). *Mmwr Recomm Rep*. 2002;51:1-40.
- Udell JA, Zawi R, Bhatt DL, Keshtkar-Jahromi M, Gaughran F, Phrommintikul A, et al. Association between influenza vaccination and cardiovascular outcomes in high-risk patients: a meta-analysis. *JAMA*. 2013;310:1711-20.
- Clar C, Oseni Z, Flowers N, Keshtkar-Jahromi M, Rees K. Influenza vaccines for preventing cardiovascular disease. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015;2015:CD005050.
- LeBras MH, Barry AR. Influenza vaccination for secondary prevention of cardiovascular events: a systematic review. *Can J Hosp Pharm*. 2017;70:27-34.
- Lamontagne F, Garant MP, Carvalho JC, Lanthier L, Smieja M, Pilon D. Pneumococcal vaccination and risk of myocardial infarction. *CMAJ*. 2008;179:773-7.
- Vila-Corcoles A, Ochoa-Gondar O, Rodriguez-Blanco T, Gutierrez-Perez A, Vila-Rovira A, Gomez F, et al. Clinical effectiveness of pneumococcal vaccination against acute myocardial infarction and stroke in people over 60 years: the CAPAMIS study, one-year follow-up. *BMC Public Health*. 2012;12:222.

17. Rodrigues BS, David C, Costa J, Ferreira JJ, Pinto FJ, Caldeira D. Influenza vaccination in patients with heart failure: a systematic review and meta-analysis of observational studies. *Heart*. 2020;106:350-7.
18. Davis BM, Black D. Identifying the challenges to adult influenza vaccination in latin America. *Value Health*. 2017;20:PA934.
19. Zimmerman RK, Santibanez TA, Fine MJ, Janosky JE, Nowalk MP, Bardella LJ, et al. Barriers and facilitators of pneumococcal vaccination among the elderly. *Vaccine*. 2003;21:1510-7.
20. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Reasons reported by medicare beneficiaries for not receiving influenza and pneumococcal vaccinations-United States, 1996. *Mmrw Morb Mortal*. 1999;48:886-90.
21. Centers for Disease Control. Adult immunization: knowledge, attitudes, and practices-DeKalb and Fulton Counties, Georgia, 1988. *JAMA*. 1988;260:3253-5.
22. Bovier PA, Chamot E, Bouvier Gallacchi M, Loutan L. Importance of patients' perceptions and general practitioners' recommendations in understanding missed opportunities for immunisations in Swiss adults. *Vaccine*. 2001;19:4760-7.
23. Schmid P, Rauber D, Betsch C, Lidolt G, Denker ML. Barriers of influenza vaccination intention and behavior-a systematic review of influenza vaccine hesitancy, 2005-2016. *PLoS One*. 2017;12:e0170550.
24. Burki TK. Vaccine misinformation and social media. *Lancet Digit Health*. 2019;1:E258-9.
25. Hill JA, Agewall S, Baranchuk A, Booz GW, Borer JS, Camici PG, et al. Medical misinformation: vet the message! *Int J Cardiol*. 2019;277:1-2.
26. Hill JA, Agewall S, Baranchuk A, Booz GW, Borer JS, Camici PG, et al. Medical Misinformation: Vet the Message! *Int J Cardiol*. 2019 Feb 15;277:1-2. doi: 10.1016/j.ijcard.2018.12.071. PMID: 30661544; PMCID: PMC6380668.
27. Chan MS, Jamieson KH, Albarracin D. Prospective associations of regional social media messages with attitudes and actual vaccination: a big data and survey study of the influenza vaccine in the United States. *Vaccine*. 2020;38:6236-47.
28. Sosa Liprandi A, Zaidel EJ, Lopez Santi R, Araujo JJ, Baños González MA, Busso JM, et al. Influenza and pneumococcal vaccination in non-infected cardiometabolic patients from the Americas during the COVID-19 pandemic. A sub-analysis of the CorCOVID-LATAM study. *Vaccines (Basel)*. 2021;9:123.
29. Liprandi AS, Liprandi MI, Zaidel EJ, Aisenberg GM, Baranchuk A, Barbosa EC, et al. Influenza vaccination for the prevention of cardiovascular disease in the Americas: consensus document of the inter-American society of cardiology and the world heart federation. *Global Heart*. 2021;16:55.
30. Li S, Peng Y, Wang X, Qian Y, Xiang P, Wade SW, et al. Cardiovascular events and death after myocardial infarction or ischemic stroke in an older Medicare population. *Clin Cardiol*. 2019;42:391-9.
31. Osterberg L, Blaschke T. Adherence to medication. *N Engl J Med*. 2005;353:487-97.
32. Tamargo J, Castellano JM, Fuster V. The Fuster-CNIC-Ferrer cardiovascular polypill: a polypill for secondary cardiovascular prevention. *Int J Cardiol*. 2015;201:S15-22.
33. Modin D, Claggett B, Køber L, Schou M, Jensen JUS, Solomon SD, et al. Influenza vaccination is associated with reduced cardiovascular mortality in adults with diabetes: a nationwide cohort study. *Diabetes Care*. 2020;43:2226-33.
34. Santi RL, Márquez MF, Piskorz D, Saldarriaga C, Lorenzatti A, Wyss F, et al. Ambulatory patients with cardiometabolic disease and without evidence of COVID-19 during the pandemic. The CorCOVID LATAM study. *Glob Heart*. 2021;16:15.
35. Saldarriaga-Giraldo CI, Ramírez-Ramos CF, Lopez-Santi R, Lanás F, Valdés Martín A, Sotomayor Perales JL, et al. Gender-related differences in the impact of COVID-19 pandemic in cardiometabolic patients in Latin America: the CorCOVID latam gender sub-study. *Curr Probl Cardiol*. 2022;47:101075.
36. Camilletti J, Renna NF, López-Santi R, Erriest J, García-Bello E, Araujo J, et al. Impact of COVID-19 pandemic on cardiometabolic patients without SARS-CoV-2 infection in Latin America. *Arch Cardiol Mex*. 2023;93:1-9.
37. Rosengren A, Smyth A, Rangarajan S, Ramasundarahettige C, Bangdiwala SI, AlHabib KF, et al. Socioeconomic status, and risk of cardiovascular disease in 20 low-income, middle-income, and high-income countries: the prospective Urban Rural Epidemiologic (PURE) study. *Lancet Glob Health*. 2019;7:e74860.

Sociodemographic factors associated with medication adherence among hypertensive patients in northern Peru: a cross-sectional study

Factores sociodemográficos asociados a la adherencia a la medicación en pacientes hipertensos del norte del Perú: un estudio transversal

Gianina L. Cordova-Ruiz¹, Lissett J. Fernández-Rodríguez^{1,2} and Victor H. Bardales-Zuta^{1,3*}

¹Medical School, Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, La Libertad; ²Hospital Regional de Lambayeque, Ministerio de Salud, Chiclayo; ³Clinical Cardiometabolic Unit, Hospital Florencia de Mora, Florencia de Mora, La Libertad, Peru

Abstract

Objective: To identify sociodemographic factors associated with adherence to antihypertensive medications among hypertensive patients in a public hospital in northern Peru. The factors studied are age, sex, level of education, family functioning, living arrangement, time of disease since diagnosis, stage of hypertension, number of prescribed medications, and comorbidities. **Methods:** We conducted a cross-sectional convenience sample study of 180 patients. Blood pressure was measured to determine the hypertensive state. The degree of adherence to medications and sociodemographic factors were determined by survey. **Results:** Independent Chi-square tests and multivariate analysis revealed that older age, longer disease duration, and good family functioning were associated with improved adherence, while the other factors did not reach statistical significance for being associated with adherence. The highest prevalence odds ratio (4.39) was associated with family functioning. **Conclusion:** Factors associated with adherence to antihypertensive medications were age, time of disease since diagnosis, and family functioning in the population studied. These results suggest that an integral approach is required: one that includes psychological help for families and patients who struggle with adherence.

Keywords: Family. Medication adherence. Hypertension. Social support. Peru.

Resumen

Objetivo: Identificar los factores sociodemográficos asociados con la adherencia a la medicación antihipertensiva en pacientes atendidos en un hospital público del norte de Perú. Los factores estudiados son edad, sexo, nivel educativo, funcionamiento familiar, situación de convivencia, tiempo de enfermedad, estadio de la hipertensión, número de medicamentos prescritos y comorbilidades. **Métodos:** Se realizó un estudio transversal de muestra por conveniencia de 180 pacientes. Se midió la presión arterial para determinar el estado de hipertensión. El grado de adherencia a la medicación y los factores sociodemográficos se determinaron mediante encuesta. **Resultados:** Las pruebas de chi-cuadrado independientes y el análisis multivariado revelaron que la edad avanzada, un mayor tiempo de enfermedad y un buen funcionamiento familiar se asociaron con una mejor adherencia, mientras que los demás factores no alcanzaron significación estadística para asociarse

*Correspondence:

Victor Hugo Bardales-Zuta
E-mail: vbardalesz@upao.edu.pe

Date of reception: 30-07-2024

Date of acceptance: 26-02-2025

DOI: 10.24875/ACM.24000137

Available online: 29-04-2025

Arch Cardiol Mex. 2025;95(3):153-159

www.archivoscardiologia.com

1405-9940 / © 2025 Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez. Published by Permanyer. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

con la adherencia. La mayor razón de probabilidades de prevalencia (4,39) se asoció con la presencia de disfunción familiar. **Conclusiones:** Los factores asociados con la adherencia a la medicación antihipertensiva fueron la edad, el tiempo de enfermedad desde el diagnóstico y el funcionamiento familiar en la población estudiada. Estos resultados sugieren que se requiere un abordaje integral, que incluya ayuda psicológica para las familias y pacientes con dificultades en la adherencia.

Palabras clave: Familia. Adherencia terapéutica. Hipertensión. Apoyo social. Perú.

Introduction

Arterial hypertension is the main preventable cause of cardiovascular disease, which significantly decreases the life expectancy and quality of those who suffer from it^{1,2}. In Peru, a 2018 study found an age-standardized prevalence of arterial hypertension of 20.6% with 40-50% of people with hypertension aware of their condition. Approximately 40% of patients aware of their condition reported receiving treatment, with treatment being effective about 40% of the time. This translates into only about one in 20 Peruvians with hypertension achieving good blood pressure control^{3,4}. Therefore, arterial hypertension is a common condition that is not treated as well as it could in Peru. Getting more people treated requires a multidisciplinary approach that includes improving screening, access to medicine, treatment protocols, and encouraging patient medication adherence.

Given these low blood pressure control rates, investigating factors influencing adherence to hypertension therapies becomes crucial for improving patient outcomes. Poor adherence is a complex problem that has multiple causes that are related to socio-demographic factors, the type of therapy, patient attitudes, and the healthcare system^{5,6}. One important factor in adherence is family functionality, defined as the ability of the family unit to maintain cohesive relationships, fulfill roles, manage problems, adapt to new patterns, and have effective communication among members⁷. When a family member has a chronic disease, a readaptation process occurs, which involves alterations in family functioning and relationships, which can impact the patient's health behaviors⁸⁻¹¹.

To better understand how adherence is associated with family functioning and other sociodemographic factors such as age, sex, time since diagnosis, and type of treatment, we designed a cross-sectional study of patients seen in a public hospital in Peru. Given previous results^{3,4}, we hypothesize that poor family functioning and other sociodemographic factors are associated with poor adherence.

Materials and methods

Design and setting

This is a cross-sectional study of a non-probabilistic convenience sample of 180 patients seen in the outpatient clinic of the cardiometabolic clinical unit of Hospital I Florencia de Mora EsSalud in Florencia de Mora, La Libertad, Peru. Patient recruitment, interviews, and blood pressure measurement occurred between December 2022 and February 2023.

Participants

Participants were included if they were at least 18 years old, had been diagnosed with arterial hypertension (systolic pressure > 140 mmHg, diastolic pressure > 90 mmHg)¹², and had a medical prescription for antihypertensive drugs for at least 6 months. Patients with a diagnosis of cognitive impairment, neurodegenerative disease, stroke sequelae, were pregnant and/or had secondary arterial hypertension were excluded from the study. The authors evaluated medical records to determine eligibility and then contacted patients to ask them if they wanted to participate. All participants provided their informed written consent and were informed of their right to withdraw from the study at any time.

Variables

Social-clinical data collected during the interview included age, self-reported gender, educational level (none, primary, secondary, post-secondary), participants' living arrangement, time since the initial diagnosis of arterial hypertension, number of antihypertensive medications prescribed, and presence of other comorbidities.

Blood pressure measured at the time of the interview was classified as stage I hypertension (systolic: 140-159 mmHg and/or diastolic: 90-99 mmHg) or stage II hypertension (systolic: $\geq$ 160 mmHg and/or diastolic: $\geq$ 100 mmHg)¹².

Adherence to treatment was measured using the 8-item Morisky medication adherence scale (MMAS-8). The questionnaire contained 7 yes/no questions and one question assessed on a Likert-like scale. Each question is assigned a point, and a score of < 8 indicates non-adherence. The test has an internal consistency with Cronbach's α of 0.83^{13,14}.

Family functionality was evaluated with the family APGAR test, which was intended to measure the participant's perception of family functionality. This scale consists of five questions to evaluate family adaptability, participation, growth, affection, and resources. Each question was scored from 0 to 4 points, for a maximum of 20. A score of more than 17 points indicates the absence of family dysfunction. Scores between 13 and 16, 10 and 12, and < 9 indicated slight, moderate, or severe family dysfunction, respectively. In previous studies, the test showed a correlation coefficient of 0.86 and a Cronbach α of 0.84^{15,16}.

Data collection

During the study period, a medical doctor supervised by the authors interviewed the patients to determine socio-demographic characteristics. The doctor also measured the blood pressure of the participants using standard procedures and equipment. The participants then completed two questionnaires to measure adherence to treatment and family functionality. The results of these questions were recorded and used to determine the appropriate scores for statistical analysis. Bias was addressed by using the same method to complete the validated questionnaires and to supervise the data collection.

Study size

Population and sample size were determined using the sample size for frequency in a population test on Open Epi version 3 (<https://www.openepi.com/>), assuming a 95% confidence level and a difference in proportions based on a Chinese study of hypertension and family functioning, which found that 31.1% of patients with family support adhered to their treatment¹⁷.

This resulted in a sample size estimate of 166 participants. The authors decided to recruit 180 participants to account for incomplete data collection or ineligibility for approximately 10% of the participants.

Statistical methods

A descriptive analysis was carried out showing the absolute and percentage frequency of the variables

and their socioclinical characteristics. Chi-square statistical tests of independence with continuity correction were used to determine the association of study variables and covariates associated with adherence to treatment, considering that $p \leq 0.05$ are significant. These covariates were analyzed to address potential sources of bias and confusion in a multivariate analysis. Furthermore, the prevalence odds ratio product (ORP) and its 95% confidence intervals (95% CI) were calculated. Analysis was performed using RStudio version 4.2.2 (<https://cran.rstudio.com/>).

Ethical considerations

This study was approved by the Bioethics Committee of the Universidad Privada Antenor Orrego with approval number N°001-2023-UPAO.

The data generated during and/or analyzed during the present study are not publicly available nor are they available on request due to ethical considerations of the participants, as the data are linked to their personal information.

Results

All 180 participants completed the data collection process, so there were no missing data. Of the participants, 57.8% were 70 years or older, 59.4% were women, 40.6% were men, and 40.6% had a post-secondary education level. Most of the participants live with relatives (75.0%), were diagnosed at least 10 years before the interview (54.4%), have stage I arterial hypertension (84.4%), were prescribed an antihypertensive drug (70.6%), and had comorbidities (68.9%) (Table 1).

In Table 2, participants were divided into groups as to whether they adhered to treatment according to the MMAS-8 questionnaire. In total, 42.8% of the participants adhered to treatment. In the group of patients who adhered to treatment, 68.8% were over 70 years old, 83.1% did not have family dysfunction, and 66.2% were diagnosed at least 10 years before the interview. The non-adherent group tended to be younger, had a higher frequency of family dysfunction, and was diagnosed less time before the interview. According to the Chi-square analysis, statistically significant ($p < 0.05$) differences between groups were observed for age groups, family functioning, and time since first diagnosis. No statistically significant differences were found between the adherent and non-adherent groups for sex, educational level, living arrangement, whether the participant had stage I or stage II hypertension, the number

Table 1. Socioclinical characteristics of the participants. The right column presents the number of observations and percent in parentheses

Sociodemographic characteristic	Frequency	
	Number	%
Age, years		
40-49	5	2.8
50-59	20	11.1
60-69	51	28.3
≥ 70	104	57.8
Sex		
Male	73	40.6
Female	107	59.4
Education level		
None	5	2.8
Primary	48	26.7
Secondary	54	30.0
University	73	40.6
Family dysfunction		
None	117	65.0
Slight	33	18.3
Moderate	19	10.6
Severe	11	6.1
Treatment adherence		
Low	41	22.8
Medium	62	34.4
High	77	42.8
Living arrangement		
Alone without children	8	4.4
Alone with children nearby	14	7.8
With a spouse of similar age	23	12.8
With relatives	135	75.0
Time since diagnosis, year		
< 5	51	28.3
5-9	34	18.9
10-19	61	33.9
≥ 20	34	18.9
Hypertension stage		
Stage I	152	84.4
Stage II	28	15.6
Number of antihypertensives prescribed		
1	127	70.6
2	45	25.0
≥ 3	8	4.4
Other comorbidities		
No	56	31.1
Yes	124	68.9

of antihypertensives prescribed, or the presence of comorbidities.

Table 3 shows the multivariate analysis of the variables found to be significant in table 2. The degree of family functionality and whether the patient experienced any degree of family dysfunction are conceptually

identical; therefore, the degree of functionality was eliminated to avoid redundancy and multicollinearity in the analysis. We observed that the same three variables remained statistically associated with adherence. The ORP and the 95% CI of 4.39 (2.08-9.76) for the correlation between adherence and family functioning was slightly greater than the ORP for the time since diagnosis of more than 20 years. The ORP for other significant associations was lower.

Discussion

Our study focused on determining whether there is an association between selected sociodemographic factors and adherence to prescribed medication(s) in patients with arterial hypertension seen in the cardiometabolic clinical unit of the Hospital I Florencia de Mora EsSalud in Florencia de Mora, La Libertad, Peru. Adherence to treatment is a key component in controlling blood pressure and its complications. In this study, most of the participants were 70 years or older (57.8%) with a predominance of women (59.4%) and with a diagnosis time of at least 10 years (52.8%). This differs from the study by Asgedom et al., where the mean age was 55 ± 12.7 years, 53.2% were men and 57.9% had duration of < 5 years¹⁸. This could be due to patient sampling: the setting of the present study provides care mainly to older adult patients, which may be associated with a longer diagnosis time. On the other hand, our results are similar to a Mexican study by Becerra Partida and Villegas Galindo, where patients with high adherence had been diagnosed for more than 10 years before the study¹⁹. Our results also showed lower proportions of any family dysfunction than in three published studies¹⁸⁻²⁰.

Patient adherence in our study was within 12% of three other recent Latin American studies, demonstrating a persistently low degree of adherence to treatment²¹⁻²³. This level of adherence has been observed throughout the world⁶. These other studies conclude that older patients, women, monotherapy prescription and diagnosis at least 10 years before the study are associated with greater adherence. Of these associations, we observed that age and time since diagnosis were statistically associated with adherence, while the other variables often came close but did not reach statistical significance. Since age correlates with the time since diagnosis, both have a likely similar explanation. Frequent follow-ups with nursing staff, doctors, and

Table 2. Comparison of socioclinical characteristics and adherence to treatment according to the independent Chi-square test

Sociodemographic characteristic	Adherence to treatment				p
	Yes n = 77 (42.8%)		No n = 103 (57.2%)		
	n	%	n	%	
Age (years)					
40-49	1	1.3	4	3.9	0.005
50-59	2	2.6	18	17.5	
60-69	21	27.3	30	29.1	
≥ 70	53	68.8	51	49.5	
Sex					
Female	40	51.9	67	65.0	0.106
Male	37	48.1	36	35.0	
Education level					
None	2	2.6	3	2.9	0.351
Primary	17	22.1	31	30.1	
Secondary	21	27.3	33	32.0	
University	37	48.1	36	35.0	
Family dysfunction					
None	64	83.1	53	51.5	0.000
Slight	5	6.5	28	27.2	
Moderate	5	6.5	14	13.6	
Severe	3	3.9	8	7.8	
Living arrangement					
Alone without children	4	5.2	4	3.9	0.918
Alone with children nearby	6	7.8	8	7.8	
With a spouse of similar age	11	14.3	12	11.7	
With relatives	56	72.7	79	76.7	
Time since diagnosis (years)					
< 5	11	14.3	40	38.8	0.003
5-9	15	19.5	19	18.4	
10-19	32	41.6	29	28.2	
≥ 20	19	24.7	15	14.6	
Hypertension stage					
Stage I	63	81.8	89	86.4	0.527
Stage II	14	18.2	14	13.6	
Number of antihypertensives prescribed					
1	49	63.6	78	75.7	0.082
2	22	28.6	23	22.3	
≥ 3	6	7.8	2	1.9	
Other comorbidities					
No	22	28.6	34	33.0	0.636
Yes	55	71.4	69	67.0	

nutritionists are likely to reinforce the importance of adherence to treatment over time.

We also found that family function is associated with adherence, with greater adherence observed among participants without family dysfunction. From the literature, this appears to be a cross-cultural phenomenon. Studies in Nigeria⁸ and China¹⁷ showed that family function or social support is associated with adherence to treatment. The Nigerian cross-sectional study calculated

an odds ratio and a 95% CI of 2.6 (1.6-4.1), which overlaps with the 95% CI for family functioning determined here. An additional review from India suggested family involvement as one way to improve adherence⁵. Given the similarity of the results in different cultures, it is likely that family function is a more important determining factor than culture for adherence.

Interestingly, the number of medications prescribed came close but did not correlate significantly with

Table 3. Multivariate analysis of the variables associated with adherence among study participants, where ORP is the prevalence odds ratio and CI 95% is the 95% confidence interval

Sociodemographic characteristic	p	ORP	CI 95%
Family dysfunction			
None	0.000	4.39	2.08-9.76
Present			Reference
Age (years)			
40-49	0.989	0.00	N/A
50-59	0.036	0.18	0.03-0.75
60-69	0.796	0.91	0.43-1.92
≥ 70			Reference
Time since diagnosis (years)			
< 5	0.030	3.20	Reference
5-9	0.003	3.88	1.14-9.41
10-19	0.006	4.30	1.61-9.84
≥ 20			1.14-9.41

ORP: odds ratio product; CI: confidence intervals.

adherence, which is in contrast to other research on the subject^{6,24}. The proportions of adherent to non-adherent patients were almost identical when one or two medications were prescribed, but when three or more medications were prescribed, the proportion of adherence decreases to approximately 1 in 4. It is likely that a small sample number among patients with 3 or more prescribed drugs has made it difficult to draw clear conclusions in this study.

Education level has also been shown to be positively correlated with adherence²⁵; the shifting proportions in the education level row of [table 2](#) tend to corroborate this, with more highly educated participants having higher proportions of adherence. However, this did not reach statistical significance, likely again due to a small sample size. Therefore, to better measure the correlation between the number of medications prescribed and the level of education and adherence, a larger and more balanced sample size is recommended.

Limitations

Limitations of this study included the use of a non-probability sampling method, which could limit generalization. The cross-sectional nature of the study does not show causality between the variables. An additional problem is that the time since diagnosis is correlated with age. This could have overestimated the ORP calculated here. Furthermore, patient-recorded data on adherence or sociodemographic factors could have generated recall bias. Some variables, such as cardiovascular risk and

the presence of clinical depression, have been shown to affect adherence²⁶ but were not included in this study. Therefore, it would be advisable to conduct future research that includes a larger number of hypertensive patients from multiple health centers and include additional variables known to be associated with adherence. In addition, measuring adherence with a blood test could decrease recall bias and performing a matched study could reveal confounding effects.

Conclusion

The objective of this study was to find sociodemographic factors associated with antihypertensive medicine adherence within a study population of hypertensive patients from Northern Peru. This study found that increased age and time of diagnosis, as well as good family functioning associated with increased adherence. The factor most strongly correlated with adherence was family functioning. This could be because patients experiencing family dysfunction may have a lack of emotional support, inadequate communication, and interpersonal conflicts in their family unit, making adherence to a treatment protocol less important. In contrast, functioning families could encourage a patient to continue treatment and provide the necessary resources for adherence.

From this study and others, it is becoming clear that there are multiple factors associated with adherence to treatment. Given this body of data, it is reasonable to suggest screening for family functioning among hypertensive patients, as well as focusing adherence-related interventions in more recently diagnosed patients to improve adherence.

Author contributions

G.L. Cordova-Ruiz: Conceptualization, investigation, and writing-original draft. L.J. Fernández-Rodríguez: Investigation, writing-review and editing. V.H. Baradales-Zuta: Conceptualization, investigation, writing-original draft, and supervision.

Funding

This research has not received any specific grant from agencies in the public, commercial, or for-profit sectors.

Conflicts of interest

The authors declare no conflicts of interest.

Ethical considerations

Protection of humans and animals. The authors declare that the procedures followed complied with the ethical standards of the responsible human experimentation committee and adhered to the World Medical Association and the Declaration of Helsinki. The procedures were approved by the institutional Ethics Committee.

Confidentiality, informed consent, and ethical approval. The authors have followed their institution's confidentiality protocols, obtained informed consent from patients, and received approval from the Ethics Committee. The SAGER guidelines were followed according to the nature of the study.

Declaration on the use of artificial intelligence. The authors declare that artificial intelligence was used in the writing of this manuscript, specifically Google Translate, in the translation of the Abstract into Spanish.

References

- Mills KT, Stefanescu A, He J. The global epidemiology of hypertension. *Nat Rev Nephrol*. 2020;16:223-37.
- Snarska K, Chorąży M, Szczepański M, Wojewódzka-Żeleznakowicz M, Ładny JR. Quality of life of patients with arterial hypertension. *Medicina (Kaunas)*. 2020;56:459.
- Rodríguez-Abt JC, Solís-Visscher RJ, Rogic-Valencia SJ, Román Y, Reyes-Rocha M, Rodríguez-Abt JC, et al. Asociación entre conocimiento de hipertensión arterial y adherencia al tratamiento en pacientes hipertensos del hospital nacional Edgardo Rebagliati martins de lima, Perú. *Rev Fac Med*. 2015;65:55-60.
- Villarreal-Zegarra D, Carrillo-Larco RM, Bernabe-Ortiz A. Short-term trends in the prevalence, awareness, treatment, and control of arterial hypertension in Peru. *J Hum Hypertens*. 2021;35:462-71.
- Dalal JJ, Kerkar P, Guha S, Dasbiswas A, Sawhney JP, Natarajan S, et al. Therapeutic adherence in hypertension: current evidence and expert opinion from India. *Indian Heart J*. 2021;73:667-73.
- Abegaz TM, Shehab A, Gebreyohannes EA, Bhagavathula AS, Elnour AA. Nonadherence to antihypertensive drugs: a systematic review and meta-analysis. *Medicine (Baltimore)*. 2017;96:e5641.
- Zhang Y. Family functioning in the context of an adult family member with illness: a concept analysis. *J Clin Nurs*. 2018;27:3205-24.
- Olalemi OE, Muyibi SA, Ladipo MM. Perceived family support and medication adherence amongst hypertensive outpatients in a tertiary hospital, Ibadan, Nigeria. *West Afr J Med*. 2020;37:481-9.
- Díaz Piñera A, Rodríguez Salvá A, León Sánchez M, Fernández González L, Seuc Jo AH, Álvarez Mesa N. Adherencia terapéutica en pacientes hipertensos del policlínico universitario julio antonio mella de Guanabacoa. *Rev Finlay*. 2022;12:65-76.
- Puga-Garfias LV, Mejía-Rodríguez O, Kanán-Cedeño EG, Caballero-Díaz P, Medellín-Fontes MM, Rodríguez-Orozco AR. Psicoterapia familiar en pacientes con hipertensión no controlada. Estudio preliminar. *Arch Cardiol Méx*. 2021;91:396-406.
- Shahin W, Kennedy GA, Stupans I. The association between social support and medication adherence in patients with hypertension: a systematic review. *Pharm Pract (Granada)*. 2021;19:2300.
- Unger T, Borghi C, Charchar F, Khan NA, Poulter NR, Prabhakaran D, et al. 2020 international society of hypertension global hypertension practice guidelines. *Hypertension*. 2020;75:1334-57.
- Rodríguez-Chamorro MA, García-Jiménez E, Rodríguez-Pérez A, Batanero-Hernán C, Pérez-Merino EM. Revisión de test validados para la valoración de la adherencia al tratamiento farmacológico utilizados en práctica clínica habitual. *Pharm Care España*. 2020;22:148-72.
- Valencia-Monsalvez F, Mendoza-Parra S, Luengo-Machuca L. Evaluación de la escala morisky de adherencia a la medicación (MMAS-8) en adultos mayores de un centro de atención primaria en Chile. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*. 2017;34:245-9.
- Bellón Saameño JA, Delgado Sánchez A, Luna Del Castillo JD, Lardelli Claret P. Validez y fiabilidad del cuestionario de función familiar Apgar-familiar. *Aten Primaria*. 1996;18:289-96.
- Suarez Cuba MA, Alcalá Espinoza M. APGAR familiar: una herramienta para detectar disfunción familiar. *Rev Méd Paz*. 2014;20:53-7.
- Pan J, Hu B, Wu L, Li Y. The effect of social support on treatment adherence in hypertension in China. *Patient Prefer Adherence*. 2021;15:1953-61.
- Asgedom SW, Atey TM, Desse TA. Antihypertensive medication adherence and associated factors among adult hypertensive patients at Jimma University specialized hospital, Southwest Ethiopia. *BMC Res Notes*. 2018;11:27.
- Becerra Partida EN, Villegas Galindo C. Funcionalidad familiar en la adherencia terapéutica del paciente con hipertensión arterial sistémica en primer nivel de atención. *Rev CONAMED*. 2021;26:57-67.
- Carrillo-Bayas GP, Llerena-Guachambala EP. Participación familiar para mejorar la calidad de vida en personas con hipertensión arterial. *Dominio Cien*. 2020;6:240-53.
- Cajachagua Castro M, VargasTicona C, Ingles Rayme M, Chávez Sosa J. Estilos de vida asociados a la adherencia al tratamiento en pacientes hipertensos. *Arch Venezolanas Farmacol Tera*. 2021;40:389-95.
- Formentin-Zayas M, Carbajales-León EB, Medina-Fuentes G, Formentin-Zayas DM, Formentin-Zayas M. Adherencia terapéutica en pacientes hipertensos de un consultorio médico perteneciente al policlínico universitario "Joaquín de Agüero y Agüero". *Rev Inf Cient*. 2021;100:e3444.
- Hernández Quintero L, Crespo Fernández DA, Trujillo Cruz L, Hernández Quintero LM, Azcuy Pérez M. Adherencia terapéutica en pacientes con hipertensión arterial. *Rev Finlay*. 2021;11:279-86.
- Ishida T, Oh A, Hiroi S, Shimasaki Y, Nishigaki N, Tsuchihashi T. Treatment patterns and adherence to antihypertensive combination therapies in Japan using a claims database. *Hypertens Res*. 2019;42:249-56.
- Farah RI, Alawwa IA, Khateeb DQ, Hwidi BE, Albdoor KM, Bani Monia OG, et al. Factors affecting the level of adherence to hypertension medications: a cross-sectional study using the hill-bone questionnaire. *Patient Prefer Adherence*. 2024;18:893-904.
- Hennein R, Hwang SJ, Au R, Levy D, Muntner P, Fox CS, et al. Barriers to medication adherence and links to cardiovascular disease risk factor control: the Framingham heart study. *Intern Med J*. 2018;48:414-21.

Usefulness of the ACTION ICU score to predict complications requiring critical care in Mexican patients with non-ST-segment elevation myocardial infarction

Utilidad de la puntuación ACTION ICU como predictor de complicaciones en pacientes mexicanos con infarto agudo al miocardio sin elevación del segmento ST

José M. Alanís-Naranjo^{1*}, Agustín Vela-Huerta¹, Julio C. Rivera-Hermosillo¹, and José E. Villegas-Mayoral²

¹Department of Cardiology, Hospital Regional 1° de Octubre, ISSSTE; ²Coronary Care Unit, Hospital Regional 1° de Octubre, ISSSTE. Mexico City, Mexico

Abstract

Objective: The Acute Coronary Treatment and Intervention Outcomes Network Intensive Care Unit (ACTION ICU) score is a tool for assessing the risk of complications associated with non-ST-segment elevation myocardial infarction (NSTEMI) requiring intensive care unit (ICU) admission. The study aimed to describe the usefulness of the ACTION ICU score in Mexican patients with NSTEMI. **Methods:** A single-center, retrospective, observational, and comparative study of patients with NSTEMI admitted between January 2017 and December 2023; patients with respiratory failure, cardiac arrest, shock, and arrhythmias requiring a pacemaker on admission were excluded from the study. Based on the collected data, the ACTION ICU score was applied to all patients. The cutoff score for ICU admission is 5, with a 9.3% risk of complications. During hospitalization, the composite primary outcome included cardiac arrest, shock, heart block requiring a pacemaker, respiratory failure, stroke, or death. The score's performance was determined by calculating the area under the curve (AUC). **Results:** A total of 345 NSTEMI patients were included; 41 (14.2%) developed the primary outcome. The most common complications were shock (12.5%) and respiratory failure (8.1%). A score of 0 to 5 points was present in 187 patients (54.2%), 10 of whom (5.3%) developed the primary outcome. The score had an AUC of 0.77 [CI 0.64-0.97, p value 0.01]. **Conclusions:** The ACTION ICU score showed acceptable discriminative ability for identifying patients with NSTEMI who need ICU care, providing a valuable tool to predict complications and implement best practices in medical units with limited resources.

Keywords: Non-ST-segment elevation myocardial infarction. ACTION ICU. Acute coronary syndrome. Coronary care unit. Intensive care unit. Complications.

Resumen

Objetivo: La puntuación ACTION ICU evalúa el riesgo de complicaciones asociadas con el infarto agudo del miocardio sin elevación del segmento ST (IAMSEST) que requieren ingreso a unidad de cuidados intensivos (UCI). El objetivo del estudio fue describir la utilidad de la puntuación ACTION ICU en pacientes mexicanos con IAMSEST. **Métodos:** Estudio retrospectivo,

*Correspondence:

José M. Alanís-Naranjo
E-mail: martin.alanis.n@gmail.com

Date of reception: 22-12-2024

Date of acceptance: 21-02-2025
DOI: 10.24875/ACM.24000255

Available online: 04-08-2025

Arch Cardiol Mex. 2025;95(3):160-168
www.archivoscardiologia.com

1405-9940 / © 2025 Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez. Published by Permanyer. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

observacional y comparativo que incluyó pacientes con IAMSEST admitidos entre enero de 2017 y diciembre de 2023; se excluyeron del estudio los pacientes con insuficiencia respiratoria, paro cardíaco, shock y arritmias que requirieron marcapaso al ingreso. La puntuación ACTION ICU se calculó en función de los datos recopilados. El punto de corte para el ingreso a UCI es 5, con un riesgo de complicaciones del 9.3%. Durante la hospitalización, el desenlace primario compuesto fue paro cardíaco, shock, bloqueo cardíaco que requirió marcapasos, insuficiencia respiratoria, evento cerebrovascular o muerte. El desempeño de la puntuación para predecir complicaciones se determinó mediante el cálculo del área bajo la curva (ABC). **Resultados:** Se estudió un total de 345 pacientes con IAMSEST; 41 (14.2%) desarrollaron el desenlace primario. Las complicaciones más frecuentes fueron shock (12.5%) e insuficiencia respiratoria (8.1%). Una puntuación de 0 a 5 puntos estuvo presente en 187 pacientes (54.2%), diez de los cuales (5.3%) desarrollaron el desenlace primario. La puntuación tuvo un ABC de 0.77 [IC 0.64-0.97, valor de p 0.01]. **Conclusiones:** La puntuación ACTION ICU mostró una capacidad discriminativa aceptable para identificar pacientes con IAMSEST que ameritan manejo en la UCI.

Palabras claves: Infarto agudo de miocardio sin elevación del segmento ST. Puntaje ACTION ICU. Síndrome coronario agudo. Unidad de cuidados coronarios. Unidad de cuidados intensivos. Complicaciones.

Introduction

Acute coronary syndrome (ACS) is often the first clinical manifestation of cardiovascular disease, a leading cause of mortality and morbidity worldwide, especially in low- and middle-income countries¹. About 70% of all ACS do not exhibit significant ST-segment elevation on electrocardiography. A partial or intermittent occlusion of the coronary artery leads to ST-segment depressions (approximately 31%), T-wave inversions (approximately 12%), combined ST-segment depression and T-wave inversion (16%), or neither (approximately 41%)².

Despite the advent of biomarkers, such as high-sensitivity troponin testing, which have increased the diagnosis of non-ST-segment elevation acute myocardial infarction (NSTEMI)³, in-hospital mortality has been on a downward trend, estimated at 3.4%, with a 1.6% risk of cardiogenic shock⁴.

In most hospitals, NSTEMI patients are treated in intensive care units (ICUs) or coronary care units (CCUs) as a routine procedure⁵. About 43% of initially stable patients with NSTEMI that are treated in an ICU, only 14% of these patients ultimately develop complications requiring critical care during their hospital stay⁶.

Most patients with ACS (54%) admitted for monitoring alone without any other indication for admission to an ICU/CCU had a short stay and low rates of complications and mortality, highlighting the need for studies to refine triage strategies for lower-risk patients with ACS, which represent a significant volume of admissions ICUs/CCUs⁷.

The Acute Coronary Treatment and Intervention Outcomes Network Intensive Care Unit (ACTION ICU) score is a 9-variable predictive model applied at hospital admission to determine the probability of

developing complications requiring ICU/CCU care in patients with NSTEMI. The original study yielded an area under the curve (AUC) of 0.72, with better performance than the TIMI, GRACE, and CRUSADE scores⁶.

The nine variables included in the score are (Table 1): signs or symptoms of heart failure on admission, heart rate, systolic blood pressure, initial troponin level, serum creatinine, previous coronary revascularization, chronic lung disease, ST-segment depression on the ECG, and age⁶. Values from 0 to 1 correspond to a low risk of complications (< 3.4%), while scores ≥ 14 represent a high risk of complications (39.3%). The cutoff score for ICU/CCU admission is 5, with a 9.3% risk of complications⁶.

Despite the original research findings, few studies have evaluated the accuracy of this score, with discrepancy results among different populations^{5,8}. At present, no validation studies have been conducted on the ACTION ICU score in Mexican patients. A well-judged selection of high-risk patients with NSTEMI into critical care units is essential for efficient resource use, and reducing surveillance in the ICU/CCU could significantly reduce disease costs. The purpose of this study was to describe the usefulness of the ACTION ICU score in predicting complications that require critical care in Mexican patients with NSTEMI.

Material and methods

A retrospective, observational, and comparative study included patients admitted to the CCU diagnosed with NSTEMI, defined according to guidelines criteria¹. The study was performed from January 2017 to December 2023 in a secondary care hospital in Mexico City, which serves as a cardiovascular center;

Table 1. ACTION ICU score

Variable	Points
Age, years	
< 70	0
≥ 70	1
Serum creatinine, mg/dL	
< 1.1	0
≥ 1.1	1
Heart rate, bpm	
< 85	0
85-100	1
≥ 100	3
Systolic blood pressure, mmHg	
< 125	3
125-145	1
≥ 145	0
Initial troponin, × upper limit of normal	
< 12	0
≥ 12	2
Signs or symptoms of heart failure	
No	0
Yes	5
ST depression	
No	0
Yes	1
Prior revascularization	
No	1
Yes	0
Chronic lung disease	
No	0
Yes	2

ACTION ICU: Acute Coronary Treatment and Intervention Outcomes Network intensive care unit.
Adapted from Fanaroff *et al.*⁶.

coronary angiography, and laboratory tests were performed during the index hospitalization.

Medical records of patients hospitalized for NSTEMI were examined. Patients with respiratory failure, cardiac arrest, shock, and arrhythmias requiring a pacemaker on admission were excluded from the study. Patients who were transferred to other units or departments other than cardiology or lacked any necessary data required to calculate the ACTION ICU score were eliminated from the study.

The following information was collected from medical records: age, gender, comorbidities, weight, height, body mass index (BMI), signs/symptoms of heart failure, vital signs at admission, electrocardiogram findings, days of hospitalization, coronary angiography findings, presence of outcomes, as well as laboratory

results on admission (high-sensitivity cardiac troponin I, serum creatinine, and hemoglobin values). ACTION ICU score was applied to all patients.

The primary outcome was the dependent variable, defined as the presence of any complications during the index hospitalization consisting of cardiac arrest, shock (sustained systolic blood pressure < 90 mmHg or mean arterial pressure < 60 mmHg), high-grade atrioventricular block requiring a pacemaker, respiratory failure, stroke, or death.

The protocol received approval from the research and ethics committee (Record No. 130.129.2023/444.2024) and complied with the Declaration of Helsinki principles. Since the research was without risk, informed consent was not needed. The authors collected all data and added them to a secure database free of patients' personal information and guaranteed privacy.

Statistical analysis

According to data distribution, descriptive analysis was carried out with the report of means and their deviations or medians and interquartile ranges. Qualitative variables were expressed as frequencies and proportions. To look for differences between groups, the Chi-square test and Fisher's exact test were used for categorical variables, Student's t-test was used to compare means, and Mann-Whitney's U-test was used to compare medians.

The area under the receiver operating characteristic curve (AUC) was calculated to determine ACTION ICU's discriminative ability to predict complications requiring critical care. In addition, sensitivity, specificity, positive predictive value, and negative predictive value were calculated. Data were analyzed with STATA SE 14.

Results

During the study period, a total of 399 patients with the diagnosis of NSTEMI were evaluated. Of this group, 18 patients (4.5%) were excluded due to the following criteria: cardiac arrest, 1; cardiogenic shock, 9; arrhythmias, 1; and patients with shock at admission, 7. Of these 381 patients, 24 patients (6.3%) were eliminated due to incomplete medical records, 5 patients (1.3%) due to being transferred to another unit, and another 7 (1.8%) were transferred to another department other than cardiology, obtaining a total population of 345 patients (Fig. 1).

Table 2 shows the demographic and clinical characteristics of the study population. Patients were

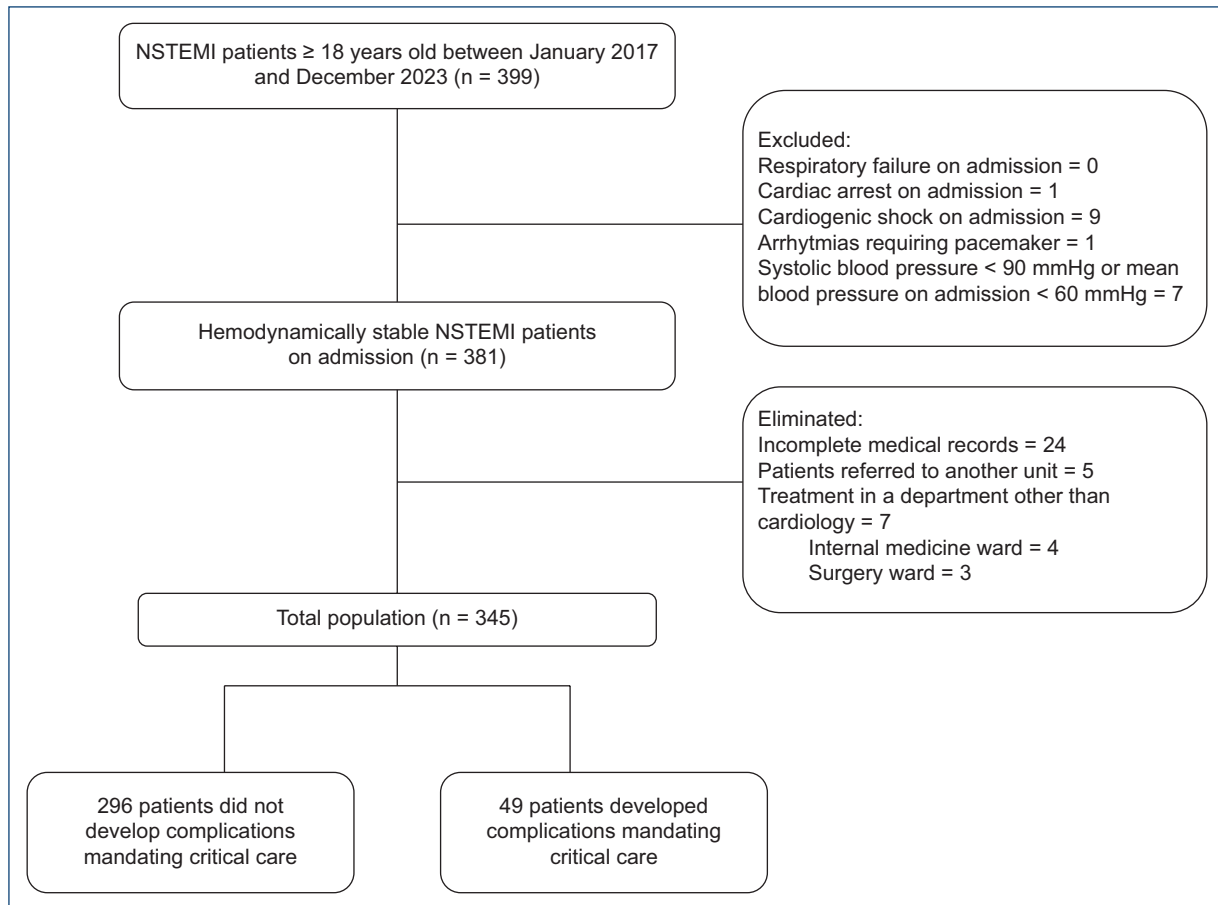


Figure 1. Flowchart patient selection. NSTEMI: non-ST-segment-elevation myocardial infarction.

subdivided according to the occurrence of the primary outcome. The mean age was 66 ± 11 years, with a mean BMI of 28.3 ± 4.4 kg/m², and 71.6% were men. Regarding medical history, hypertension (71.6%), smoking (61.4%), and diabetes (53.9%) were the most common in this population. The majority of patients (89.3%) had obstructive coronary artery disease on coronary angiography, with 2-3 vessels affected in 54.5% of cases, with the left anterior descending artery (66.6%) followed by the right coronary artery (53%) being the most affected.

The primary outcome occurred in 49 patients (14.2%). Patients who presented complications were more likely to be older (69.5 ± 11.9 vs. 65.7 ± 10.8 , $p = 0.02$), lower weight (71 ± 12.4 vs. 77.2 ± 14.3 , $p < 0.01$), shorter in height (1.61 ± 0.1 vs. 1.64 ± 0.1 , $p = 0.01$), diabetes (69.4% vs. 51.3%, $p = 0.02$), signs or symptoms of acute heart failure (44.8% vs. 13.5%, $p < 0.01$), higher heart rate (85.5 ± 17.8 vs. 79 ± 17.6 , $p = 0.02$), lower systolic blood pressure (130 ± 24.7 vs. 141 ± 26.5 , $p = 0.006$),

ST-segment depression (49% vs. 30.4%, $p = 0.01$), higher serum creatinine (1.8 vs. 1.2 , $p = 0.003$), reduced hemoglobin levels (13.1 ± 2.5 vs. 14.8 ± 2.2 , $p < 0.01$), triple-vessel disease (42.8% vs. 21.3%, $p < 0.01$), right coronary artery lesion (69.4% vs. 50.7%, $p = 0.01$), and lesion in the circumflex artery (69.4% vs. 44.6%, $p < 0.01$) at admission.

The most common complication was shock in 43 patients (12.5%), followed by respiratory failure ($n = 28$, 8.1%) and cardiac arrest ($n = 11$, 3.2%). In-hospital mortality was 3.2% ($n = 11$) (Table 3).

Action ICU score

In this study, 187 patients (54.2%) had an ACTION ICU score between 0 and 5 points. Ten patients (5.3%) with an ACTION ICU score of 0 to 5 points developed any complication of the primary outcome. The proportion of patients with complications for each score category is described in table 4.

Table 2. Patients characteristics

Characteristics	Total (n = 345)	No complications (n = 296)	Complications (n = 49)	p
Female, n (%)	98 (28.4)	82 (27.7)	16 (32.6)	0.47
Age (years), mean (SD)	66 (11.1)	65.7 (10.8)	69.5 (11.9)	0.02
Patient < 65 years, n (%)	149 (43.2)	132 (44.6)	17 (34.7)	0.2
Weight (kg), mean (SD)	76.3 (14.2)	77.2 (14.3)	71 (12.4)	< 0.01
Height (m), mean (SD)	1.63 (0.1)	1.64 (0.1)	1.61 (0.1)	0.01
BMI (kg/m ²), mean (SD)	28.3 (4.4)	28.5 (4.5)	27.2 (4)	0.06
Medical history				
Diabetes, n (%)	186 (53.9)	152 (51.3)	34 (69.4)	0.02
Hypertension, n (%)	247 (71.6)	211 (71.3)	36 (73.5)	0.75
Prior MI, n (%)	105 (30.4)	87 (29.4)	18 (36.7)	0.3
Prior HF, n (%)	54 (15.6)	42 (14.2)	12 (24.5)	0.06
Prior PCI, n (%)	94 (27.2)	80 (27)	14 (28.6)	0.82
Prior CABG, n (%)	6 (1.7)	6 (2)	0	0.31
Prior stroke, n (%)	6 (1.7)	5 (1.7)	1 (2)	0.86
Current/Recent smoker, n (%)	212 (61.4)	186 (62.8)	26 (53.1)	0.19
Current dialysis, n (%)	8 (2.3)	7 (2.4)	1 (2)	0.88
Hypothyroidism, n (%)	19 (5.5)	17 (5.7)	2 (4.1)	0.63
Chronic lung disease, n (%)	9 (2.6)	8 (2.7)	1 (2)	0.78
Baseline clinical and laboratory findings				
HF, n (%)	62 (18)	40 (13.5)	22 (44.8)	< 0.01
Heart rate (beats/min), mean (SD)	79.9 (17.7)	79 (17.6)	85.5 (17.8)	0.02
Systolic blood pressure (mmHg), mean (SD)	140 (26.5)	141 (26.5)	130 (24.7)	0.006
New or presumed new ST-segment depression, n (%)	114 (33)	90 (30.4)	24 (49)	0.01
Troponin ratio ($\times$ ULN), mean (SD)	289 (824)	307 (878)	182 (326)	0.33
Serum creatinine (mg/dl), mean (SD)	1.3 (1.4)	1.2 (1.2)	1.8 (2.2)	0.003
Hemoglobin (g/dL), mean (SD)	14.6 (2.3)	14.8 (2.2)	13.1 (2.5)	< 0.01
Clinical course and coronary artery disease				
Hospital length of stay (days), median (IQR)	4 (3-5)	4 (3-5)	7 (4-10)	< 0.01
ACTION ICU score, median (IQR)	5 (4-7)	5 (4-6.3)	8 (6-12)	< 0.01
Obstructive CAD, n (%)	308 (89.3)	262 (88.5)	46 (94)	0.2
Single-vessel disease, n (%)	120 (34.8)	113 (38.2)	7 (14.3)	< 0.01
Double-vessel disease, n (%)	104 (30)	86 (29.1)	18 (36.7)	0.3
Triple-vessel disease, n (%)	84 (24.3)	63 (21.3)	21 (42.8)	< 0.01
LFT+Triple vessel disease, n (%)	14 (4.1)	10 (3.4)	4 (8.2)	0.24
Right coronary artery, n (%)	184 (53)	150 (50.7)	34 (69.4)	0.01
LADA, n (%)	230 (66.6)	192 (65)	38 (77.6)	0.06
Circumflex artery, n (%)	166 (48)	132 (44.6)	34 (69.4)	< 0.01
Left main trunk, n (%)	24 (7)	16 (5.4)	8 (16.3)	0.05

BMI: body mass index; CAD: coronary artery disease; HF: heart failure; IQR: interquartile range; LADA: left anterior descending artery; LFT: left main trunk; MI: myocardial infarction; PCI: percutaneous coronary intervention; CABG: coronary artery bypass graft surgery; ULN: upper limit of normal.

The use of a cutoff score of 5 points for the ACTION ICU score (like the original study) showed a sensitivity of 87.7% for predicting complications, with a specificity of 42.6%; the positive predictive value and negative predictive value were 20.2 and 95.4%, respectively. A cutoff score of 4 points showed better performance for predicting complications in our population: sensitivity 93.8%, specificity 24%, positive predictive value 17%, and negative predictive value

96%. [Table 5](#) shows the performance of the ACTION ICU score.

In the multivariate analysis, the variable with the highest correlation for the risk of developing complications was the presence of heart failure (OR: 4.78; 95% CI 2.17-10.52, $p < 0.01$) followed by elevated creatinine levels (OR: 2.24, 95% CI: 1.31-3.83, $p = 0.003$) ([Table 6](#)). The area under the curve for the ACTION ICU score was 0.77 (95% CI: 0.64-0.97, $p = 0.01$) ([Fig. 2](#)).

Table 3. Description of outcomes

Events	Total population (n = 345)
Shock, n (%)	43 (12.5)
Respiratory failure, n (%)	28 (8.1)
Cardiac arrest, n (%)	11 (3.2)
Death, n (%)	11 (3.2)
Heart block, n (%)	4 (1.1)
Stroke, n (%)	1 (0.3)

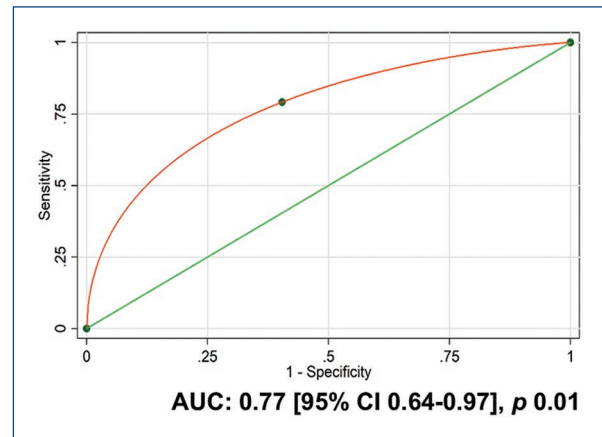
Table 4. Distribution of patients for each point in the ACTION ICU score

Score	Total population (n = 345)	Patients with primary outcome (n = 49)	Proportion of patients with primary outcome (%)
0	1	0	0
1	9	1	11.1
2	23	2	8.7
3	41	0	0
4	58	3	5.2
5	55	4	7.3
6	51	6	11.8
7	25	7	28
8	15	4	26.6
9	16	3	18.7
10	11	3	27.3
11	10	3	30
12	11	3	27.3
≥ 13	19	10	52.6

ACTION ICU: Acute Coronary Treatment and Intervention Outcomes Network Intensive Care Unit.

Discussion

Our study provided the following important findings: (1) NSTEMI complications requiring critical care (including mortality) were lower than those reported in previous national registries⁹; however, remained similar to or higher than those reported in international studies^{5,6,8}, (2) several of the comorbidities found in our study are similar to those identified in national and international registries (hypertension, previous myocardial infarction,

**Figure 2.** ROC curve to predict complications that require critical care (ACTION ICU). ROC: receiver operating characteristic; ACTION ICU: Acute Coronary Treatment and Intervention Outcomes Network Intensive Care Unit.

and coronary revascularization were all prevalent), but these did not influence the appearance of complications^{6,8,9}, (3) a rising national trend in diabetes prevalence^{9,10}, and also the highest compared to previous international studies^{5,6,8}, which contributes to the appearance of complications⁶, as well as an increasing trend in coronary heart disease of $\geq$ two vessels^{8,9,10}, and (4) the onset of acute heart failure continues nowadays to be the most important risk factor for complications that require critical care⁹.

From their inception in the early 1960s as a means of providing rapid resuscitation to patients with dysrhythmias complicating acute myocardial infarctions, CCUs now provide comprehensive critical care to patients with cardiovascular diseases^{11,12}. In light of such changes, international societies have called for further research to assist in the direction of CCU redesigns¹².

According to Critical Care Cardiology Trials Network registry data, respiratory failure (26.7%) and shock (21.1%) represented the most common causes of CCU admissions and were associated with poor prognosis. Furthermore, nearly one-third of all patients admitted for “observation or monitoring post-procedure,” around 40% did not require critical care and had a very low mortality rate in the CCU (0.2-0.4%). The results suggested a better alignment of hospital resources concerning patient care needs and safety, with a redesign of cardiac critical care, and the launch of trials to test new strategies¹².

Table 5. Performance of the ACTION ICU score in predicting complications

Score	n	Sensitivity (%)	Specificity (%)	Positive predictive value (%)	Negative predictive value (%)
1	9	100.0	0.3	14.2	100.0
2	23	98.0	3.0	14.3	90.0
3	41	93.8	10.0	14.7	91.0
4	58	93.8	24.0	17.0	96.0
5	55	87.7	42.6	20.2	95.4
6	51	79.6	60.0	24.7	94.6
7	25	67.3	75.0	31.0	93.3
8	15	53.0	81.1	32.0	91.2
9	16	45.0	85.0	33.0	90.3
10	11	38.7	89.2	37.2	90.0
11	10	32.6	92.0	40.0	89.2
12	11	26.5	94.2	43.3	88.6
13	10	20.4	97.0	52.6	88.0
14	4	12.2	99.0	66.6	87.2
15	4	6.1	99.3	60.0	86.5
16	0	0.0	99.6	0.0	85.7
17	1	0.0	99.6	0.0	85.7

The gold standard is the development of complications requiring critical care.

ACTION ICU: Acute Coronary Treatment and Intervention Outcomes Network Intensive Care Unit.

Table 6. Multivariable model of variables associated with NSTEMI complications

Variable	Total			< 65 years-old			≥ 65 years-old		
	OR	CI 95%	p	OR	CI 95%	p	OR	CI 95%	p
Prior PCI	0.31	(0.07-1.35)	0.12	0.03	(0.002-1.61)	0.08	0.39	(0.06-2.35)	0.31
Chronic lung disease	0.11	(0.008-1.77)	0.12	1	-	-	0.06	(0.03-1.39)	0.08
Signs/symptoms of HF	4.78	(2.17-10.52)	< 0.01	5.39	(0.88-32.7)	0.06	6.13	(2.14-17.48)	0.001
Creatinine	2.24	(1.31-3.83)	0.003	1.68	(0.76-3.73)	0.2	2.21	(0.95-5.12)	0.06
ST-segment depression	1.26	(0.57-2.75)	0.56	2.98	(0.54-16.44)	0.21	0.75	(0.26-2.13)	0.59
Systolic blood pressure	0.98	(0.97-1.01)	0.09	0.97	(0.94-1.01)	0.24	0.98	(0.96-1.00)	0.102
Heart rate	1.01	(0.99-1.03)	0.31	1.03	(0.99-1.08)	0.16	0.99	(0.97-1.02)	0.937
Troponin	1	(0.99-1.00)	0.51	0.99	(0.99-1.01)	0.42	0.99	(0.99-1.00)	0.718
Hemoglobin	0.78	(0.64-0.94)	0.01	0.68	(0.44-1.05)	0.09	0.75	(0.57-0.98)	0.03

HF: heart failure; PCI: percutaneous coronary intervention; NSTEMI: non-ST-segment elevation myocardial infarction.

Routine admission to the CCU/ICU of patients with NSTEMI is a common practice and may limit care and resources to genuinely critical patients⁸. Using risk

scores could enable hospitals to identify NSTEMI patients at the highest risk for clinical deterioration who need immediate admission to the ICU/CCU while safely

Table 7. ACTION ICU performance in previous studies*

Author	Country	Age (mean)	Complications (%)	AUC	Sens (%)	Sp (%)	PPV (%)	NPV (%)
Fanaroff et al. ⁶	United States	77	14.3	0.72	78.4	53.5	22.1	93.6
Guimarães et al. ⁵	Brazil	62.3	4.9	0.55	38.7	70.9	8.3	72
Vasquez-Rodriguez et al. ⁸	Colombia	66	7.1	0.78	84	48.4	11	97.6
Present study	Mexico	66	14.2	0.77	87.7	42.6	20.2	95.4

*Results using cutoff score of 5 points.

AUC: area under the curve; Sens: Sensitivity; Sp: Specificity; PPV: positive predictive value; NPV: negative predictive value; ACTION ICU: Acute Coronary Treatment and Intervention Outcomes Network intensive care unit.

admitting lower-risk patients to a non-intensive care setting⁶.

At present, popular scores such as GRACE or TIMI are still used in decision-making. However, these predict cardiovascular mortality, recurrent ischemia, and the need for urgent coronary intervention in the first 14 days to 6 months, and they were never developed initially to predict in-hospital complications requiring critical care⁸.

The ACTION ICU score was the first to predict the need for critical care in patients with NSTEMI. The score can be calculated automatically with electronic devices at the point of care to guide the location of care decisions without needing providers to memorize it⁶.

The tool was developed based on data from the ACTION registry, which evaluated 29,973 admissions of Medicare patients over 65 years of age with NSTEMI between April 1, 2011, and December 31, 2012⁶; however, because white patients made up most of the sampled population (85.4%), a requirement arose to evaluate different patient groups^{5,8}.

In this study, we evaluated the utility of the ACTION ICU scale for predicting, through its nine variables, the probability that an initially hemodynamically stable patient with NSTEMI will develop a complication requiring critical care. In this cohort of Mexican patients, the ACTION ICU score performed well compared to the original study⁶ (Table 7).

The ACTION ICU score was initially developed in patients ≥ 65 years of age, and it was thought it could perform poorly in the younger population⁶. In our study, 43.2% of the patients were < 65 years of age, a population younger than the original study but similar to the reported by Vasquez-Rodriguez et al., which demonstrated that there was no significant difference in the score performance between the patients under or over 65 years of age⁸. Unlike Guimaraes et al., our population is older; however, the percentage of the population

< 65 years older is not stated in this study, making it premature to attribute limitations in score performance to “young” patients⁵.

Fanaroff et al. suggested that each hospital should select the best cutoff score for CCU/ICU admission when validating the ACTION ICU score⁶. Vasquez-Rodriguez et al. reported a cutoff score of 3 points as the best for predicting complications with a sensitivity of 96%, specificity of 15.4%, PPV of 7.9%, and NPV of 98.1%⁸. In our study, a cutoff score of 4 points gave the best results for predicting complications: sensitivity 93.8%, specificity 24%, PPV 17%, and NPV 96%.

In many nationwide public cardiology hospitals, NSTEMI patients are considered “high-risk” or “very-high-risk” patients, regardless of their hemodynamic status or complications, and are admitted directly to the CCU. In addition, due to the distance between the CCU and the hospital ward, which requires the patient to be moved between floors or wards or to use an elevator in the event of clinical deterioration, many hospitals are reluctant to admit hemodynamically stable patients with NSTEMI in a general ward or room.

This research was conducted on NSTEMI patients who were admitted to a CCU since the circumstances described above suggest that evaluating the ACTION ICU score only in a hospital ward setting could be risky; further research should focus on NSTEMI patients classified as “low-risk” of complications when hospitalized in a general ward under cardiac monitoring.

The study’s limitations included its retrospective nature, performance in a single center, and smaller sample size than previous studies. Since this study was conducted on a cardiac disease-focused unit, the patients may have been selected highly, which could alter the outcomes. In addition, all patients underwent coronary intervention during the hospitalization, making it difficult to apply our findings to medical units lacking

cardiac catheterization laboratories, cardiology departments, and CCUs.

Despite the limitations mentioned above, this study demonstrated the applicability of ACTION ICU for assessing the risk of complications requiring critical care in patients with NSTEMI. According to our knowledge, the ACTION ICU score has never been evaluated in the Mexican population. Therefore, this study's results are valuable for properly stratifying NSTEMI patients in Mexico on hospital admission.

Conclusions

The ACTION ICU score showed acceptable discriminative ability for identifying Mexican patients with NSTEMI at risk of complications that warrant critical care management. In our population, a cutoff score of 4 points performed best for predicting complications. The effectiveness of this risk score will need to be further investigated in medical units nationwide, especially those with limited resources.

Clarifying note

Presented as a poster abstract at the American Heart Association Scientific Sessions 2024 in Chicago, IL in November 2024.

Funding

This research has not received any specific grant from agencies in the public, commercial, or for-profit sectors.

Conflicts of interest

The authors declare no conflicts of interest.

Ethical considerations

Protection of humans and animals. The authors declare that the procedures followed complied with the ethical standards of the responsible human

experimentation committee and adhered to the World Medical Association and the Declaration of Helsinki. The procedures were approved by the Institutional Ethics Committee.

Confidentiality, informed consent, and ethical approval. The authors have obtained approval from the Ethics Committee for the analysis of routinely obtained and anonymized clinical data, so informed consent was not necessary. Relevant guidelines were followed.

Declaration on the use of artificial intelligence. The authors declare that no generative artificial intelligence was used in the writing of this manuscript.

References

1. Byrne RA, Rossello X, Coughlan JJ, Barbato E, Berry C, Chieffo A, et al. 2023 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes. *Eur Heart J*. 2023;44:3720-826.
2. Bhatt DL, Lopes RD, Harrington RA. Diagnosis and treatment of acute coronary syndromes: a review. *JAMA*. 2022;327:662-75.
3. Corcoran D, Grant P, Berry C. Risk stratification in non-ST elevation acute coronary syndromes: risk scores, biomarkers and clinical judgment. *Int J Cardiol Heart Vasc*. 2015;8:131-7.
4. Martin SS, Aday AW, Almarzooq ZI, Anderson CA, Arora P, Avery CL, et al. 2024 heart disease and stroke statistics: a report of US and global data from the American Heart Association. *Circulation*. 2024;149:e347-913.
5. Guimarães PO, Sampaio MC, Malafaia FL, Lopes RD, Fanaroff AC, de Barros E Silva PG, et al. Clinical outcomes and need for intensive care after non-ST-segment-elevation myocardial infarction. *Eur J Intern Med*. 2020;76:58-63.
6. Fanaroff AC, Chen AY, Thomas LE, Pieper KS, Garratt KN, Peterson ED, et al. Risk score to predict need for intensive care in initially hemodynamically stable adults with non-ST-segment-elevation myocardial infarction. *J Am Heart Assoc*. 2018;7:e008894.
7. Fagundes A Jr., Berg DD, Park JG, Baird-Zars VM, Newby LK, Barsness GW, et al. Patients with acute coronary syndromes admitted to contemporary cardiac intensive care units: insights from the CCCTN registry. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes*. 2022;15:e008652.
8. Vazquez-Rodriguez JF, Idrovo-Turbay C, Perez-Fernandez OM, Cruz-Tapias P, Isaza N, Navarro A, et al. Risk of complications after a non-ST segment elevation acute myocardial infarction in a Latin-American cohort: an application of the ACTION ICU score. *Heart Lung*. 2023;57:124-9.
9. Martinez-Sanchez C, Borrayo G, Carrillo J, Juarez U, Quintanilla J, Jerjes-Sanchez C, et al. Clinical management and hospital outcomes of acute coronary syndrome patients in Mexico: the Third National Registry of Acute Coronary Syndromes (RENASICA III). *Arch Cardiol Mex*. 2016;86:221-32.
10. González-Pliego JA, Gutiérrez-Díaz GI, Celis A, Gudiño-Amezcu DA. Registro de síndromes coronarios agudos sin elevación del segmento ST en un centro hospitalario de tercer nivel de atención (estudio RES-CATA-SEST). *Arch Cardiol Mex*. 2014;84:92-9.
11. Morrow DA, Fang JC, Fintel DJ, Granger CB, Katz JN, Kushner FG, et al. Evolution of critical care cardiology: transformation of the cardiovascular intensive care unit and the emerging need for new medical staffing and training models: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2012;126:1408-28.
12. Bohula EA, Katz JN, van Diepen S, Alviar CL, Baird-Zars VM, Park JG, Barnett CF, et al. Demographics, care patterns, and outcomes of patients admitted to cardiac intensive care units: the critical care cardiology trials network prospective North American multicenter registry of cardiac critical illness. *JAMA Cardiol*. 2019;4:928-35.

Impact of a structured educational intervention on attitudes and practice of heart failure in Latin America

Impacto de una intervención educativa estructurada en las actitudes y la práctica de la insuficiencia cardíaca en Latinoamérica

Lucrecia M. Burgos^{1*}, María P. Duczynski², María L. Coronel³, and Jorge Thierer⁴

¹Heart Failure, Pulmonary Hypertension, and Transplant Service, Instituto Cardiovascular de Buenos Aires, Buenos Aires; ²Cardiology Department, Fundación Favaloro, Buenos Aires; ³Cardiology Service, Instituto de Cardiología de Corrientes Juana F. Cabral, Corrientes; ⁴Heart Failure Unit, CEMIC, Buenos Aires. Argentina

Abstract

Objective: The implementation of heart failure (HF) guidelines in actual practice is rarely adequate and most patients do not receive optimal treatments. Our aim was to assess changes in attitudes, knowledge, confidence, and care pathways of HF patients among physicians in Argentina after a structured educational intervention. **Methods:** Cross-sectional survey in 22 public and private health centers of physicians who participated in a comprehensive multi-module educational program (patient identification, classification/therapeutic options in advanced HF, structure/organization of the HF Day Hospital, education of patients in different stages/scenarios, and education of nursing staff in the management of patients at different stages/scenarios). Simple evidence-based roadmaps were created to address knowledge gaps. **Results:** The intervention improved physicians' confidence in the diagnosis of HF with preserved ejection fraction ($p < 0.001$), and prioritization of quadruple therapy for outpatients ($p = 0.01$) and patients with acute HF ($p < 0.001$). The proportion of "confident"/"very confident" physicians in identifying HF patients with reduced ejection fraction who could benefit from an implantable cardioverter-defibrillator increased significantly ($p = 0.01$), as did the relevance of hypertonic saline administration and intravenous iron infusions. The use of discharge checklists increased significantly after the intervention. **Conclusions:** This multifaceted, structured intervention was effective in improving physicians' confidence and attitudes, as well as their knowledge and care pathways of HF patients in Argentina.

Keywords: Heart failure. Educational intervention. Attitudes. Argentina.

Resumen

Objetivo: La implementación de las guías de insuficiencia cardíaca (IC) en la práctica real rara vez es adecuada y la mayoría de los pacientes no reciben tratamientos óptimos. Nuestro objetivo fue evaluar los cambios de actitudes, conocimientos, confianza y vías de atención de los pacientes con IC entre los médicos de Argentina tras una intervención educativa estructurada. **Métodos:** Encuesta transversal en 22 centros sanitarios públicos y privados a médicos que participaron de un programa educativo integral de múltiples módulos (identificación de pacientes, clasificación/opciones terapéuticas en IC avanzada, estructura/organización del Hospital de Día de IC, educación de pacientes en diferentes estadios/escenarios y educación del personal de enfermería en el manejo de pacientes en diferentes estadios/escenarios). Se crearon hojas de ruta sencillas

*Correspondence:

Lucrecia M. Burgos
E-mail: lucreciamburgos@gmail.com

Date of reception: 06-06-2024

Date of acceptance: 20-02-2025

DOI: 10.24875/ACM.24000111

Available online: 04-08-2025

Arch Cardiol Mex. 2025;95(3):169-174

www.archivoscardiologia.com

1405-9940 / © 2025 Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez. Published by Permanyer. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

basadas en la evidencia para abordar las lagunas de conocimiento. **Resultados:** La intervención mejoró la confianza en el diagnóstico de IC con fracción de eyección preservada ($p < 0.001$), y la priorización de la terapia cuádruple para pacientes ambulatorios ($p = 0.01$) y con IC aguda ($p < 0.001$). La proporción de médicos “seguros”/“muy seguros” en la identificación de pacientes con IC con fracción de eyección reducida que podrían beneficiarse de un desfibrilador cardioversor implantable aumentó significativamente ($p = 0.01$), así como la relevancia de la administración de suero salino hipertónico e infusiones intravenosas de hierro. El uso de listas de control al alta aumentó significativamente tras la intervención. **Conclusiones:** Esta intervención multifacética y estructurada fue eficaz para mejorar la confianza y las actitudes, así como los conocimientos y las vías de atención de los pacientes con IC entre los médicos de Argentina.

Palabras clave: Insuficiencia cardíaca. Intervención educativa. Actitudes. Argentina.

Introduction

The prevalence rate of heart failure (HF) remains an important healthcare problem worldwide¹. HF is characterized by significant morbidity and mortality rates, poor functional capacity, low quality of life, and high healthcare costs². The importance of international³⁻⁵ and local⁶ clinical practice guidelines for the diagnosis and management of patients with HF is highlighted. Nevertheless, the implementation of clinical practice guidelines and their translation to real-world practice is seldom adequate and most patients do not receive an evidence-based optimal treatment^{7,8}.

The available data about physicians' opinions and attitudes regarding HF management are scarce in Latin America. The initial evidence from a multicenter, cross-sectional survey showed knowledge gaps both in the diagnosis and treatment of HF⁹, highlighting the importance of implementing educational strategies to improve the quality of care of these patients and their clinical outcomes. According to the study findings⁹, key aspects to focus educational strategies for physicians include the identification of the clinical profiles of patients with HF for foundational drugs and their importance, the most common problems that may occur when starting medications and their solution, the diagnosis of HF with preserved ejection fraction (HFpEF), and the importance of comorbidities in HF, particularly iron deficiency¹⁰.

The aim of this study was to evaluate the subsequent changes of attitudes, knowledge, confidence, and care pathways of patients with HF among physicians in Argentina after an educational intervention.

Methods

Study design

The study design was thoroughly described in our pre-interventional report⁹. Briefly, we conducted a

cross-sectional, self-administered survey to evaluate patterns, attitudes, and perceptions regarding the diagnosis, treatment, and follow-up of HF inpatients and outpatients in 22 public and private healthcare centers. Survey respondents were physicians who voluntarily participated in a comprehensive educational program for the care of patients with HF, conducted between March and July, 2021.

Survey characteristics

An online, self-administered, anonymous survey of 55 questions regarding the diagnosis, treatment, follow-up, and multidisciplinary, long-term management of patients with HF was sent to all participants using Google Forms® in March, 2021. The questions were developed based on the recommendations of contemporary clinical practice guidelines and expert opinions⁹. Self-reported confidence in practice decisions and knowledge was rated using a 5-point Likert scale (1: not confident at all; 2-4: somewhat confident; 5: completely confident).

Intervention phase

The aim of the educational intervention was to optimize the diagnosis and treatment of these patients, both in outpatient and inpatient settings, based on a training program in HF clinics with a total load of 30 h and a final exam.

The training program in HF clinics had multiple modules: identification of patients with HF, including epidemiology and risk stratification; classification and therapeutic options in advanced HF; structure and organization of HF Day Hospitals; education of the patient with HF at different stages and scenarios; and education of nurse staff in the management of patients with HF at different stages and scenarios.

Simple evidence-based roadmaps (including criteria for referral to HF specialists, anemia management, and

discharge preparation checklist, among others) were created to address the knowledge gaps identified in this pre-intervention phase.

Statistical analysis

Data obtained from multiple-choice questions were analyzed using descriptive statistics. Continuous variables were expressed as mean and standard deviation, or median and interquartile range (IQR), according to their distribution. Categorical variables were expressed as numbers and percentages. The Wilcoxon test was used for pre-post comparisons. A two-tailed p-value < 0.05 was considered significant. The statistical analysis was performed using the IBM® SPSS® Statistics 25.0 statistical package (IBM Corp., Armonk, NY, USA). Due to the study design, no sample size calculation was needed.

Ethical issues

Our study was designed to examine the perceptions and knowledge of physicians rather than to collect information from patients. In addition, an informed consent was not necessary. Due to the study design, an institutional or central review board was not necessary. Healthcare professionals did not receive any honoraria or incentives for their participation.

Results

Basal characteristics of physicians and patients

Fifty physicians from 22 healthcare centers in 11 Argentine provinces completed the survey and participated in the educational intervention. The mean age was 41 ± 8 years and 86% of them were cardiologists, with a median time since medical graduation of 13 years (IQR: 4-10). The main characteristics are summarized in [table 1](#). The participant physicians assisted a median of 8 outpatients with HF (IQR: 4-10) per week, and 74% of the physicians who assisted hospitalized subjects saw a median of 4 patients (IQR: 2-6) with acute HF. Among the HF patients assisted, 40% (IQR: 30-60%) were 50 to 70 years old and 43% (IQR: 25-60) were older than 70 years. The most frequent comorbidities included diabetes mellitus (60%; IQR: 30-80%), anemia (30%; IQR: 15-50%), chronic kidney disease (30%; IQR: 20-50), and iron deficiency (20%; IQR: 10-40%). The proportion of patients with left ventricular ejection

Table 1. Main baseline characteristics

Physicians	
Age, mean $\pm$ standard deviation	41 $\pm$ 8 years
Time since graduation, median (IQR)	13 years (7-20)
Specialties, %	
Cardiology	86%
Internal medicine	12%
Endocrinology	2%
Working sector, %	
Private centers/social security	34%
Public centers	14%
Both private and public centers	52%
Centers	
Total number of beds/center, median (IQR)	65 (16-150)
Total number of beds/center for cardiovascular patients, median (IQR)	12 (8-25)
Centers with a critical care unit, %	80
Centers with an HF unit, %	28
Centers with a specific HF clinic, %	59
Centers with a palliative care service, %	18
Centers with a hospital day-case unit, %	12
Availability of natriuretic peptides determination and heart catheterization, %	60-70
Availability of heart transplantation, %	10
Availability of a ventricular assist service, %	15

IQR: interquartile range.

fraction < 40% was 60% (IQR: 45-75). The main etiologies of HF were ischemic heart disease (50%; IQR: 40-60%) and hypertension (20%; IQR: 10-35%).

Synthesis of basal survey results

Full results of the survey have been previously published⁹. Briefly, the best-ranked signs and symptoms for HF diagnosis were paroxysmal nocturnal dyspnea, orthopnea, and pulmonary rales, while the most relevant diagnostic tests were determination of left ventricular ejection fraction and renal function. Among surveyed physicians, 44% reported feeling “very uncertain” about the diagnosis in patients with HF with preserved ejection fraction (HFpEF) and 24% felt “very uncertain” about the diagnosis of HF in subjects with comorbidities.

When asked about pharmacological treatment, physicians reported that the most frequent initial drug combination treatment was quadruple therapy with a beta-blocker, a sodium-glucose cotransporter-2 inhibitor (SGLT2i), a mineralocorticoid receptor antagonist (MRA), and an angiotensin-converting enzyme inhibitor (ACEI) or angiotensin II receptor blocker (ARB). Half of

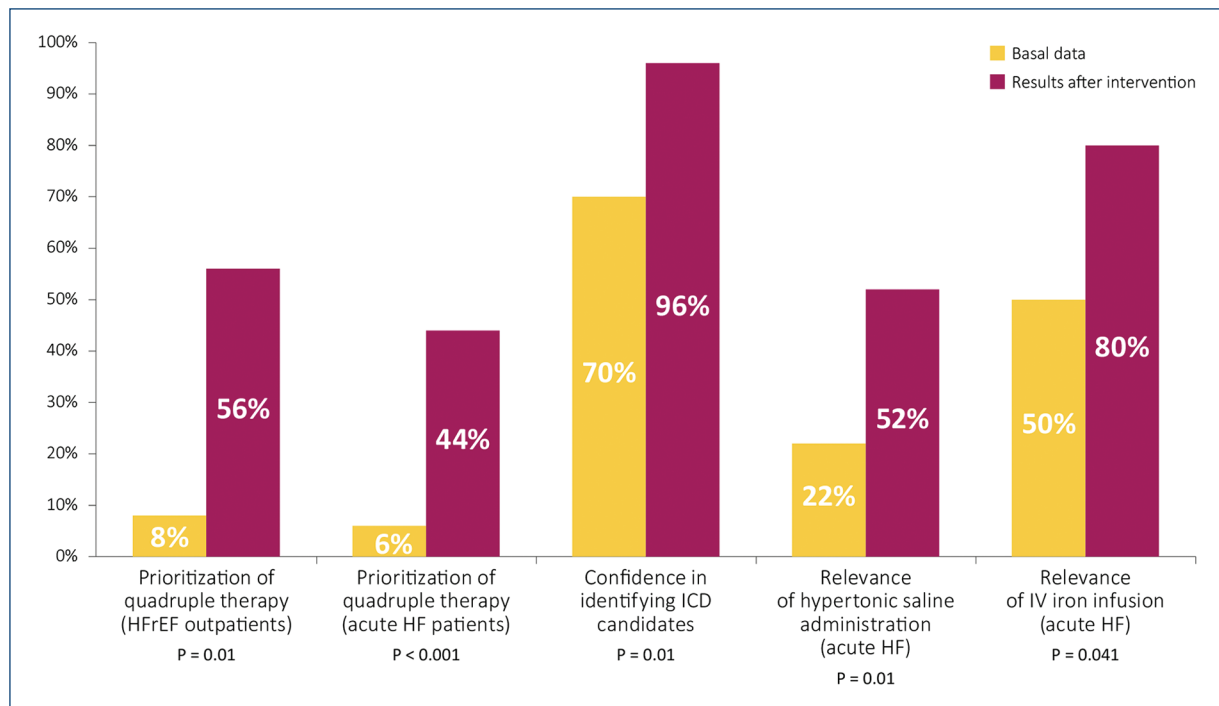


Figure 1. Main treatment changes after intervention. HF: heart failure; HFrEF: HF with reduce ejection fraction; ICD: implantable cardioverter-defibrillator. Quadruple therapy: beta-blocker (BB) + sodium-glucose cotransporter-2 inhibitor (SGLT2i) + mineralocorticoid receptor antagonist (MRA) + angiotensin receptor-neprilysin inhibitor (ARNI) or angiotensin-converting enzyme inhibitor (ACEI)/angiotensin II receptor blocker (ARB).

the participants felt confident to identify patients with an indication of cardiovascular rehabilitation and 20% felt confident to indicate cardiac transplantation.

Survey respondents reported a median time of 14 days (IQR: 7-15) from discharge to the first follow-up visit. Seventy-four percent of patents did not count with a discharge checklist.

Intervention results

The educational intervention significantly increased physicians' confidence in diagnosing HFpEF. Baseline survey results showed that 52% of participants felt "confident" or "very confident", while this proportion reached 84% after the intervention ($p < 0.001$).

Baseline prioritization of quadruple therapy (SGLT2i, MRA, beta-blocker, and angiotensin receptor-neprilysin inhibitor [ARNI]) for HF patients was 8% for outpatients with HFrEF and 6% for patients with acute HF. Both rates increased significantly after the intervention (56%, $p = 0.01$ and 44%, $p < 0.001$, respectively). No significant differences were found in the reported time to

optimal medical treatment when comparing baseline and post-intervention data ($p = 0.7$).

The proportion of physicians who felt "confident" or "very confident" in identifying patients with HFrEF who may benefit from an implantable cardioverter-defibrillator (ICD) increased from 70% at baseline to 96% after the intervention ($p = 0.01$).

According to baseline data, the administration of hypertonic saline was considered "relevant" or "very relevant" by 22% of participants; this proportion increased to 52% ($p = 0.01$) after the intervention. The respective results for intravenous iron infusion were 50 and 80% ($p = 0.041$). All results are summarized in [figure 1](#).

The use of a discharge checklist was reported by 26% of physicians in the baseline survey. This rate increased to 48% after the intervention ($p = 0.05$).

Discussion

This multifaceted, structured intervention was effective in improving attitudes, knowledge, confidence, and

care pathways of patients with HF among physicians, mostly cardiologists, in 22 centers in Argentina. These findings are worth noting when considering the reported gaps between local and international guideline recommendations and real-world therapeutic decisions, both for outpatient and inpatient settings. In addition, this simple, high-impact, reproducible strategy may lead to better management of patients with HF, improving outcomes in this population characterized by high morbidity and mortality rates.

As reported in the baseline survey, a low proportion of physicians felt confident in the diagnosis of HFpEF. This condition is increasingly common; nevertheless, compensated patients presenting with exertional dyspnea without overt clinical, radiographic, or biomarker evidence of congestion may represent a diagnostic challenge¹¹. Higher confidence in this diagnosis would lead to earlier management, according to evidence-based recommendations, with better prognosis.

In the present guidelines, the comprehensive disease-modifying quadruple therapy (ARNI, SGLT2i, beta-blocker, and MRA) is considered the standard of care, leading to a 73% relative reduction in the mortality rate over 2 years¹². However, difficulties and barriers for consistent implementation of these therapies in routine practice have been identified in real-world registries, including CHAMP-HF⁸. According to our baseline survey, a quadruple therapy was implemented in 24% of patients, while a triple therapy (mainly a combination of an ACEI/ARB, a beta-blocker, and a MRA) was the most used scheme (32%). Prioritization of a quadruple therapy for outpatients with HFrEF significantly increased among participant physicians after the intervention, both in outpatients and inpatients with acute HF. Present data support in-hospital initiation of quadruple medical therapy for patients with HFrEF as a practical, effective, and patient-centered strategy¹³, possibly leading to better outcomes.

Quadruple guideline-directed medical therapy has also reduced sudden cardiac death rates; in addition, ICD therapy is indicated in a subset of patients with HFrEF¹⁴. Nevertheless, in recent European real-world registries, only 15.5% of patients with an indication for primary prevention ICD received this therapy¹⁵. Increasing the confidence in identifying candidates to ICD may lead to a reduced mortality rate in this vulnerable subset of patients with HFrEF.

Even though real-world evidence demonstrates that hypertonic saline administration is associated with increased fluid and weight loss, as well as improved diuretic efficiency in selected patients with acute HF¹⁶,

physicians' concerns are still considered a barrier for its implementation. In addition, adequately powered, multicenter, placebo controlled, randomized studies to fully assess the benefits of this strategy in patients with diuretic resistance on optimal HF therapy are still lacking. Of note, our intervention led to a significant increase in the relevance of this therapeutic strategy that may optimize clinical outcomes for inpatients with acute HF.

It is worth noting that awareness of the high prevalence of iron deficiency and anemia, as well as their clinical consequences in patients with HF, is increasing¹⁷. Randomized controlled trials have demonstrated benefits in correcting iron deficiency, irrespective of anemia status, in chronic HF patients treated with intravenous iron infusions¹⁸. The relevance of this treatment strategy has also significantly increased among participant physicians after the intervention.

Our analysis has several limitations. First, the study design was an observational survey. Second, physicians were part of a training program, which could represent a bias toward more motivated participants. Third, the interpretation of the initial questions in the survey was left to the discretion of the responding physicians. Fourth, the lack of a control group reduced the accuracy of our results. Fifth, due to the self-administered design of the survey, subjective and social desirability biases could not be excluded.

Nevertheless, several strengths are highlighted. First, due to its real-world nature, our patient population is far more representative than those recruited in randomized controlled trials. Second, its multicenter design allows the inclusion of large patient and physician samples, of heterogeneous characteristics. Third, our study is probably the first of its kind in Latin America and provides relevant insights to optimize the management of patients with HF in local settings. Fourth, our results are consistent with previous research in different settings, highlighting the important knowledge gaps in HF management¹⁹.

Conclusion

A multifaceted, structured, reproducible educational intervention was effective in improving knowledge and attitudes about the diagnosis and management of patients with HF among physicians in Argentina. The results of the present study demonstrate that an educational intervention can increase their knowledge and improve clinical attitudes in the diagnosis of HFpEF, as well as the management of outpatients and hospitalized patients with HFrEF. Further studies are needed to determine the potential generalization of our results.

Funding

The information has been collected and analyzed by the researchers and AstraZeneca only participated in the publication process, for which the processes related to the collection and analysis of primary or secondary data were not carried out by the sponsor. AstraZeneca just found out an educational grant for the educational program, which included webinars, workshops, materials, courses, and all the contents of the educational intervention. This survey with the participation of health-care professionals did not include patient data and no comparisons or specific mention of any AstraZeneca product was considered.

Conflicts of interest

Lucrecia Ma. Burgos, Ma. Lorena Coronel, and Jorge Thierer have received honoraria as speakers for AstraZeneca.

Ethical considerations

Protection of humans and animals. The authors declare that no experiments involving humans or animals were conducted for this research.

Confidentiality, informed consent, and ethical approval. The study does not involve patient personal data nor requires ethical approval. The SAGER guidelines do not apply.

Declaration on the use of artificial intelligence. The authors declare that no generative artificial intelligence was used in the writing of this manuscript.

References

1. Emmons-Bell S, Johnson C, Roth G. Prevalence, incidence and survival of heart failure: a systematic review. *Heart*. 2022;108:1351-60.

2. Savarese G, Becher PM, Lund LH, Seferovic P, Rosano GM, Coats AJ. Global burden of heart failure: a comprehensive and updated review of epidemiology. *Cardiovasc Res*. 2023;118:3272-87.
3. Heidenreich PA, Bozkurt B, Aguilar D, Allen LA, Byun JJ, Colvin MM, et al. 2022 AHA/ACC/HFSA guideline for the management of heart failure: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association joint committee on clinical practice guidelines. *J Am Coll Cardiol*. 2022;79:e263-421.
4. McDonald M, Virani S, Chan M, Ducharme A, Ezekowitz JA, Giannetti N, et al. CCS/CHFS heart failure guidelines update: defining a new pharmacologic standard of care for heart failure with reduced ejection fraction. *Can J Cardiol*. 2021;37:531-46.
5. McDonagh TA, Metra M, Adamo M, Gardner RS, Baumbach A, Böhm M, et al. 2021 ESC guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. *Eur Heart J*. 2021;42:3599-726.
6. Fernández A, Thierer J, Fairman E, Giordano E, Soricetti J, Belziti C, et al. Consenso de insuficiencia cardíaca 2022. *Rev Argent Cardiol*. 2023;91:1-80.
7. Lescano A, Soracio G, Soricetti J, Arakaki D, Corone L, Cáceres L, et al. Argentine registry of acute heart failure (ARGENIC). Evaluation of a partial cohort at 30 days. *Rev Argent Cardiol*. 2020;88:118-25.
8. Greene SJ, Butler J, Albert NM, DeVore AD, Sharma PP, Duffy CI, et al. Medical therapy for heart failure with reduced ejection fraction: the CHAMP-HF registry. *J Am Coll Cardiol*. 2018;72:351-66.
9. Burgos L, Coronel ML, Thierer J. Attitudes and clinical practice in heart failure among physicians in Argentina. *Rev Argent Cardiol*. 2022;90:193-205.
10. Saldarriaga Giraldo CI. From guidelines to real world: knowledge as a solution to implement the evidence. *Rev Argent Cardiol*. 2022;90:163-64.
11. Reddy YN, Carter RE, Obokata M, Redfield MM, Borlaug BA. A simple, evidence-based approach to help guide diagnosis of heart failure with preserved ejection fraction. *Circulation*. 2018;138:861-70.
12. Greene SJ, Khan MS. Quadruple medical therapy for heart failure: medications working together to provide the best care. *J Am Coll Cardiol*. 2021;77:1408-11.
13. Bhagat AA, Greene SJ, Vaduganathan M, Fonarow GC, Butler J. Initiation, continuation, switching, and withdrawal of heart failure medical therapies during hospitalization. *JACC Heart Fail*. 2019;7:1-12.
14. Butler J, Talha KM, Aktas MK, Zareba W, Goldenberg I. Role of implantable cardioverter defibrillator in heart failure with contemporary medical therapy. *Circ Heart Fail*. 2022;15:e009634.
15. Schrage B, Lund LH, Benson L, Dahlström U, Shadman R, Linde C, et al. Predictors of primary prevention implantable cardioverter-defibrillator use in heart failure with reduced ejection fraction: impact of the predicted risk of sudden cardiac death and all-cause mortality. *Eur J Heart Fail*. 2022;24:1212-22.
16. Griffin M, Soufer A, Goljo E, Colna M, Rao VS, Jeon S, et al. Real world use of hypertonic saline in refractory acute decompensated heart failure: a U.S. center's experience. *JACC Heart Fail*. 2020;8:199-208.
17. Grote Beverborg N, Van Veldhuisen DJ, Van Der Meer P. Anemia in heart failure: still relevant? *JACC Heart Fail*. 2018;6:201-8.
18. Shamsi A, Cannata A, Piper S, Bromage DI, McDonagh TA. Treatment of iron deficiency in heart failure. *Curr Cardiol Rep*. 2023;25:649-61.
19. Gupta M, Bell A, Padarath M, Ngui D, Ezekowitz J. Physician perspectives on the diagnosis and management of heart failure with preserved ejection fraction. *CJC Open*. 2021;3:361-6.

Stent ductal versus fístula de Blalock-Taussig-Thomas en un país de Latinoamérica

Ductal stenting versus Blalock-Taussig-Thomas fistula in a Latin-American country

Diego F. Rivera-Parrado¹, José L. Colín-Ortiz^{1*}, Miguel F. Barrera-Colín¹, Javier López-Terrazas¹, Paulina Sánchez-Grande², Camilo A. Rivera-Parrado³ y Ever Munive-Molina⁴

¹Departamento de Cardiología Pediátrica, Instituto Nacional de Pediatría, Ciudad de México; ²Departamento de Neumología Pediátrica, Instituto Nacional de Pediatría, Ciudad de México; ³Departamento de Pediatría Médica, Hospital General de México, Ciudad de México; ⁴Departamento de Cardiología Pediátrica, Hospital para el Niño Poblano, Puebla. México

Resumen

Objetivo: Los pacientes con cardiopatías congénitas con hipoflujo pulmonar dependientes de conducto arterioso tienen como medida paliativa la colocación de una fístula de Blalock-Taussig-Thomas (FBTT) o un stent ductal (StD), y posteriormente otra paliación o reparación definitiva. La FBTT se ha asociado a mayor morbilidad y mortalidad. El objetivo de este trabajo es comparar la morbilidad y mortalidad de la FBTT vs. StD, y sus resultados a corto y mediano plazo. **Método:** La población en estudio fueron pacientes sometidos a la colocación de FBTT o StD de enero de 2012 a diciembre de 2022. **Resultados:** Se identificaron 164 pacientes, de los cuales 128 con FBTT y 36 con StD. Presentaron complicaciones el 87.5% del grupo de FBTT y el 22.2% del grupo de StD ($p < 0.001$). La OR de la FBTT para desarrollo de complicaciones fue de 19.58 (IC 95%: 7.79-51.17). La estancia en la unidad de cuidados intensivos fue menor con StD en comparación con FBTT (DM: -4.69 días; IC 95%: -7.30 a -2.07; $I^2 = 80\%$; $p = 0.0004$). El riesgo relativo de los pacientes con FBTT para defunción fue 2.32 (IC 95%: 0.755-7.149), pero no hubo diferencia estadísticamente significativa para mortalidad ($p = 0.135$). **Conclusiones:** La mortalidad presentó una menor tendencia en los pacientes con StD. Sin embargo, otras variables, como morbilidad, estancia hospitalaria y reintervención, se presentaron con menos frecuencia en el grupo de StD, siendo la diferencia estadísticamente significativa. Esta evidencia es la primera en Latinoamérica y respalda al StD como la opción más segura y efectiva en comparación con la FBTT en nuestro medio.

Palabras clave: Stent ductal. Fístula de Blalock-Taussig-Thomas. Morbi-mortalidad. Cardiopatía congénita de hipoflujo pulmonar. Cardiopatía congénita conducto dependiente. Cianosis.

Abstract

Objectives: Patients with congenital heart disease with ductus arteriosus-dependent pulmonary flow have as a palliative procedure the placement of a Blalock-Taussig-Thomas fistula (BTTF) or ductal stent (DSt) and subsequently undergoing to definitive palliation or repair. BTTF has been associated with increased morbidity and mortality. The objective of this research is to compare the morbidity and mortality of BTTF versus DSt, as well as their short- and medium-term outcomes. **Method:** The study population was patients undergoing BTTF or DSt placement from January 2012 to December 2022.

*Correspondencia:

José L. Colín-Ortiz

E-mail: colin_jldgo@yahoo.com.mx

Fecha de recepción: 19-07-2024

Fecha de aceptación: 20-02-2025

DOI: 10.24875/ACM.24000129

Disponible en internet: 04-04-2025

Arch Cardiol Mex. 2025;95(3):175-184

www.archivoscardiologia.com

1405-9940 / © 2025 Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez. Publicado por Permanyer. Este es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Results: 164 patients were identified, 128 with BTTF and 36 with DSt. 87.5% of the BTTF group presented complications, and 22.2% of the DSt group ($p < 0.001$). The OR for BTTF for development of complications was 19.58 (95% CI: 7.79-51.17). Intensive care unit stay was shorter in DSt compared to FBTT (MD: -4.69 days; 95% CI: -7.30 to -2.07; $I^2 = 80\%$; $p = 0.0004$). The relative risk of FBTT patients for death was 2.32 (95% CI: 0.755-7.149), but there was no statistically significant difference for mortality ($p = 0.135$). **Conclusions:** Mortality presented a lower tendency in patients with DSt. However, in other variables such as morbidity, hospital stay and reintervention were less frequent in the DSt group and were statistically significant. This evidence is the first in Latin-America and supports DSt as the safest and most effective option compared to FBTT in our setting.

Keywords: Stent ductal. Blalock-Taussig-Thomas fistula. Morbidity-mortality. Congenita heart disease with decreased pulmonary blood flow. Duct-dependent congenital heart disease. Cyanosis.

Introducción

Las cardiopatías congénitas cianógenas de hipoflujo pulmonar dependientes de conducto arterioso (CA) son una emergencia en recién nacidos y lactantes. La supervivencia depende de la realización de un procedimiento curativo o paliativo¹. Habitualmente, la paliación inicial se logra mediante una fístula de Blalock-Taussig-Thomas (FBTT)¹, pero las complicaciones posquirúrgicas han llevado a la necesidad de otro procedimiento alternativo¹.

La FBTT se ha utilizado ampliamente, pero es un procedimiento quirúrgico que se ha asociado con una mortalidad que oscila del 0% (en series muy pequeñas) hasta el 35.6%^{1,2}. Para superar los inconvenientes de la FBTT se desarrolló la colocación del *stent* ductal (StD) como alternativa menos invasiva. Desde la primera serie reportada en 1992, la colocación del StD se realiza en muchos hospitales del mundo y se ha adoptado como un método de primera elección para proporcionar flujo adicional a la circulación pulmonar². La literatura apoya los beneficios del StD a corto y largo plazo, con una mejoría significativa de la morbilidad¹⁻⁴.

En general, la colocación del StD se considera un procedimiento paliativo inicial de primera línea (a menos que el CA ya esté cerrado, la anatomía del conducto sea inadecuada o haya cualquier otra contraindicación⁴). En muchas instituciones se ha implementado la angiotomografía de tórax como un estudio de elección previo al procedimiento con el objetivo de comprender mejor la anatomía del CA, de las ramas pulmonares, y poder elegir el mejor acceso vascular³.

En los estudios realizados, los pacientes con StD tuvieron una tasa de complicaciones más baja que aquellos con FBTT^{4,5}. La mortalidad relacionada con el procedimiento dentro de los primeros 30 días no mostró diferencia significativa entre ambos grupos^{4,5}, y la tasa de mortalidad a medio plazo fue

significativamente menor en el grupo con StD^{4,5}. El riesgo de reintervención en los pacientes con StD se ha reportado mayor (47%) que en los pacientes con FBTT (22%)⁵. La calidad del crecimiento de las ramas pulmonares y la necesidad de plastia de alguna de ellas en la siguiente etapa no muestran diferencias entre ambos grupos^{5,6}.

La trombosis de la FBTT es una de las principales causas de muerte en estos pacientes; el riesgo oscila del 8% al 12%⁷, y en el seguimiento a 18 meses el 17.4% tenían una reintervención de la fístula. Otros estudios reportan una tasa de complicaciones con la FBTT del 12.3% al 29.5%, con o sin necesidad de reintervención^{8,9}; en contraparte, se reporta que el riesgo de complicaciones con el StD fue del 17%⁹. La mortalidad fue del 6.6 % en el grupo con StD y del 10.4% en el grupo con FBTT ($p = 0.26$)⁹. Los estudios comparativos muestran que el StD puede ser una alternativa razonable a la FBTT¹⁻¹⁰; sin embargo, la información al momento es limitada y mal definida, debido a su diseño y a estar obtenida en un solo centro o con un tamaño de muestra reducido. Sin duda, la FBTT seguirá siendo una opción importante para muchos pacientes cuando el StD no sea viable¹¹.

Se han publicado numerosos metaanálisis en Europa, Asia y Norteamérica que plantean las ventajas del StD sobre la FBTT, pero en Latinoamérica no existe evidencia al respecto.

Método

La población del estudio son pacientes sometidos a FBTT o colocación de StD en nuestro instituto, en el periodo del 1 enero de 2012 al 31 de diciembre de 2022. El objetivo principal fue evaluar los resultados, las complicaciones y la supervivencia tras la realización de ambos procedimientos como intervención inicial en pacientes cianóticos con cardiopatía congénita de flujo pulmonar disminuido dependiente del CA.

Los objetivos secundarios fueron la mortalidad general y las reintervenciones posterior al procedimiento inicial.

Como criterios de inclusión se consideraron pacientes con cardiopatía congénita de flujo pulmonar disminuido que se sometieron a FBTT o StD. Los criterios de exclusión fueron tener expediente con datos incompletos o presencia de patologías extracardiacas que no permitieran una comparación equivalente entre los dos grupos, tales como enfermedades congénitas o adquiridas pulmonares u otras patologías graves.

Se trata de un estudio observacional, longitudinal, comparativo, retrospectivo, descriptivo, no probabilístico y de medición abierta. Con respecto al *propensity score*, al tratarse de un estudio observacional y retrospectivo no se tuvo elección sobre el tipo de determinación de cada paciente, por lo que no fue posible eliminar dicho sesgo.

Para el análisis estadístico, los datos fueron ingresados a una base en Excel y de ahí fueron exportados a SPSS versión 22. Para las variables cuantitativas, en caso de distribución normal se calcularon la media y la desviación estándar, y si la distribución no era normal se calcularon la mediana y el rango intercuartílico. Para las variables cualitativas se calcularon la frecuencia absoluta y la frecuencia relativa. Se utilizó el programa Microsoft Excel® para el cálculo de la estadística descriptiva, así como para la elaboración de gráficos estadísticos para la presentación de la información. Todas las variables cuantitativas continuas se compararon entre los grupos de StD y FBTT por medio de la diferencia de medias y con la prueba t de Student en los casos de distribución normal, o en caso contrario, mediante pruebas no paramétricas. Se utilizó el programa SPSS versión 22 para el procesamiento de la estadística analítica en una distribución normal de los datos, y se buscaron asociaciones entre las variables mediante la prueba t de Student para las dicotómicas y ANOVA para las politómicas. Cuando no se encontró una distribución normal, para comparar las medianas de las variables cuantitativas que fueran de dos grupos se realizó la prueba U de Mann-Whitney, y en el caso de las variables de tres o más grupos se realizó la prueba de Kruskal-Wallis; para las variables cualitativas se aplicó la prueba χ^2 . Además, se evaluó la efectividad con la estimación de riesgos relativos.

Resultados

En el periodo de estudio hubo 164 pacientes que cumplieron los criterios de inclusión y formaron parte

del análisis de datos cualitativos y cuantitativos. La FBTT se realizó en el 78% (128) de los casos y StD en el 22% (36). El 54.3% (89) fueron de sexo masculino y el 45.7% (75) de sexo femenino.

El grupo de FBTT tuvo una media de edad de 239 días, una mediana de 45 días y un rango de 2 a 5657 días (dos pacientes eran mayores de 10 años). El grupo de StD tuvo una media de edad de 168 días, una mediana de 60 días y un rango de 1 a 1460 días. Los pacientes con FBTT tuvieron menor edad en comparación con los pacientes con StD (45 vs. 60 días), pero la diferencia no fue estadísticamente significativa ($p = 0.608$) (Tabla 1).

En el grupo de FBTT, la media de peso fue de 4.75 kg, con una mediana de 3.5 kg y un rango de 2 a 25 kg, mientras que en el grupo de StD la media de peso fue de 5.13 kg, con una mediana de 3.7 kg y un rango de 3 a 12 kg (Tabla 1). También se reportó un menor peso en los pacientes con FBTT en comparación con el grupo de StD (3.5 vs. 3.7), pero la diferencia no fue estadísticamente significativa ($p = 0.022$).

En ambos grupos, los diagnósticos más frecuentes fueron atresia pulmonar con comunicación interventricular y atresia pulmonar con tabique interventricular íntegro en 95 casos (57.92%) (para detalles, véase la tabla 1).

La mediana de tiempo desde el ingreso hasta la realización de procedimiento para ambas intervenciones fue de 5 días (rango: 1-67); para la FBTT fue de 6 días (rango: 1-67) y para el StD fue de 3 días (rango: 1-25) ($p = 0.036$).

En el grupo de FBTT, la mediana del tiempo de estancia en la unidad de cuidados intensivos cardiovasculares fue de 15 días (rango: 0-192), el tiempo de ventilación mecánica tuvo una mediana de 7 días (rango: 0-91), y la mediana de estancia hospitalaria fue de 35.5 días (rango: 0-193) (Tabla 2). Para el grupo de StD, la mediana de estancia en terapia intensiva pediátrica (general o neonatal) fue de 3.29 días (rango: 0-19) ($p < 0.001$), el tiempo de ventilación mecánica tuvo una mediana de 0.10 días (rango: 0.037 [53 min] a 0.25 [360 min]) ($p < 0.001$) (Tabla 2 y Fig. 1), y la mediana de estancia hospitalaria fue de 12 días (rango: 3-57) ($p < 0.001$) (Tabla 2 y Fig. 2).

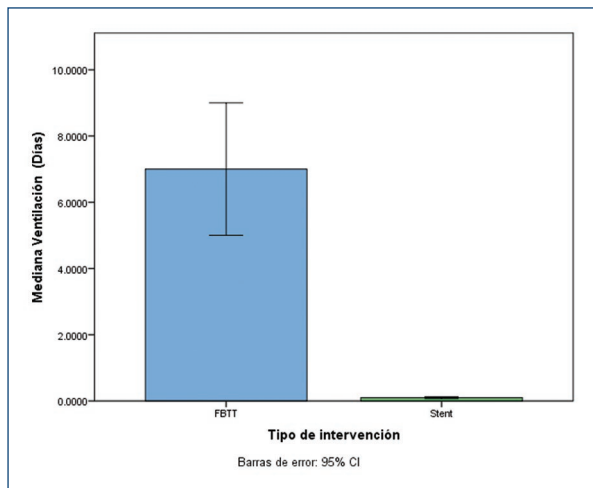
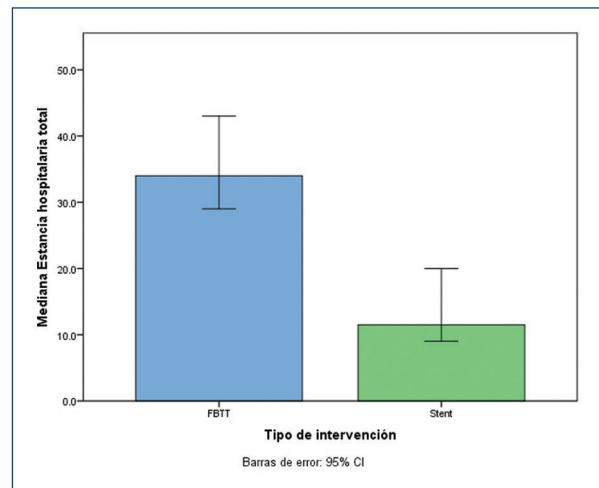
La mediana de la saturación de oxígeno inicial en el grupo FBTT fue del 62% y en el grupo StD fue del 73% ($p < 0.001$), y posintervención inmediata fue del 83% en el grupo FBTT y del 86% en el grupo StD ($p = 0.017$) (Tabla 2).

El 100% de los pacientes con FBTT requirieron manejo con aminas, frente al 72.2% de los pacientes con StD.

Tabla 1. Comparación de los resultados de los dos tipos de intervención

Variable	FBTT (n = 128)	StD (n = 36)	Total (n = 164)	p
Sexo				
Masculino	70	19	89	
Femenino	58	17	75	
Edad				
Días (mediana)	45	60		0.608
Peso				
kg (mediana)	3.5	3.7		0.022
Diagnóstico				
Atresia pulmonar con tabique interventricular íntegro	20	19	39	
Atresia pulmonar con CIV	44	12	56	
Atresia tricuspídea con atresia pulmonar	16	5	21	
Doble salida del ventrículo derecho con atresia de arteria pulmonar	8	0	8	
Tetralogía de Fallot con estenosis crítica e hipoplasia de ventrículo derecho	17	0	17	
Canal atrioventricular desbalanceado con fisiología univentricular y atresia pulmonar	19	0	19	
Transposición de grandes arterias con atresia pulmonar	1	0	1	
Atresia mitral con estenosis pulmonar crítica	2	0	2	
Canal atrioventricular balanceado, doble salida del ventrículo derecho y estenosis crítica de la arteria pulmonar	1	0	1	

CIV: comunicación interventricular; FBTT: fistula de Blalock-Taussig-Thomas; StD: *stent* ductal.

**Figura 1.** Relación entre la mediana de ventilación mecánica en días y el tipo de intervención.**Figura 2.** Relación entre la mediana de estancia hospitalaria y el tipo de intervención.

La presencia de complicaciones en el grupo de FBTT (87.5%) se asoció a defunción (χ^2 , $p = 0.012$). Debido a que no hubo ninguna defunción en el grupo de pacientes de FBTT sin complicaciones, no se pudo establecer una *odds ratio* (OR). La ausencia de complicaciones en los pacientes con FBTT tuvo una OR de 0.706 para defunción (intervalo de confianza del 95% [IC 95%]: 0.626-0.797), por lo cual la ausencia de complicaciones en los pacientes con FBTT se considera como un factor protector para defunción.

En los pacientes con StD, la ausencia de complicaciones también se asoció de forma estadísticamente significativa a la supervivencia (OR: 0.500; IC 95%: 0.250-1.0; $p < 0.001$).

De los pacientes que sobrevivieron, como complicaciones del grupo de FBTT se reportaron cinco principales: estenosis de FBTT en 5 (3.9%), parálisis diafragmática en 4 (3.1%), sangrado en 2 (1.5%), infección del sitio quirúrgico en 2 (1.5%) e infección nosocomial en 64 (50%); hubo otras complicaciones en

Tabla 2. Comparación de las variables de los pacientes

Variable	FBTT (n = 128)	StD (n = 36)	Total (n = 164)	p
Tiempo de ingreso hasta realización del procedimiento Días	6	3	-	0.036
Estancia en UCICV Días	15	3.29	-	< 0.001*
Ventilación mecánica Días	7	0.10	-	< 0.001*
Estancia hospitalaria total Días, mediana	35.5	12	-	< 0.001*
SatO ₂ inicial %	62	73	-	< 0.001*
SatO ₂ final %, posprocedimiento inmediato	83	86	-	0.017*
Uso de aminos Sí No	128 0	26 10	154 10	< 0.001*
Complicaciones Sí No	112 16	11 24	132 40	< 0.001*
Complicaciones de la FBTT (112 de 128 pacientes)				-
Estenosis de FBTT	32	NA	32	
Parálisis diafragmática	3	NA	3	
Sangrado	2	NA	2	
Pseudoaneurisma	0	NA	0	
Infección del sitio quirúrgico	2	NA	2	
Infección	63	NA	63	
Otra complicación	23	NA	23	
Complicaciones de StD (en 11 de 36 pacientes)				-
Estenosis u oclusión del StD	NA	0	0	
Desplazamiento del StD	NA	0	0	
Lesión renal aguda secundaria	NA	0	0	
Neuroapraxia	NA	0	0	
Sangrado	NA	0	0	
Arritmia	NA	2	2	
Otra complicación	NA	4	4	
Reintervención Sí No	18 110	0 36	18 146	0.017*
Defunción Sí No	33 95	5 31	38 126	0.135
Fármacos AAS o clopidogrel No AAS + clopidogrel	128 NA NA	32 NA 4	32 4	-

*Prueba U de Mann-Whitney.

AAS: ácido acetilsalicílico; FBTT: fístula de Blalock-Taussig-Thomas; NA: no aplica; SatO₂: saturación de oxígeno; StD: *stent* ductal; UCICV: unidad de cuidados intensivos cardiovasculares.

2 (1.5%), y en algunos pacientes se presentó más de una complicación. En cuanto a los pacientes que sobrevivieron del grupo de StD, se documentó arritmia transitoria en 2 (5.5%) y no se reportó ningún caso de

desplazamiento del *stent*, lesión renal aguda secundaria al medio de contraste, neuroapraxia ni sangrado; hubo otras complicaciones en 4 pacientes (11.4 %), 3 de las cuales fueron infecciones nosocomiales.

En el grupo de FBTT, 19 pacientes (14.8%) ameritaron reintervención: tres de ellos requirieron otro procedimiento quirúrgico, de los cuales dos fallecieron y uno sobrevivió; y en 16 pacientes se realizó cateterismo, de los cuales 11 ameritaron colocación de *stent* en la FBTT y, de estos, tres fallecieron (dos en terapia intensiva y uno durante el cateterismo por hemorragia retroperitoneal al tratar de rescatar la FBTT) y ocho sobrevivieron (solo en cuatro de ellos se tuvo seguimiento). De los pacientes con StD, ninguno ameritó reintervención por cateterismo o un procedimiento quirúrgico cardiovascular de urgencia ni electivo a corto o mediano plazo ($p = 0.017$) (Tabla 2).

Hubo 38 defunciones, de las cuales 33 (25.7%) corresponden al grupo de FBTT. Fallecieron 26 pacientes por obstrucción u oclusión súbita de la fístula entre 1 y 90 días después del procedimiento quirúrgico; uno de ellos falleció en cateterismo por hemorragia retroperitoneal al intentar rescatar la fístula, tres por traqueostomía fallida o vía falsa dentro de los 3 meses posteriores al procedimiento, uno por sepsis-choque séptico, uno por hemorragia secundaria al uso de heparina, uno extubado por broncoaspiración, y uno en cuidados paliativos 5 meses posterior a la FBTT por daño pulmonar e intubación prolongada falleció en su domicilio (Tabla 2). Como dato agregado, dos pacientes excluidos del análisis por expediente incompleto fallecieron durante el evento quirúrgico (colocación de FBTT) por complicaciones no especificadas en el expediente.

De las 5 defunciones (13.8%) del grupo de StD, dos fueron por crisis de hipoxia durante el cateterismo (uno de ellos por espasmo ductal al intentar cruzar el *stent*), una por hemorragia cerebral dentro de las 24 horas, un paciente con artresia pulmonar (AR) con tabique interventricular íntegro por infarto al miocardio secundario a circulación coronaria dependiente del ventrículo derecho en las primeras 24 horas, y uno por neumotórax tardío (Tabla 2).

A pesar de que el porcentaje de defunción se duplica en el grupo de FBTT respecto al de StD, no hubo asociación estadísticamente significativa entre el tipo de procedimiento y la mortalidad ($p = 0.135$).

El riesgo relativo de los pacientes con FBTT para defunción fue de 2.32 (IC 95%: 0.755-7.149). No obstante, estos hallazgos sugieren que los pacientes con StD tienen menos tendencia de presentar mortalidad.

Discusión

El objetivo de los procedimientos paliativos en los pacientes con cardiopatías congénitas con circulación pulmonar dependiente del CA es mejorar la hipoxemia incrementando el flujo pulmonar (Qpt). Esto se logra tradicionalmente, desde 1944, mediante una FBTT, que es una buena opción para los recién nacidos graves que no son candidatos a una cirugía correctiva inicial. El procedimiento cumple con los propósitos de incrementar el Qpt, pero los estudios demuestran una alta morbilidad en los recién nacidos¹⁻⁵, con un puntaje de 6.3 en la escala de riesgo Aristóteles y un riesgo quirúrgico 3 de RACHS-1.

En nuestro análisis, el 87.5% (112) de los pacientes con FBTT presentaron complicaciones, frente al 30.5% (11) del grupo de StD. Esta diferencia fue estadísticamente significativa ($p < 0.001$). La presencia de complicaciones en la FBTT se asoció a defunción (χ^2 , $p = 0.012$). La OR de la FBTT para desarrollo de complicaciones fue de 19.58 (IC 95%: 7.79-51.17; $p < 0.001$); es decir, los pacientes a quienes se realizó FBTT tuvieron 19.5 más probabilidades de tener una complicación que los pacientes a quienes se colocó un StD.

La ausencia de complicaciones en los pacientes con FBTT tuvo una OR de 0.706 para defunción (IC 95%: 0.626-0.797), por lo cual la ausencia de complicaciones en los pacientes con FBTT se considera como un factor protector para defunción. En los pacientes con colocación de StD, la ausencia de complicaciones también se asoció de forma estadísticamente significativa a la sobrevivencia (OR: 0.500; IC 95%: 0.250-1.0; $p < 0.001$).

Según el estudio de Fakhry AbdelMassih et al.¹, la FBTT presenta riesgo de morbilidad: trombosis, fuga a través del injerto, pseudoaneurismas, parálisis diafragmática, derrame pleural y Qpt excesivo, así como complicaciones debido a toracotomía o esternotomía, e infecciones pulmonares y nosocomiales.

Alsagheir et al.² reportan una menor estancia hospitalaria con StD en comparación con FBTT (derivación media [DM]: -5.78 días; IC 95%: -9.27 a -2.28; $I^2 = 75\%$; $p = 0.001$), semejante a lo encontrado en nuestro estudio (Tabla 2). Así mismo, con StD la estancia en la unidad de cuidados intensivos es más corta en comparación con FBTT (DM: -4.69 días; IC 95%: -7.30 a -2.07 días; $I^2 = 80\%$; $p = 0.001$)²; también semejante a lo encontrado en nuestro estudio (Tabla 2).

Mini et al.¹² hallaron que la mortalidad fue más alta en los pacientes con FBTT (14.2%) en comparación con el grupo de StD (2.8%), y Nasser et al.¹³ llegan a

la misma conclusión. En nuestro estudio, el 25.78% de los pacientes con FBTT fallecieron, frente al 13.88% de los pacientes con StD. El riesgo relativo de los pacientes con FBTT para defunción fue de 2.32 (IC 95%: 0.755-7.149), pero este valor no fue estadísticamente significativo ($p = 0.135$).

El crecimiento simétrico de las ramas pulmonares es uno de los objetivos para ambos procedimientos. Al respecto, Helal et al.¹⁴ informaron un crecimiento global de las arterias pulmonares similar en ambos grupos, pero el crecimiento fue más simétrico en el grupo de StD. En nuestro estudio, este parámetro no pudo ser analizado y es una de sus limitantes.

Bentham et al.¹⁵ evaluaron ambos procedimientos en varios centros y encontraron que se realizaban el doble de FBTT que de StD; concluyen que el StD no podría considerarse una panacea de paliación, pero que sí puede considerarse con seguridad como una opción de primera línea.

En un metaanálisis se demostró una saturación de oxígeno tras el procedimiento estadísticamente mayor para FBTT en comparación con StD (DM: 1.41; IC 95%: 0.07-2.75; $I^2 = 10\%$; $p = 0.04$)². Nuestro análisis también reveló que los pacientes con StD tuvieron una mayor saturación de oxígeno, y aunque la diferencia fue pequeña (83% vs. 86%), mostró significancia estadística ($p = 0.017$).

La colocación del StD es un procedimiento que requiere infraestructura, una planificación preintervencionista meticulosa, ingenio e improvisación del operador en tiempo real (McGiver–procedimiento), así como un conjunto de habilidades adecuadas para permitir los múltiples enfoques para realizar con éxito la colocación del StD³. Así mismo, la morfología del CA es importante para la colocación del StD, y en este contexto se ha descrito como recto (tipo 1), «ligeramente» tortuoso con un asa (tipo 2) o muy tortuoso con más de un asa (tipo 3)³. En nuestro estudio, la morfología del CA fue tipo 1 en dos casos, tipo 2 en 21 casos y tipo 3 en 13 casos.

En el grupo de StD se utilizaron en todos los casos *stents* coronarios no medicados (de 3.5 y 4 mm). El StD se entregó siempre a un diámetro ligeramente mayor que su diámetro nominal para evitar durante la evolución una estenosis intra-*stent* secundaria a su endotelización. El StD se entregó por vía arterial en 34 casos (27 por vía femoral con introductor de 4 Fr y 7 por vía carotídea percutánea con introductor de 4 Fr), y por vía venosa femoral en 2 casos; solo en estos últimos se utilizó un catéter guía de 5 Fr. En todos los pacientes, el StD se avanzó por una guía de

angioplastia coronaria de 0.014 pulgadas de rigidez intermedia o *floppy*, y en ninguno con rigidez extra-*support*. Cinco casos ameritaron la colocación de dos *stents* para cubrir por completo el CA.

En cuanto a los costos de ambos procedimientos, en un estudio comparativo multicéntrico se encontró que el StD tiene unos costos inferiores o equivalentes a largo plazo (primer año de vida)¹⁶. Estos hallazgos sugieren que el StD proporciona un valor de atención médica competitivo y respalda su uso como una alternativa razonable a la FBTT¹⁶. Nosotros no pudimos valorar el aspecto económico por ser un estudio retrospectivo, siendo esto otra limitante.

Las limitaciones de nuestro estudio radican en que, al ser un estudio retrospectivo, descriptivo, transversal, observacional, no probabilístico y de medición abierta, no es posible homogeneizar los grupos al 100%, y por tal motivo se realizó el cálculo del tamaño de la muestra con el programa *G power* y con una prueba estadística de *t* de Student a dos colas, para que la muestra fuera equiparable. Debido al tipo de estudio, los investigadores no tuvimos elección sobre el tratamiento en los pacientes, por lo que no se pudo eliminar este sesgo. Tampoco fue posible determinar el crecimiento de las ramas pulmonares en los sobrevivientes por un seguimiento limitado, ni el impacto económico en ambos grupos.

Dadas las ventajas del StD demostradas en este y otros estudios previos, vale la pena comentar que existen recomendaciones en relación al tipo de CA candidato a la colocación de StD. Se ha mencionado que los CA muy tortuosos (tipo 3) no son candidatos a la colocación de StD, pero en la mayoría de nuestros casos (excepto en dos) fue posible colocarlo de manera exitosa independientemente de la anatomía ductal, incluso en aquellos con un CA tipo 3, como se muestra en las figuras 3 y 4.

Es importante considerar la anatomía ductal (con un estudio de angiotomografía o impresión 3D), el acceso vascular requerido, las siguientes etapas quirúrgicas y los riesgos de la colocación de un StD en situaciones complejas, como aquellos casos en que las ramas pulmonares se originan en continuidad del CA (sin tronco de la arteria pulmonar), por lo que recomendamos que sea el grupo de hemodinamia el que tome la decisión de colocar o no un StD. Por lo tanto, el grupo quirúrgico deberá tener la habilidad y la experiencia suficientes para poder retirar y realizar las siguientes etapas quirúrgicas sin eventualidades, principalmente sin distorsión de las ramas pulmonares. En esta situación se recomienda la colaboración

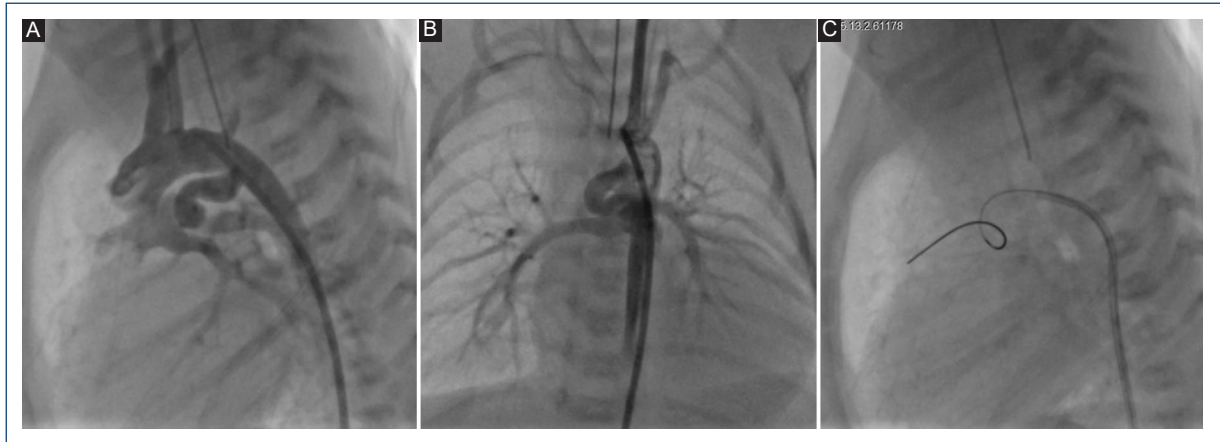


Figura 3. **A y B:** angiografía de arco aórtico que muestra un conducto arterioso tipo 3 (muy tortuoso) que hace un asa de 360°, cerca del extremo pulmonar. **C:** se cruza una guía de angioplastia coronaria de 0.014 pulgadas a través del conducto arterioso.

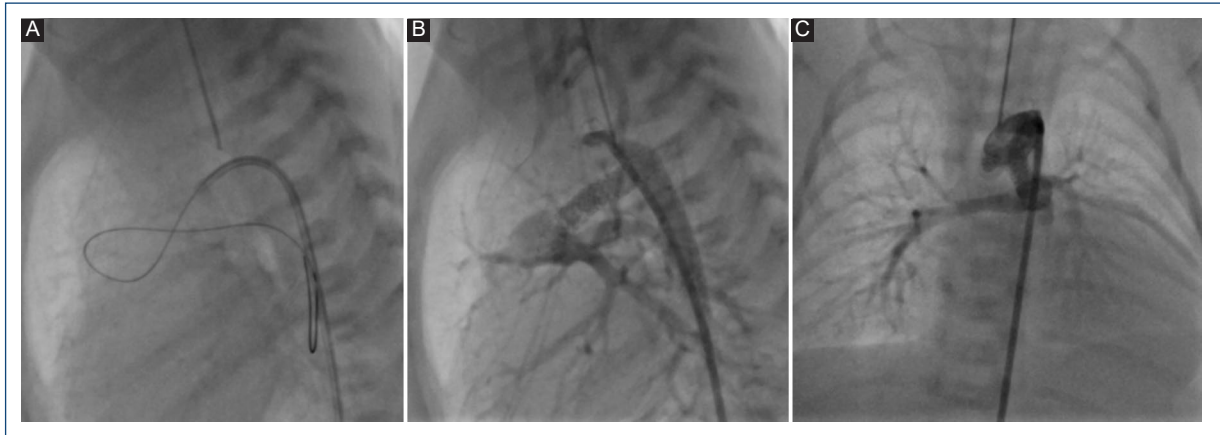


Figura 4. **A:** se logra deshacer el asa del conducto arterioso, rectificándolo con una guía de angioplastia coronaria de 0.014 pulgadas. **B:** proyección lateral izquierda que muestra una adecuada colocación del *stent* coronario no medicado, cubriendo toda la longitud del conducto. **C:** en proyección frontal se observa la rectificación del conducto con el *stent* coronario.

entre los grupos de hemodinamia y cirugía cardíaca; desafortunadamente, en nuestra institución dicha colaboración es breve y en los pacientes de nuestro estudio rara vez se llegó a un consenso en sesión médico-quirúrgica, y por ello en el periodo del estudio (2012-2022) fue mayor el número casos con FBTT.

Vale la pena comentar que en el periodo de estudio hubo dos casos en los que se ofreció cateterismo intervencionista como medida paliativa con el objetivo de colocación de un StD, pero finalmente no se colocó:

- En el primer caso no fue posible cruzar la guía de angioplastia dado que el CA presentaba una luz

< 1 mm con un asa muy corta y un ángulo de 360°. Por este motivo, el paciente fue enviado a cirugía de urgencia para FBTT y desafortunadamente falleció en el quirófano. Este paciente no se pudo incluir en el análisis, ya que su expediente no estaba completo (caso médico-legal).

- El segundo caso corresponde a un paciente en quien no fue posible realizar angiotomografía, en la angiografía se observó un origen ductal de ambas ramas pulmonares (sin tronco pulmonar) y se decidió no intentar cruzar la guía de angioplastia coronaria (por renuencia del equipo quirúrgico a retirar el *stent* dentro de las ramas pulmonares). Se le realizó FBTT,

pero ameritó reintervención quirúrgica antes de las 6 semanas posteriores (este paciente sí está incluido en el análisis estadístico del estudio).

El primer paciente con StD en nuestra institución fue en el año 2012, pero desafortunadamente ha habido renuencia por el equipo quirúrgico para el retiro del StD en las siguientes etapas de tratamiento. Así, en la actualidad, en nuestra institución, existe controversia entre ambos tipos de intervenciones (FBTT y StD), siendo la FBTT el procedimiento más realizado. Sin embargo, con los datos obtenidos podemos concluir que el StD tiene muchos beneficios para el paciente, para la familia, para el personal de salud y para la institución, al optimizar los recursos humanos, de laboratorio y del banco de sangre, así como los recursos económicos, todos ellos aspectos trascendentales en los países con limitaciones sociales, culturales y económicas.

Conclusiones

En nuestro medio, la morbilidad cuando se realiza una FBTT es mayor que la reportada en la literatura. La morbilidad del StD es similar a la encontrada en otras latitudes e incluso muestra un mejor resultado en cuanto a reintervención.

Se ha demostrado que el StD tiene ventajas en relación a las complicaciones, los días de ventilación mecánica, la estancia en terapia intensiva y la estancia hospitalaria, en comparación con la FBTT en nuestro medio, y también que existe una menor tendencia a presentar mortalidad en los pacientes sometidos a colocación de StD.

Toda la evidencia, la previamente publicada¹⁻¹⁶ y la de este estudio, permite señalar que el StD es la opción más segura y efectiva en nuestro medio (países en vías de desarrollo) como medida paliativa en pacientes con hipoflujo pulmonar que ameritan incrementar el Qpt y no son candidatos a una cirugía correctiva en un primer tiempo.

Se vislumbra el StD como la mejor opción paliativa en nuestro medio, ya que presenta menor morbilidad, se optimizan los recursos humanos, materiales y económicos disponibles.

Se necesitan más estudios, de preferencia prospectivos (para evitar en lo posible la presencia de sesgos o limitantes en la información), con mayor número de pacientes, y de preferencia multicéntricos en

Latinoamérica, para poder realizar una recomendación con un mayor nivel de evidencia.

Financiamiento

La presente investigación no ha recibido ninguna beca específica de agencias de los sectores públicos, comercial o con ánimo de lucro.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Consideraciones éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad, consentimiento informado y aprobación ética. Los autores han seguido los protocolos de confidencialidad de su institución, han obtenido el consentimiento informado de los pacientes, y cuentan con la aprobación del Comité de Ética. Se han seguido las recomendaciones de las guías SAGER, según la naturaleza del estudio.

Declaración sobre el uso de inteligencia artificial. Los autores declaran que no utilizaron algún tipo de inteligencia artificial generativa para la redacción de este manuscrito.

Referencias

1. Fakhry AbdelMassih A, Menshawey R, Menshawey E, El-Maghraby AE, Sabry AO, Kamel A, et al. Blalock-Taussig shunt versus ductal stent in the palliation of duct dependent pulmonary circulation; a systematic review and meta-analysis. *Curr Probl Cardiol.* 2022;47:100885.
2. Alsagheir A, Koziarz A, Makhdom A, Contreras J, Alraddadi H, Abdalla T, et al. Duct stenting versus modified Blalock-Taussig shunt in neonates and infants with duct-dependent pulmonary blood flow: a systematic review and meta-analysis. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2021;161:379-90.
3. Arar Y, Dimas VV, Nugent AW, Hussain T, Kasraie N, Reddy SRV, et al. Pre-procedural CT imaging aids neonatal PDA stenting for ductal-dependent pulmonary blood flow with reduction in overall procedural morbidity. *Cardiol Young.* 2021;32:1401-6.
4. Lekchuensakul S, Somanandana R, Namchaisiri J, Benjacholamas V, Lertsapcharoen P. Outcomes of duct stenting and modified Blalock-Taussig shunt in cyanotic congenital heart disease with duct-dependent pulmonary circulation. *Heart Vessels.* 2022;37:875-83.
5. Makhoul M. Commentary: Duct stenting in neonates: is it time to kiss goodbye our old friend, the Blalock-Taussig shunt? *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2021;161:391-2.
6. Lehenbauer DG, Morales DLS. Commentary: Shunts versus stents? Collaboration better than competition. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2021;161:394-5.
7. Dutta P, Emani S, Ibla JC, Emani SM, Nathan M. Clinical implications of acute shunt thrombosis in paediatric patients with systemic-to-pulmonary shunt re-interventions. *Cardiol Young.* 2022;31:1-7.

8. Dorobantu DM, Pandey R, Sharabiani MT, Mahani AS, Angelini GD, Martin RP, et al. Indications and results of systemic to pulmonary shunts: results from a national database. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2016;13:1553-63.
9. Glatz AC, Petit CJ, Goldstein BH, Kelleman MS, McCracken CE, McDonnell A, et al. Comparison between patent ductus arteriosus stent and modified Blalock-Taussig shunt as palliation for infants with ductal-dependent pulmonary blood flow: insights from the Congenital Catheterization Research Collaborative. *Circulation.* 2018;137:589-601.
10. Boucek DM, Qureshi AM, Goldstein BH, Petit CJ, Glatz AC. Blalock-Taussig shunt versus patent ductus arteriosus stent as first palliation for ductal-dependent pulmonary circulation lesions: a review of the literature. *Congenit Heart Dis.* 2019;14:105-9.
11. Bauser-Heaton H, Qureshi AM, Goldstein BH, Glatz AC, Ligon RA, Gartenberg A, et al. Comparison of patent ductus arteriosus stent and Blalock-Taussig shunt as palliation for neonates with sole source ductal-dependent pulmonary blood flow: results from the Congenital Catheterization Research Collaborative. *Pediatr Cardiol.* 2022;43:121-31.
12. Mini N, Schneider MBE, Asfour B, Mikus M, Zartner PA. Duct stenting vs. modified Blalock-Taussig shunt: new insights learned from high-risk patients with duct-dependent pulmonary circulation. *Front Cardiovasc Med.* 2022;9:933-59.
13. Nasser BA, Abdulrahman M, Qwaee AAL, Alakfash A, Mohamad T, Kabbani MS. Impact of stent of ductus arteriosus and modified Blalock-Taussig shunt on pulmonary arteries growth and second-stage surgery in infants with duct-dependent pulmonary circulation. *J Saudi Heart Assoc.* 2020;32:86-92.
14. Helal AM, Elmahrouk AF, Bekheet S, Bamawi HI, Jamjoom AA, Galal MO, et al. Patent ductus arteriosus stenting versus modified Blalock-Taussig shunt for palliation of duct-dependent pulmonary blood flow lesions. *J Card Surg.* 2022;37:2571-80.
15. Bentham JR, Zava NK, Harrison WJ, Shauq A, Kalantre A, Derrick G, et al. Duct stenting versus modified Blalock-Taussig shunt in neonates with duct-dependent pulmonary blood flow: associations with clinical outcomes in a multicenter national study. *Circulation.* 2018;137:581-8.
16. Goldstein BH, O'Byrne ML, Petit CJ, Qureshi AM, Dai D, Griffiths HM, et al. Differences in cost of care by palliation strategy for infants with ductal-dependent pulmonary blood flow. *Circ Cardiovasc Interv.* 2019;12:e007232.

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN ORIGINAL

El índice cintura-IMC supera al IMC y la circunferencia de la cintura en la predicción de la presión de pulso elevada: un análisis poblacional en Perú

Waist-to-BMI index outperforms BMI and waist circumference in predicting elevated pulse pressure: a population-based analysis in Peru

Víctor J. Vera-Ponce^{1,2*}, Fiorella E. Zuzunaga-Montoya³, Nataly M. Sánchez-Tamay^{1,2},
Juan C. Bustamante-Rodríguez^{1,2}, Luisa E.M. Vásquez-Romero¹, Joan A. Loayza-Castro¹
y Carmen I. Gutiérrez-De Carrillo^{1,2}

¹Facultad de Medicina, Instituto de Investigación de Enfermedades Tropicales, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Amazonas; ²Facultad de Medicina, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Amazonas; ³Escuela de Posgrado, Universidad Continental, Lima. Perú

Resumen

Objetivo: Comparar el índice de masa corporal (IMC), la circunferencia de la cintura (CC) y el índice CC-IMC en la predicción de la presión de pulso elevada y examinar cómo estas asociaciones varían según la edad y el sexo. **Método:** Se realizó un análisis transversal utilizando datos de la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar de Perú (2018-2023). Se emplearon modelos de regresión de Poisson con varianza robusta para evaluar la asociación entre las medidas antropométricas y la presión de pulso elevada (≥ 50 mmHg), ajustando por factores sociodemográficos y de estilo de vida. **Resultados:** El CC-IMC mostró la asociación más consistente y robusta con la presión de pulso elevada en comparación con el IMC y la CC. La fuerza de la asociación fue mayor en los adultos menores de 60 años y en las mujeres. Se observó una atenuación del efecto en los mayores de 60 años para todas las medidas antropométricas. El CC-IMC presentó una relación más lineal y estable en los diferentes subgrupos poblacionales. **Conclusiones:** el CC-IMC es un predictor más preciso de la presión de pulso elevada que el IMC o la CC por separado. La atenuación del efecto en adultos mayores y las diferencias por sexo subrayan la importancia de considerar factores demográficos en la evaluación del riesgo cardiovascular.

Palabras clave: Índice de masa corporal. Circunferencia abdominal. Presión arterial. Perú.

Abstract

Objective: To compare body mass index (BMI), waist circumference (WC) and WC-BMI in predicting elevated pulse pressure and to examine how these associations vary by age and sex. **Method:** A cross-sectional analysis used data from the Peru Demographic and Health Survey (2018-2023). Poisson regression models with robust variance were employed to evaluate the association between anthropometric measures and elevated pulse pressure (≥ 50 mmHg), adjusting for sociodemographic and lifestyle factors. **Results:** WC-BMI showed the most consistent and robust association with elevated pulse pressure compared to BMI and WC. The strength of the association was more significant in adults under 60 years and women.

*Correspondencia:

Víctor J. Vera-Ponce
E-mail: vicvepo@gmail.com

Fecha de recepción: 11-10-2024
Fecha de aceptación: 01-02-2025
DOI: 10.24875/ACM.24000187

Disponible en internet: 10-03-2025
Arch Cardiol Mex. 2025;95(3):185-196
www.archivoscardiologia.com

1405-9940 / © 2025 Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez. Publicado por Permanyer. Este es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

*An attenuation of the effect was observed in individuals over 60 years for all anthropometric measures. WC-BMI presented a more linear and stable relationship across different population subgroups. **Conclusions:** WC-BMI predicts elevated pulse pressure more precisely than BMI or WC alone. The attenuation of the effect in older adults and the differences by sex highlights the importance of considering demographic factors in evaluating cardiovascular risk.*

Keywords: Body mass index. Waist circumference. Arterial pressure. Peru.

Introducción

La presión de pulso (PP), definida como la diferencia entre la presión arterial sistólica (PAS) y la presión arterial diastólica (PAD), ha emergido como un importante indicador de riesgo cardiovascular en las últimas décadas. Los estudios longitudinales han demostrado que una PP elevada se asocia de manera independiente con un aumento en la morbilidad y la mortalidad por causa cardiovascular, en particular en poblaciones de edad avanzada¹. La PP refleja la rigidez arterial y la función ventricular izquierda, proporcionando información valiosa sobre la salud vascular que va más allá de las mediciones tradicionales de la presión arterial².

Dada la importancia de la PP en la evaluación del riesgo cardiovascular, la relación entre las medidas antropométricas y la PP ha sido objeto de creciente interés en la investigación cardiovascular. Entre las medidas antropométricas más relevantes, el índice de masa corporal (IMC) y la circunferencia de la cintura (CC) han sido ampliamente estudiados en relación con la PP. Estudios previos han sugerido que tanto el IMC como la CC pueden estar asociados con cambios en la PP³⁻⁵, pero estos análisis son escasos en la población latinoamericana y más aún en la peruana.

Además de estas medidas individuales, recientemente se ha propuesto el uso de un índice combinado CC-IMC como factor que podría proporcionar una evaluación más completa de la composición corporal y su relación con la salud cardiovascular^{6,7}. Este enfoque combinado busca capturar tanto la adiposidad general como la distribución específica de la grasa abdominal, potencialmente ofreciendo una visión más integral de cómo la composición corporal influye en la PP.

A pesar de la evidencia acumulada, persisten importantes lagunas en nuestro entendimiento de cómo estas diferentes medidas antropométricas se relacionan con la PP. La mayoría de los estudios han examinado estas asociaciones de manera lineal o utilizando categorías amplias de IMC o CC, lo que podría oscurecer patrones más sutiles o puntos de inflexión críticos en estas relaciones. Además, pocos estudios han comparado directamente la fuerza relativa de la asociación entre el IMC, la CC y el índice combinado CC-IMC con

la PP, o han explorado cómo estas relaciones podrían variar en diferentes subgrupos demográficos o clínicos.

En este contexto, nuestro estudio busca abordar estas brechas de conocimiento mediante un análisis detallado de la relación entre el IMC, la CC, el índice combinado CC-IMC y la PP en una amplia muestra poblacional peruana. Utilizando categorías más finas de estas medidas antropométricas, nuestro objetivo es identificar patrones no lineales y umbrales críticos en dichas relaciones. Además, pretendemos comparar directamente la fuerza de asociación de estas medidas antropométricas con la PP, y explorar posibles interacciones entre ellas. Los resultados de este estudio podrían tener implicaciones significativas para la evaluación del riesgo cardiovascular y la orientación de estrategias de prevención más personalizadas en la práctica clínica.

Método

Diseño y contexto del estudio

La presente investigación se basa en un diseño observacional y analítico, utilizando datos secundarios provenientes de las Encuestas Demográficas y de Salud Familiar (ENDES) realizadas en Perú. Nuestro análisis abarca un periodo de 6 años, desde 2018 hasta 2023, examinando los datos de las encuestas transversales anuales llevadas a cabo durante ese tiempo.

La ENDES, realizada anualmente por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), proporciona datos detallados sobre indicadores demográficos y de salud, incluyendo medidas antropométricas y parámetros cardiovasculares, en muestras representativas de la población peruana.

Población, muestra y criterios de elegibilidad

La población objetivo de este estudio abarca a todos los adultos de 18 años o más que residían en hogares particulares en Perú durante el periodo 2018-2023. La ENDES emplea una estrategia de muestreo caracterizada por un diseño bietápico, probabilístico de tipo

equilibrado, estratificado e independiente. Esta metodología asegura una representatividad adecuada por departamentos y considera la división entre áreas urbanas y rurales.

Para nuestro análisis específico sobre la relación entre las medidas antropométricas y la PP se incluyeron todos los participantes adultos que contaban con datos completos de peso, talla, circunferencia de cintura y mediciones de PAS y PAD.

Con el objetivo de garantizar la validez de los datos y minimizar sesgos potenciales, se aplicaron criterios de exclusión específicos. En primer lugar, se excluyeron del análisis las mujeres embarazadas, debido a los cambios fisiológicos en la presión arterial y la composición corporal asociados con el embarazo. En segundo lugar, para asegurar la fiabilidad de los datos antropométricos y de presión arterial, se eliminaron los casos con valores extremos o implausibles, siguiendo las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud para la vigilancia de factores de riesgo de enfermedades no transmisibles⁸. Específicamente, se excluyeron participantes con un IMC $< 10 \text{ kg/m}^2$ o $> 70 \text{ kg/m}^2$, así como aquellos con una CC $< 40 \text{ cm}$ o $> 150 \text{ cm}$. En cuanto a los parámetros de presión arterial, se eliminaron registros con PAS $\geq 250 \text{ mmHg}$ o PAD $< 50 \text{ mmHg}$. Estos criterios de exclusión están basados en rangos biológicamente plausibles y son consistentes con las prácticas estándar en estudios epidemiológicos a gran escala.

Adicionalmente, para el análisis de la PP, que es el foco principal de nuestro estudio, se excluyeron los casos en que la PP calculada era $< 20 \text{ mmHg}$ o $> 100 \text{ mmHg}$. Estos valores se consideraron como potencialmente erróneos o indicativos de condiciones cardiovasculares extremas que podrían sesgar los resultados del estudio¹.

Variables del estudio

La variable dependiente principal de este estudio fue la PP, calculada como la diferencia entre la PAS y la PAD⁹. Para el análisis, la PP se categorizó en dos grupos: $< 50 \text{ mmHg}$ y $\geq 50 \text{ mmHg}$ ¹⁰.

Las variables independientes principales fueron la CC medida en centímetros y el IMC calculado como el peso en kilogramos dividido por el cuadrado de la altura en metros. Adicionalmente, se analizó la combinación CC-IMC, que se calcula como peso $\times$ CC/talla².

Para un análisis más comprehensivo, se incluyeron varias covariables en el estudio. La edad, medida en años cumplidos, y el sexo, categorizado como hombre o mujer, se consideraron por su influencia conocida en

los parámetros cardiovasculares. La residencia se categorizó en urbana o rural, reconociendo las diferencias entre estos entornos en cuanto a estilos de vida y acceso a servicios de salud. Para evaluar el impacto socioeconómico en la salud cardiovascular, el índice de riqueza se dividió en cinco categorías: muy pobre, pobre, medio, rico y muy rico. La altitud de residencia, medida en metros sobre el nivel del mar, se incluyó debido a su potencial efecto en la presión arterial y la adaptación cardiovascular.

Para reflejar el impacto del tabaquismo en la salud cardiovascular, el estado de fumador se categorizó en cuatro grupos: nunca ha fumado, exfumador, fumador ocasional y fumador diario. El consumo de alcohol se clasificó en tres categorías: nunca ha tomado o no ha tomado en el último año, consumo en los últimos 30 días pero no en exceso, y consumo en exceso. Este último se definió como el consumo en los últimos 30 días con al menos una ocasión de ingesta de cinco o más bebidas para hombres, o cuatro o más para mujeres, en una sola ocasión.

Procedimientos

La ENDES en el Perú ha modernizado sus métodos de recolección de datos, implementando el uso de tabletas digitales desde 2016. Esta recolección se lleva a cabo siguiendo protocolos estandarizados y validados internacionalmente. Personal capacitado del INEI realiza entrevistas y mediciones en los hogares seleccionados, asegurando la calidad y la consistencia de los datos obtenidos.

Para la medición de la PA, elemento crucial en nuestro estudio de la PP, se utilizan esfigmomanómetros digitales automáticos, los cuales son calibrados regularmente para garantizar su precisión. El procedimiento implica tomar tres mediciones de la presión arterial con el participante en posición sentada, después de un tiempo de reposo de al menos 5 minutos. Para minimizar el «efecto de bata blanca» se utiliza el promedio de las dos últimas mediciones en el análisis, descartando la primera. La PP, nuestra variable dependiente principal, se calcula posteriormente como la diferencia entre la PAS y la PAD promedio.

Las medidas antropométricas, que constituyen nuestras variables independientes principales, se realizan con equipos calibrados diariamente. El peso se determina utilizando básculas electrónicas SECA modelo 874, con una precisión de 0.1 kg, y la altura se mide con estadiómetros portátiles SECA modelo 213, que ofrecen una precisión de 1 mm. Durante estas mediciones, los

participantes visten ropa ligera y no usan calzado. Para la medición de la altura se sigue el protocolo de Frankfurt para la posición de la cabeza. La CC, una medida clave en nuestro estudio, se obtiene utilizando una cinta métrica inextensible con precisión de 0.1 cm. Esta medición se realiza en el punto medio entre el borde inferior de la última costilla palpable y la parte superior de la cresta ilíaca, con el participante de pie y después de una exhalación normal.

Para garantizar la precisión de las medidas antropométricas se realizan dos mediciones y se utiliza el promedio. Si se observan discrepancias significativas (más de 0.5 kg en peso o más de 1 cm en altura o CC), se lleva a cabo una tercera medición y se utiliza el promedio de las dos más cercanas. Este enfoque metódico asegura la confiabilidad de los datos antropométricos utilizados en nuestro análisis.

La información sobre variables sociodemográficas, económicas y de estilo de vida, incluyendo el consumo de alcohol y el hábito de fumar, se recopila mediante cuestionarios estructurados durante la entrevista.

Finalmente, es importante destacar que todos los participantes proporcionan su consentimiento informado antes de participar en la encuesta. Además, los datos recolectados pasan por un riguroso proceso de control de calidad, que incluye la supervisión directa de una muestra de las mediciones y la repetición de mediciones en una submuestra de participantes.

Análisis estadístico

Inicialmente se realizó un análisis descriptivo de todas las variables del estudio. Para las variables categóricas se calcularon frecuencias y porcentajes, mientras que para las variables numéricas se obtuvieron la media y la desviación estándar (DE). A continuación, se efectuó un análisis descriptivo bivariado para examinar la distribución de las variables en relación con la PP.

Para evaluar la asociación entre las variables de interés se optó por un modelo de regresión de Poisson con varianza robusta. Este enfoque se eligió debido a su capacidad para estimar directamente las razones de prevalencia ajustadas (RPa). El modelo se ajustó por todas las covariables (edad, sexo, residencia, índice de riqueza, altitud, estado de fumador y consumo de alcohol), considerando que cada una de ellas podría actuar como una variable confusora importante en la relación entre las medidas antropométricas y la PP.

Con el objetivo de captar de manera más precisa el efecto de las medidas antropométricas sobre la PP, se empleó una categorización detallada de estas variables.

El IMC se categorizó en intervalos de cinco unidades, mientras que la CC se dividió en categorías de 2.5 cm. Adicionalmente, se creó una variable combinada CC-IMC, también categorizada en intervalos de cinco unidades, para explorar el efecto conjunto de estas medidas.

Las RPa calculadas para cada categoría de las medidas antropométricas se presentan gráficamente. Estos gráficos proporcionan una representación visual clara de cómo la asociación entre las medidas antropométricas y la PP varía a lo largo del espectro de valores de IMC, CC y CC-IMC.

Para explorar posibles diferencias en estas asociaciones según las características demográficas clave, se realizaron análisis de sensibilidad estratificados por sexo y edad. Específicamente, se llevaron a cabo análisis separados para hombres y mujeres, así como para participantes menores de 60 años y de 60 años o más. Estos análisis de sensibilidad también se presentan en forma gráfica, permitiendo una comparación visual directa de cómo la relación entre las medidas antropométricas y la PP puede variar entre estos subgrupos poblacionales.

Es importante recabar que todos los análisis se llevaron a cabo considerando que se trataba de un muestreo complejo. Además, se consideró significativo cuando las RPa del intervalo de confianza al 95% no cruzaban la unidad.

Todos los análisis estadísticos se realizaron utilizando el *software* Stata versión 17.0 (StataCorp, College Station, TX, USA). Los gráficos se generaron utilizando el paquete ggplot2 en R versión 4.0.3 (R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria).

Consideraciones éticas

La presente investigación se fundamenta en un análisis secundario de la información proporcionada por la ENDES, cuyos datos son de dominio público y acceso abierto. El INEI de Perú facilita esta información habiendo eliminado previamente cualquier identificador personal, lo que asegura el completo anonimato de los individuos encuestados. Considerando que este estudio no implicó contacto directo con los participantes y se trabajó exclusivamente con información desprovista de elementos identificatorios, no fue necesario solicitar una evaluación adicional por parte de un comité de ética para proceder con este análisis de datos secundarios.

Sin embargo, es crucial enfatizar que esta investigación se ha llevado a cabo respetando rigurosamente los principios éticos consagrados en la Declaración de

Helsinki. El equipo de investigación ha asumido el compromiso de salvaguardar la integridad de la información, utilizándola únicamente para los fines específicos detallados en este estudio. Además, se ha puesto especial cuidado en asegurar que la divulgación de los hallazgos mantenga en todo momento la confidencialidad y el anonimato de los sujetos participantes.

Resultados

El estudio incluyó 171,375 participantes (Tabla 1), con una distribución equilibrada en cuanto al sexo, y con una edad media de 43.21 años (DE: 17.17). La mayoría de la población residía en áreas urbanas (84.63%) y tenía un nivel educativo secundario (43.63%) o superior (35.79%). La distribución del índice de riqueza fue relativamente uniforme entre los cinco quintiles. En cuanto a los factores de riesgo, el 67.05% reportaron un consumo de alcohol no excesivo, mientras que el 81.50% nunca habían fumado. Las medidas antropométricas mostraron un IMC medio de 27.59 (DE: 4.76) y una CC media de 93.34 cm (DE: 11.68), indicando una prevalencia considerable de sobrepeso en la población. La PAS promedio fue de 122.58 mmHg (DE: 18.20) y la PAD promedio fue de 74.63 mmHg (DE: 10.42), resultando en una presión de pulso media de 47.95 mmHg (DE: 13.75). Finalmente, el 37.20% de los participantes presentaron una PP elevada (≥ 50 mmHg).

Asociación entre el IMC y la PP elevada

En la figura 1 se muestra una clara asociación positiva entre el IMC y la PP elevada en la población general, con un incremento constante del riesgo a medida que aumenta el IMC. Esta tendencia se mantiene en los subgrupos de edad, pero con diferencias notables. En los adultos menores de 60 años se observa una marcada disparidad entre sexos: las mujeres presentan un aumento más pronunciado del riesgo con el incremento del IMC, alcanzando RPa superiores a 5 en IMC altos, mientras que en los hombres el aumento es más moderado, con RPa que no superan 3. En contraste, para adultos de 60 años o más, aunque la tendencia ascendente persiste, las diferencias entre sexos son menos pronunciadas y el riesgo global es menor en comparación con el grupo más joven, especialmente en IMC elevados. Notablemente, en ambos grupos de edad, el riesgo comienza a aumentar significativamente a partir de un IMC de aproximadamente 25.

Tabla 1. Características de la muestra del estudio (n = 171,375)

Características	n (%)
Sexo	
Femenino	82,882 (48.36%)
Masculino	88,493 (51.64%)
Edad*	43.21 (17.17)
Residencia	
Urbana	145,029 (84.63%)
Rural	26,346 (15.37%)
Educación	
Sin nivel	353 (0.21%)
Primaria	33,695 (20.37%)
Secundaria	72,175 (43.63%)
Superior	59,212 (35.79%)
Índice de riqueza	
Muy pobre	31,344 (18.29%)
Pobre	34,493 (20.13%)
Medio	35,727 (20.85%)
Rico	35,081 (20.47%)
Muy rico	34,730 (20.27%)
Consumo de alcohol	
Nunca o no ha tomado en los últimos 12 meses	51,127 (29.83%)
No en exceso	114,914 (67.05%)
En exceso	5,334 (3.11%)
Estado de fumador	
Nunca ha fumado	139,670 (81.50%)
Exfumador	13,571 (7.92%)
Actualmente fumador	15,408 (8.99%)
Fumador diario	2,725 (1.59%)
Índice de masa corporal	27.59 (4.76)
Circunferencia de cintura	93.34 (11.68)
Presión arterial sistólica	122.58 (18.20)
Presión arterial diastólica	74.63 (10.42)
Presión de pulso	47.95 (13.75)
Presión de pulso ≥ 50	
Normal	107,631 (62.80%)
Alto	63,744 (37.20%)

*Media y desviación estándar.

Asociación entre la CC y la PP elevada

En la figura 2 se revela una asociación entre la CC y el riesgo de la PP elevada en la población general, con un incremento gradual del riesgo a medida que aumenta la CC. Esta tendencia se observa de manera más pronunciada en ciertos subgrupos demográficos. En adultos menores de 60 años se evidencia una marcada disparidad entre sexos: las mujeres muestran un aumento exponencial del riesgo con el incremento de la CC, alcanzando

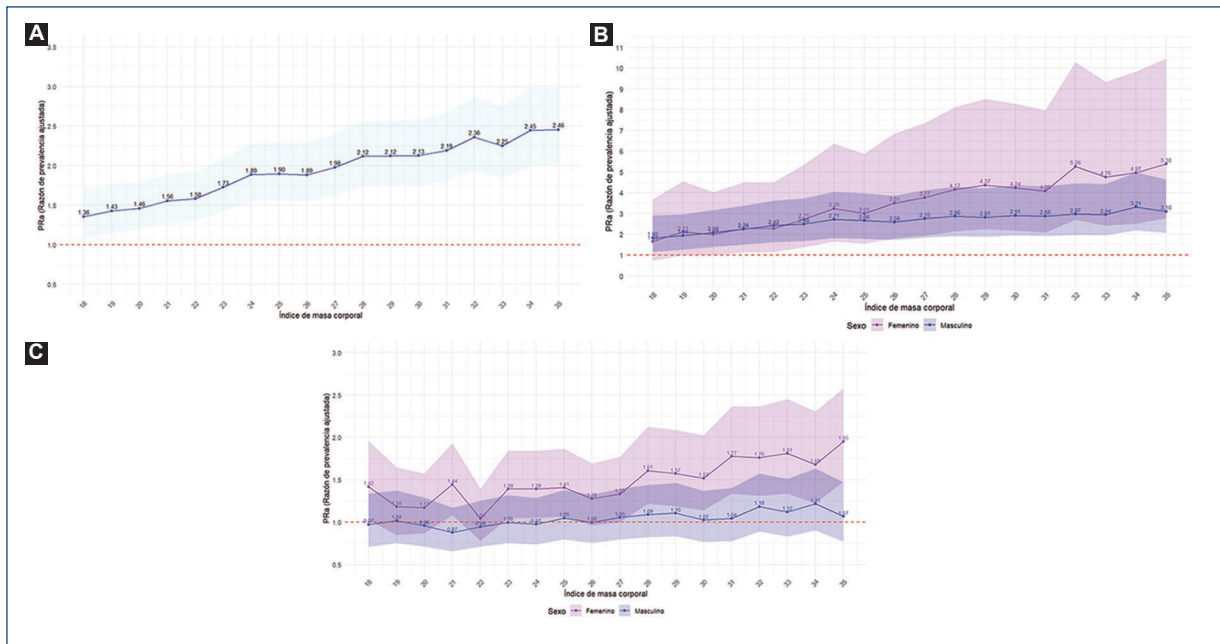


Figura 1. Asociación entre el IMC y la PP elevada estratificada por sexo y edad en la población en general (A), en adultos menores de 60 años (B) y en adultos con edad ≥ 60 años (C).

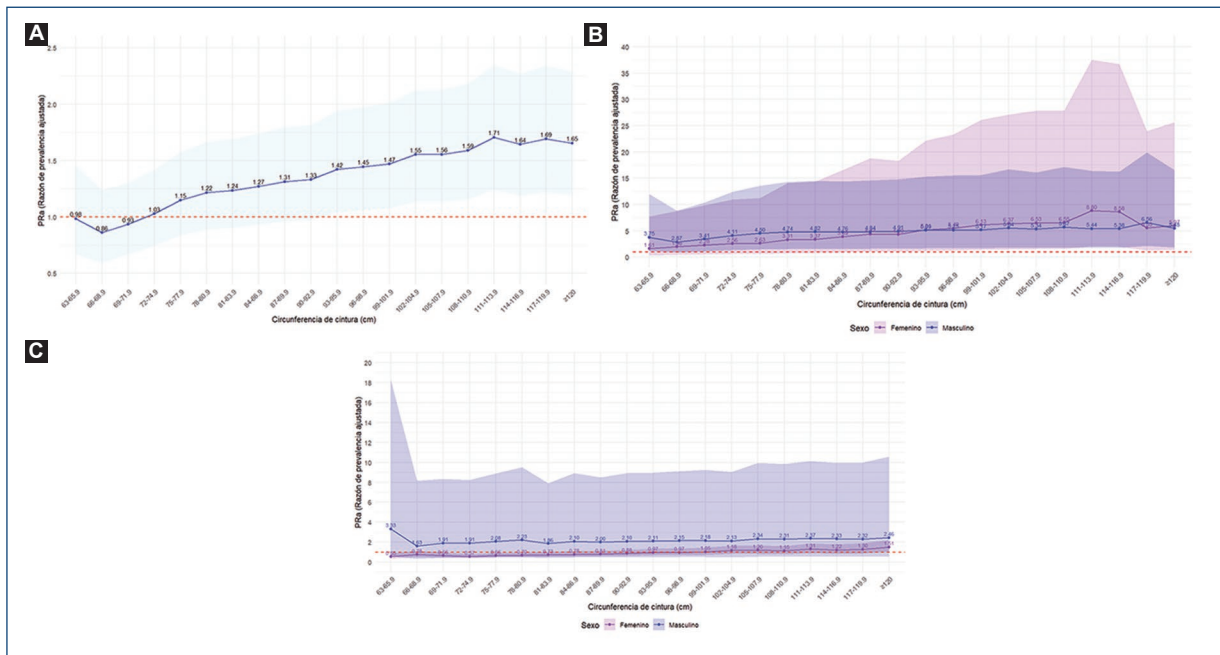


Figura 2. Asociación entre la CC y la PP elevada estratificada por sexo y edad en la población en general (A), en adultos menores de 60 años (B) y en adultos con edad ≥ 60 años (C).

RPa extremadamente altas (más de 30) en los valores más elevados de CC. En contraste, los hombres en este grupo de edad presentan un aumento más moderado y lineal del riesgo, con RPa que no superan 7.

Para los adultos de 60 años o más, aunque la tendencia ascendente persiste, las diferencias entre sexos son menos pronunciadas y el riesgo global es considerablemente menor en comparación con el grupo más joven.

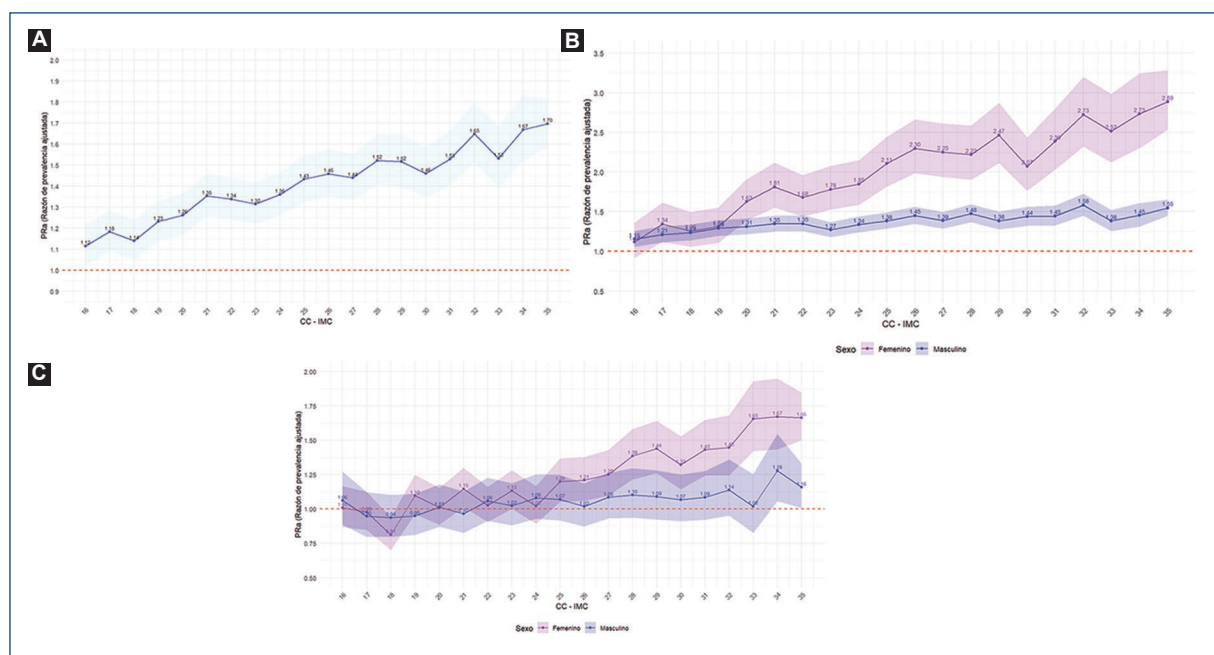


Figura 3. Asociación entre el índice CC-IMC y la PP elevada estratificada por sexo y edad en la población en general (A), en adultos menores de 60 años (B) y en adultos con edad ≥ 60 años (C).

En este grupo etario, tanto los hombres como las mujeres muestran un aumento gradual del riesgo con la CC, pero las RPa se mantienen por debajo de 3 incluso en los valores más altos de CC. Notablemente, en ambos grupos de edad, el riesgo comienza a aumentar significativamente a partir de una CC de aproximadamente 80-85 cm.

Es importante destacar la amplitud de los intervalos de confianza en los valores extremos de CC, especialmente en las mujeres menores de 60 años, lo que indica una mayor incertidumbre en estas estimaciones.

Asociación entre el índice CC-IMC y la PP elevada

En la figura 3, el análisis de regresión del índice CC-IMC muestra una asociación positiva con el riesgo de PP elevada en la población general, con un incremento gradual y constante del riesgo a medida que aumenta el CC-IMC. Esta tendencia se mantiene en los subgrupos de edad, pero con diferencias notables entre sexos y grupos etarios.

En adultos menores de 60 años se observa una marcada disparidad entre sexos: las mujeres presentan un aumento más pronunciado del riesgo con el incremento del CC-IMC, alcanzando RPa cercanas a 3 en los valores más altos del índice. En contraste, los hombres en

este grupo de edad muestran un aumento más moderado y lineal del riesgo, con RP que no superan 1.5 incluso en los valores más altos de CC-IMC.

Para los adultos de 60 años o más, aunque la tendencia ascendente persiste, las diferencias entre sexos son menos pronunciadas. En este grupo etario, tanto los hombres como las mujeres muestran un aumento gradual del riesgo con el CC-IMC, pero las RPa se mantienen generalmente por debajo de 2, incluso en los valores más altos del índice. Notablemente, en este grupo de edad, los intervalos de confianza son más amplios, en especial en los valores extremos del CC-IMC, lo que indica una mayor incertidumbre en estas estimaciones.

Es importante destacar que, en promedio, el riesgo comienza a aumentar de manera significativa a partir de un CC-IMC de aproximadamente 20-25 en ambos grupos de edad.

Discusión

Hallazgos principales

En este estudio se optó por examinar tres índices antropométricos diferentes —el IMC, la CC y el CC-IMC— para evaluar su relación con el riesgo de PP elevada. Esta elección se basó en la necesidad de comparar medidas ampliamente utilizadas (IMC y CC) con

un enfoque más novedoso que las combina (CC-IMC). El IMC, al ser una medida estandarizada de la adiposidad general, ofrece una base de comparación ampliamente reconocida en la literatura médica. La CC, por otro lado, se incluyó por su capacidad para reflejar específicamente la adiposidad abdominal, un factor de riesgo cardiovascular bien establecido. El CC-IMC se incorporó como una medida que podría capturar los beneficios de ambos índices, proporcionando una evaluación más integral de la composición corporal y su impacto en la salud cardiovascular.

Al comparar el desempeño de estos tres indicadores se observaron patrones distintivos. El IMC mostró una asociación positiva con el riesgo de PP elevada, pero con diferencias notables entre grupos de edad y sexo, lo que sugiere una menor consistencia en su capacidad predictiva para diferentes subpoblaciones. La CC, aunque también mostró una fuerte asociación con el riesgo, presentó estimaciones extremadamente altas en algunos subgrupos, en particular en las mujeres jóvenes, con intervalos de confianza muy amplios que indicaban una menor precisión en estas estimaciones. El CC-IMC, en contraste, mostró una asociación más estable y lineal con el riesgo de PP elevada, manteniendo una consistencia notable en los diferentes grupos demográficos.

El CC-IMC emerge como el índice más adecuado para evaluar el riesgo de PP elevada, por varias razones clave. Primero, demostró una asociación más consistente y gradual con el riesgo a través de los diferentes grupos de edad y sexo, lo que sugiere una mayor robustez en su capacidad predictiva. Segundo, los intervalos de confianza más estrechos observados con el CC-IMC indican estimaciones más precisas del riesgo en comparación con los otros marcadores. Tercero, la relación más lineal entre el CC-IMC y el riesgo facilita su interpretación y aplicación en contextos clínicos. Además, al combinar información tanto del IMC como de la CC, el CC-IMC parece ofrecer una evaluación más integral de la composición corporal, capturando aspectos tanto de la adiposidad general como de la distribución específica de la grasa abdominal. Esta combinación de factores hace del CC-IMC una herramienta potencialmente más valiosa para la evaluación del riesgo cardiovascular en la práctica clínica y la investigación epidemiológica.

Comparación con otros estudios

Nuestros hallazgos sobre la superioridad del índice CC-IMC en la predicción del riesgo de PP elevada se

alinean con estudios recientes que han explorado medidas combinadas de adiposidad. El índice CC-IMC ha emergido como un marcador prometedor de obesidad y riesgo cardiovascular, demostrando su superioridad frente a otros indicadores antropométricos tradicionales. Aunque su uso es relativamente reciente y la evidencia es aún limitada, los hallazgos iniciales son alentadores. Por ejemplo, Vera-Ponce et al.⁷ encontraron que este marcador exhibía mayores sensibilidad y especificidad en la estimación del porcentaje de grasa corporal en comparación con otros marcadores antropométricos convencionales. Originalmente propuesto para predecir anomalías en la geometría cardíaca, resistencia a la insulina, aumento de la rigidez arterial y dislipidemia⁶, el CC-IMC ha ganado atención por su capacidad para integrar información tanto de la adiposidad general como de la distribución específica de la grasa abdominal. Corroborando nuestros resultados, el trabajo de Moltrier et al.¹¹ también concluyó que este nuevo índice supera a los marcadores tradicionales en la evaluación del riesgo cardiovascular. Estas observaciones subrayan el potencial del CC-IMC como una herramienta más precisa y completa para la evaluación de la obesidad y sus complicaciones asociadas, aunque se requiere más investigación para validar su utilidad en diversos contextos clínicos y poblacionales.

La inestabilidad observada en las estimaciones basadas únicamente en la CC, en particular en las mujeres jóvenes, puede atribuirse a varios factores. Primero, como señalan Sebo et al.¹², la medición de la CC está sujeta a mayor variabilidad interobservador que el IMC. Además, la CC no tiene en cuenta las diferencias en la estatura, lo que puede llevar a interpretaciones erróneas en individuos con estructuras corporales diversas. Esta limitación es especialmente relevante en poblaciones con gran variabilidad étnica y antropométrica, como la peruana.

El IMC, aunque mostró ser algo mejor que la CC en términos de consistencia, aún presenta limitaciones significativas. Diversos estudios, como el de Romero-Corral et al.¹³, han destacado que el IMC tiene una sensibilidad subóptima para detectar el exceso de adiposidad, sobre todo en rangos intermedios. Sin embargo, su relativa estabilidad en comparación con la CC puede atribuirse a su naturaleza estandarizada y a la menor variabilidad en su medición, lo que resulta en estimaciones más robustas en los diferentes subgrupos poblacionales.

La superioridad del CC-IMC sobre el IMC y la CC individualmente en la predicción del riesgo de PP elevada

sugiere que este índice podría capturar mejor los mecanismos fisiopatológicos subyacentes. Lee et al.¹⁴ demostraron que la combinación de IMC y CC proporcionaba una evaluación más precisa del porcentaje de grasa corporal que cualquiera de las medidas por separado. Esta integración permite una evaluación más completa del riesgo, capturando los efectos adversos tanto del exceso de peso general como de la acumulación de grasa visceral, ambos factores críticos en la patogénesis de la hipertensión y la rigidez arterial. Czernichow et al.¹⁵ demostraron que tanto el IMC como la CC se asociaban independientemente con la rigidez arterial, un determinante clave de la presión de pulso. Al combinar ambas medidas, el CC-IMC posiblemente integra los efectos de la carga total de adiposidad (reflejada por el IMC) y la distribución específica de la grasa abdominal (indicada por la CC) sobre la función vascular, proporcionando así una evaluación más completa del riesgo cardiovascular.

Adicionalmente, es importante detallar que, en nuestros análisis, observamos diferencias significativas en la asociación entre los marcadores antropométricos y la PP elevada según el sexo y la edad de los participantes. Estas variaciones son cruciales para entender la complejidad de la relación entre la composición corporal y el riesgo cardiovascular en diferentes grupos demográficos.

Para el IMC, notamos una asociación más fuerte con la PP elevada en las mujeres que en los hombres, especialmente en el grupo de menores de 60 años. Este hallazgo está en línea con estudios previos que han reportado diferencias según el sexo en la relación entre obesidad y riesgo cardiovascular¹⁶. La CC mostró una tendencia similar, con un efecto más pronunciado en las mujeres jóvenes, en las que se observaron razones de prevalencia extremadamente altas en los valores más elevados de CC. El índice CC-IMC, aunque demostró ser el marcador más consistente, como ya se ha mencionado, también presentó variaciones según el sexo y la edad. En general, la asociación fue más fuerte en las mujeres que en los hombres, pero las diferencias fueron menos pronunciadas que con el IMC o la CC por separado. Esta menor disparidad entre sexos podría explicar en parte la mayor consistencia del CC-IMC como predictor de PP elevada.

Por otro lado, un hallazgo particularmente notable en nuestro estudio fue la atenuación del efecto de todos los marcadores antropométricos en la población mayor de 60 años. Este fenómeno se observó de manera consistente para los tres marcadores antropométricos, aunque en diferentes grados. La asociación entre estos

marcadores y la PP elevada fue considerablemente más débil en este grupo etario en comparación con los adultos más jóvenes.

Varias hipótesis podrían explicar esta atenuación del efecto en los mayores de 60 años. Primero, los cambios fisiológicos asociados con el envejecimiento, como la pérdida de masa muscular y la redistribución de la grasa corporal, podrían alterar la relación entre las medidas antropométricas y el riesgo cardiovascular¹⁷. Segundo, el «efecto del sobreviviente» podría estar en juego, por el cual los individuos que llegan a edades avanzadas con obesidad podrían representar un subgrupo con mayor resistencia a sus efectos adversos¹⁸. Tercero, otros factores de riesgo cardiovascular podrían cobrar mayor importancia relativa en la población de edad avanzada, disminuyendo el impacto relativo de la obesidad¹⁹.

Es importante destacar que, aunque el efecto se atenúa, no desaparece por completo en la población mayor de 60 años. Esto sugiere que las medidas antropométricas, en especial el CC-IMC, siguen siendo relevantes para la evaluación del riesgo cardiovascular en los adultos mayores, aunque su interpretación debe ser más cautelosa y considerarse en el contexto de otros factores de riesgo.

Es así como nuestros resultados, respaldados por la literatura existente sobre otros factores de riesgo cardiovascular, sugieren que el CC-IMC proporciona una evaluación más robusta y precisa del riesgo de PP elevada en comparación con el IMC o la CC por separado. Este índice combinado parece superar las limitaciones individuales de cada medida, ofreciendo una herramienta potencialmente más valiosa para la estratificación del riesgo cardiovascular en la práctica clínica. La capacidad del CC-IMC para integrar información tanto de la adiposidad general como de la distribución de la grasa abdominal puede explicar su aparente superioridad en la predicción del riesgo.

Sin embargo, dada la novedad de este enfoque, en particular en relación con la PP, es crucial interpretar estos resultados con cautela. Se requieren estudios longitudinales adicionales para validar la utilidad predictiva a largo plazo del CC-IMC en diferentes poblaciones y para diversos resultados cardiovasculares, incluyendo específicamente la PP elevada. Además, futuras investigaciones deberían explorar los mecanismos fisiopatológicos subyacentes que vinculan el CC-IMC con la PP y otros marcadores de salud cardiovascular. Esto no solo fortalecería la base teórica para el uso del CC-IMC, sino que también podría abrir nuevas vías para intervenciones preventivas y terapéuticas en el manejo del riesgo cardiovascular.

Importancia del estudio para la salud pública

Este estudio tiene implicaciones significativas para la salud pública, en particular en el ámbito de la prevención y el manejo de las enfermedades cardiovasculares. Al identificar el índice CC-IMC como un predictor más robusto de la PP elevada en comparación con las medidas tradicionales, como el IMC y la CC, nuestro trabajo proporciona una herramienta potencialmente más precisa para la evaluación del riesgo cardiovascular en el ámbito poblacional. Esto es en especial relevante considerando que las enfermedades cardiovasculares siguen siendo una de las principales causas de morbilidad y mortalidad en todo el mundo. La capacidad de identificar con mayor precisión a los individuos en riesgo podría permitir una asignación más eficiente de los recursos de salud pública y una intervención más temprana y efectiva, alineándose con los objetivos globales de reducción de la carga de enfermedades no transmisibles.

Desde la perspectiva de la prevención primaria, los hallazgos de este estudio podrían conducir a una reevaluación de las estrategias actuales de cribado y prevención de riesgos cardiovasculares. La incorporación del CC-IMC en los protocolos de evaluación del riesgo podría mejorar la identificación de individuos que, aunque no clasificados como de alto riesgo según las medidas tradicionales, podrían beneficiarse de intervenciones preventivas tempranas. Esto es particularmente importante en el contexto de la creciente prevalencia global de obesidad y síndrome metabólico. Además, la aparente superioridad del CC-IMC en diferentes grupos demográficos sugiere que podría ser una herramienta más universal y reducir las disparidades en la evaluación del riesgo cardiovascular entre diferentes poblaciones, lo cual es un aspecto crucial en la búsqueda de la equidad en salud.

En la práctica clínica, la adopción del CC-IMC como medida estándar podría tener un impacto significativo en el manejo de los pacientes. Su mayor precisión en la predicción de la PP elevada, un marcador importante de rigidez arterial y riesgo cardiovascular, podría conducir a una mejor estratificación del riesgo y, por lo tanto, a decisiones de tratamiento más informadas y personalizadas. Esto es en especial relevante en el contexto de la medicina preventiva y la atención primaria, donde la detección temprana y la intervención oportuna son cruciales para prevenir complicaciones cardiovasculares a largo plazo. Además, la relativa simplicidad de la determinación del CC-IMC lo hace factible para su

implementación en entornos con recursos limitados, potencialmente ampliando el alcance de las evaluaciones de riesgo cardiovascular en diversas poblaciones, incluidas las de países de ingresos bajos y medios donde la carga de enfermedades cardiovasculares está aumentando rápidamente²⁰.

En cuanto a las políticas de salud pública, este estudio podría influir en la formulación de nuevas directrices para la evaluación y el manejo del riesgo cardiovascular. La inclusión del CC-IMC en las recomendaciones de salud pública podría llevar a una revisión de los umbrales de riesgo actuales y a la creación de nuevas estrategias de intervención basadas en este índice. Además, estos hallazgos podrían impulsar futuras investigaciones sobre intervenciones dirigidas no solo a reducir el peso corporal general, sino también a modificar específicamente la distribución de la grasa corporal, dado que el CC-IMC captura ambos aspectos. En última instancia, la adopción generalizada del CC-IMC como herramienta estándar en la evaluación del riesgo cardiovascular podría contribuir a una reducción significativa de la carga de enfermedades cardiovasculares en la población, alineándose con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la organización de las Naciones Unidas, específicamente el objetivo 3.4 de reducir en un tercio la mortalidad prematura por enfermedades no transmisibles para 2030²¹.

Limitaciones y fortalezas

Este estudio presenta varias fortalezas y limitaciones que deben ser consideradas al interpretar sus resultados. Entre sus fortalezas destaca el uso de una muestra grande y representativa de todo el ámbito nacional, lo que aumenta la validez externa de los hallazgos. Además, la utilización de medidas antropométricas estandarizadas y la consideración de múltiples factores de confusión en los análisis fortalecen la robustez de las conclusiones. La inclusión del índice CC-IMC junto con medidas más tradicionales, como el IMC y la CC, permite una comparación directa de su eficacia en la predicción del riesgo de PP elevada. Sin embargo, el estudio también tiene limitaciones importantes. En primer lugar, su naturaleza transversal impide establecer relaciones causales entre las medidas antropométricas y la PP elevada. Además, aunque se controlaron varios factores de confusión, no se puede descartar la posibilidad de confusión residual por factores no medidos. La generalización de estos resultados a poblaciones con características demográficas y étnicas diferentes debe hacerse con cautela. Finalmente, la falta de datos

longitudinales limita nuestra capacidad para evaluar cómo los cambios en las medidas antropométricas a lo largo del tiempo podrían afectar el riesgo de PP elevada. A pesar de estas limitaciones, nuestro estudio proporciona evidencia valiosa sobre la utilidad comparativa de diferentes medidas antropométricas en la evaluación del riesgo cardiovascular, sentando las bases para futuras investigaciones longitudinales y de intervención.

Conclusiones

Este estudio proporciona evidencia sólida de que el índice CC-IMC es un predictor más robusto y consistente de la PP elevada en comparación con el IMC y la CC por separado. Nuestros hallazgos sugieren que el CC-IMC ofrece una evaluación más precisa del riesgo cardiovascular asociado con la adiposidad, especialmente en adultos menores de 60 años. La atenuación del efecto observada en la población mayor de 60 años para todas las medidas antropométricas subraya la importancia de considerar la edad en la evaluación del riesgo cardiovascular. Además, las diferencias observadas entre sexos en la fuerza de la asociación entre las medidas antropométricas y la PP elevada resaltan la necesidad de enfoques específicos por sexo en la evaluación y el manejo del riesgo cardiovascular. En conjunto, estos resultados sugieren que el CC-IMC podría ser una herramienta valiosa para mejorar la estratificación del riesgo cardiovascular en la práctica clínica y en los esfuerzos de salud pública.

Basándonos en estos hallazgos, recomendamos seguir realizando estudios al respecto, tanto con la PP como con eventos cardiovasculares para estudios longitudinales. De coincidir con estos resultados, sería importante incorporar el índice CC-IMC en las evaluaciones sistemáticas del riesgo cardiovascular, particularmente en entornos de atención primaria y programas de salud pública. Se sugiere el desarrollo de puntos de corte específicos por edad y sexo para el CC-IMC que permitan una estratificación más precisa del riesgo de PP elevada. Además, instamos a la realización de estudios longitudinales que evalúen la capacidad predictiva del CC-IMC para eventos cardiovasculares a largo plazo y su respuesta a intervenciones de pérdida de peso. Es crucial que futuras investigaciones exploren los mecanismos fisiopatológicos que subyacen a la relación entre el CC-IMC y la PP elevada, en especial en diferentes grupos de edad. Recomendamos también la inclusión del CC-IMC en las guías clínicas de evaluación del riesgo cardiovascular, junto con programas de capacitación para profesionales de la salud

sobre su interpretación y uso. Finalmente, sugerimos el desarrollo de estrategias de intervención que no solo se enfoquen en la reducción del peso corporal, sino también en la modificación de la distribución de la grasa corporal, dada la importancia aparente de ambos factores capturados por el CC-IMC en el riesgo de PP elevada.

Disponibilidad de datos

Los datos que respaldan los hallazgos de este estudio están accesibles en el artículo de investigación original en el siguiente enlace: <https://proyectos.inei.gob.pe/microdatos/>.

Contribución de los autores

V.J. Vera-Ponce: conceptualización, investigación, metodología, recursos, redacción, borrador original, revisión y edición. F.E. Zuzunaga-Montoya: *software*, curación de datos, análisis formal, redacción, revisión y edición. N.M. Sánchez-Tamay: investigación, recursos, redacción, borrador original, revisión y edición. J. Loayza-Castro: investigación, metodología, redacción, borrador original, revisión y edición. L.E.M. Vásquez-Romero: investigación, administración del proyecto, redacción, borrador original, revisión y edición. J.C. Bustamante-Rodríguez: validación, visualización, redacción, borrador original, revisión y edición. C.I. Gutiérrez-De Carrillo: metodología, supervisión, obtención de fondos, redacción, revisión y edición.

Financiamiento

Este estudio fue financiado por el Vicerrectorado de Investigación de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Consideraciones éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad, consentimiento informado y aprobación ética. El estudio no involucra datos personales de pacientes ni requiere aprobación ética. No se aplican las guías SAGER.

Declaración sobre el uso de inteligencia artificial.
Los autores declaran que no utilizaron algún tipo de inteligencia artificial generativa para la redacción de este manuscrito.

Referencias

1. Safar ME, Levy BI, Struijker-Boudier H. Current perspectives on arterial stiffness and pulse pressure in hypertension and cardiovascular diseases. *Circulation*. 2003;107:2864-9.
2. Mitchell GF. Arterial stiffness and wave reflection: biomarkers of cardiovascular risk. *Artery Res*. 2009;3:56-64.
3. Fahs CA, Smith DL, Horn GP, Agiovlasitis S, Rossow LM, Echols G, et al. Impact of excess body weight on arterial structure, function, and blood pressure in firefighters. *Am J Cardiol*. 2009;104:1441-5.
4. Sakboonyarat B, Poovieng J, Sangkool T, Lertsakulbunlue S, Jongcherdchootrakul K, Srisawat P, et al. Relationship between pulse pressure and body mass index in active-duty Royal Thai Army personnel in Thailand. *BMC Cardiovasc Disord*. 2023;23:361.
5. Wang Y-Y, Yang S, Chen S-W. Relationship between body mass index and pulse pressure in a non-diabetic population: evidence from a multi-center, cross-sectional study. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2023;27:188-98.
6. Antonini-Canterin F, Di Nora C, Poli S, Sparacino L, Cosei I, Ravasel A, et al. Obesity, cardiac remodeling, and metabolic profile: validation of a new simple index beyond body mass index. *J Cardiovasc Echogr*. 2018;28:18-25.
7. Vera-Ponce VJ, Zuzunaga-Montoya FE, Loayza-Castro JA, Vasquez-Romero LEM, Paucar CRI, Valladares-Garrido MJ, et al. Waist body mass index outperforms other anthropometric indicators in identifying obesity using bioimpedance. *Journal of Endocrinology and Metabolism*. 2024;14:13-20.
8. World Health Organization. STEPwise approach to NCD risk factor surveillance (STEPS). (Consultado el 18-09-2024.) Disponible en: <https://www.who.int/teams/noncommunicable-diseases/surveillance/systems-tools/steps>
9. Homan TD, Bordes SJ, Cichowski E. Physiology, pulse pressure. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024. (Consultado el 21-09-2024.) Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK482408/>.
10. Benetos A, Safar M, Rudnichi A, Smulyan H, Richard JL, Ducimetière P, et al. Pulse pressure: a predictor of long-term cardiovascular mortality in a French male population. *Hypertension*. 1997;30:1410-5.
11. Moltré M, Pala L, Cosentino C, Mannucci E, Rotella CM, Cresci B. Body mass index (IMC), waist circumference (CC), waist-to-height ratio (WHtR) e waist body mass index (wIMC): which is better? *Endocrine*. 2022;76:578-83.
12. Sebo P, Herrmann FR, Haller DM. Accuracy of anthropometric measurements by general practitioners in overweight and obese patients. *BMC Obes*. 2017;4:23.
13. Romero-Corral A, Somers VK, Sierra-Johnson J, Thomas RJ, Collazo-Clavell ML, Korinek J, et al. Accuracy of body mass index in diagnosing obesity in the adult general population. *Int J Obes (Lond)*. 2008;32:959-66.
14. Lee K, Song Y-M, Sung J. Which obesity indicators are better predictors of metabolic risk? Healthy twin study. *Obesity (Silver Spring)*. 2008;16:834-40.
15. Czernichow S, Bertrais S, Oppert J-M, Galan P, Blacher J, Ducimetière P, et al. Body composition and fat repartition in relation to structure and function of large arteries in middle-aged adults (the SU.VI.MAX study). *Int J Obes (Lond)*. 2005;29:826-32.
16. Mongraw-Chaffin ML, Peters SAE, Huxley RR, Woodward M. The sex-specific association between IMC and coronary heart disease: a systematic review and meta-analysis of 95 cohorts with 1·2 million participants. *Lancet Diabetes Endocrinol*. 2015;3:437-49.
17. Ding J, Kritchevsky SB, Newman AB, Taaffe DR, Nicklas BJ, Visser M, et al. Effects of birth cohort and age on body composition in a sample of community-based elderly. *Am J Clin Nutr*. 2007;85:405-10.
18. Stessman J, Jacobs JM, Ein-Mor E, Bursztyn M. Normal body mass index rather than obesity predicts greater mortality in elderly people: the Jerusalem longitudinal study. *J Am Geriatr Soc*. 2009;57:2232-8.
19. Dhana K, Ikram MA, Hofman A, Franco OH, Kavousi M. Anthropometric measures in cardiovascular disease prediction: comparison of laboratory-based versus non-laboratory-based model. *Heart*. 2015;101:377-83.
20. Roth GA, Johnson C, Abajobir A, Abd-Allah F, Abera SF, Abyu G, et al. Global, regional, and national burden of cardiovascular diseases for 10 causes, 1990 to 2015. *J Am Coll Cardiol*. 2017;70:1-25.
21. United Nations. Department of Economic and Social Affairs. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. (Consultado el 24-09-2024.) Disponible en: <https://sdgs.un.org/2030agenda>.

Caracterización diagnóstica y morbi-mortalidad en pacientes pediátricos con diagnóstico de anillo vascular

Diagnostic characterization and morbi-mortality in pediatric patients with diagnosis of vascular ring

José L. Castro-Machuca^{1*}, Andrés M. Tavera-Paredes², Francisco Castellón-Castillo², Gloria Juárez-Vázquez¹ y Alfonso Buendía-Hernández¹

¹Departamento de Cardiología Pediátrica; ²Departamento de Tomografía Cardíaca. Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez, Ciudad de México, México

Resumen

Objetivo: Analizar las características clínicas y la evolución natural de los pacientes pediátricos con diagnóstico de anillo vascular. **Método:** Se estudiaron en forma descriptiva y retrospectiva los expedientes de 110 pacientes en edad pediátrica, de enero de 2014 a diciembre de 2022, con las siguientes variables: edad, manifestaciones clínicas, lesiones cardíacas asociadas, método diagnóstico y abordaje quirúrgico. **Resultados:** Del total, 60 (55%) fueron del sexo femenino y 50 (45%) del sexo masculino. El diagnóstico se realizó, en promedio, a los 47 meses de vida. Los anillos vasculares encontrados fueron arteria subclavia aberrante (82.8%), aorta circunfleja (8.1%), doble arco aórtico (6.3%) y sling de la arteria pulmonar izquierda (1.8%). El 90% de los casos se asociaron con otra cardiopatía congénita, principalmente tetralogía de Fallot, atresia de la válvula pulmonar y comunicación interventricular. El 45% de los casos producían compresión de estructuras y el 77% fueron asintomáticos. El 21% de los pacientes recibieron tratamiento quirúrgico, de los cuales el 35% presentaron complicaciones posquirúrgicas: sepsis (26%), mediastinitis (4.3%) y choque cardiogénico (4.3%). La mortalidad posquirúrgica fue del 17%. Dentro de la evolución natural de los pacientes sintomáticos que se mantuvieron en manejo expectante, el 100% resolvieron sus síntomas. **Conclusiones:** En esta serie, el tipo de anillo vascular más frecuente fue la arteria subclavia aberrante. El diagnóstico es tardío por la inespecificidad de sus síntomas, que principalmente son respiratorios. Los síntomas de afección ligera se resuelven en la mayoría de los casos, asociado al crecimiento de las estructuras afectadas y su laxitud.

Palabras clave: Anillo vascular. Compresión traqueoesofágica. Cardiopatía congénita. Cirugía cardíaca.

Abstract

Objective: To analyze the clinical characteristics and natural history of pediatric patients with a diagnosis of vascular ring. **Method:** We retrospectively studied the records of 110 patients of pediatric age, from January 2014 to December 2022, with the following variables: age, clinical manifestations, associated cardiac lesions, diagnostic method and surgical approach. **Results:** Of the total, 60 (55%) were female and 50 (45%) were male. Diagnosis was made, on average, at 47 months of life. The vascular rings found were aberrant subclavian artery (82.8%), circumflex aorta (8.1%), double aortic arch (6.3%) and left pulmonary artery sling (1.8%). Ninety percent of the cases were associated with other congenital heart disease, mainly

*Correspondencia:

José L. Castro-Machuca
E-mail: lego.93@hotmail.com

Fecha de recepción: 12-08-2024
Fecha de aceptación: 31-01-2025
DOI: 10.24875/ACM.24000150

Disponible en internet: 10-03-2025
Arch Cardiol Mex. 2025;95(3):197-205
www.archivoscardiologia.com

1405-9940 / © 2025 Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez. Publicado por Permanyer. Este es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

tetralogy of Fallot, pulmonary valve atresia and ventricular septal defect. Forty-five percent of the cases produced compression of structures and 77% of the patients were asymptomatic. Twenty-one percent of the patients received surgical treatment of which 35% presented postoperative complications: sepsis (26%), mediastinitis (4.3%) and cardiogenic shock (4.3%). Postoperative mortality was 17%. Within the natural history of symptomatic patients who remained in expectant management, 100% resolved their symptoms. **Conclusions:** In this series, the most frequent type of vascular ring was aberrant subclavian artery. Diagnosis is late due to the lack of specificity of its symptoms, being mainly respiratory. The symptoms of mild involvement resolve in most cases, associated with the growth of the affected structures and their laxity.

Keywords: Vascular ring. Tracheoesophageal compression. Congenital heart disease. Cardiac surgery.

Introducción

Los anillos vasculares son anomalías congénitas que resultan de un trastorno embriológico de los arcos aórticos pares o de las arterias pulmonares ramificadas. Los síntomas y hallazgos físicos están relacionados con la(s) estructura(s) que rodean: la tráquea, el esófago o ambos¹. Un anillo vascular completo contiene ambas estructuras, y uno incompleto solo contiene una de ellas. El Comité Internacional de Nomenclatura y Base de Datos de Cirugía Congénita del Corazón clasifica los anillos vasculares completos en cuatro tipos principales: arco aórtico doble, arco aórtico derecho con ligamento arterioso izquierdo más arteria subclavia izquierda aberrante, arco aórtico derecho con conducto arterioso izquierdo y ramificaciones en espejo, y arco aórtico izquierdo con aorta descendente del lado derecho y ligamento arterioso derecho. El anillo vascular incompleto incluye tres tipos principales: *sling* de la arteria pulmonar, arco aórtico izquierdo con arteria subclavia derecha aberrante y síndrome de compresión de la arteria innominada².

El propósito de este estudio ha sido analizar las características clínicas y la evolución natural de los pacientes pediátricos con diagnóstico de anillo vascular.

Método

Se realizó un estudio descriptivo y retrospectivo evaluando un total de 110 pacientes con diagnóstico de anillo vascular, de ambos sexos, menores de 18 años, de enero de 2014 a diciembre de 2022 en el departamento de cardiología pediátrica del Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez. Se excluyeron los expedientes incompletos y aquellos sin seguimiento institucional.

Se analizaron las siguientes variables demográficas y clínicas: sexo, edad al momento del diagnóstico, síndromes genéticos, lesiones cardíacas asociadas y sintomatología. En los pacientes operados se registraron el procedimiento realizado y las complicaciones; la

mortalidad operatoria se definió como la defunción durante los primeros 30 días posteriores a la cirugía.

Análisis estadístico

Las variables cuantitativas se describen con mediana y rango intercuartílico. Para evaluar las diferencias de las variables continuas entre los grupos de tipos de anillo vascular se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis, y para las diferencias de cada característica clínica por cada tipo de anillo vascular se aplicó la prueba de Wilcoxon. Las variables cualitativas se describen como frecuencia absoluta y frecuencia relativa.

Resultados

Se estudiaron 110 pacientes, de los que 60 (55%) fueron del sexo femenino y 50 (45%) del sexo masculino. El diagnóstico prenatal se realizó en 8 casos (7.3%) y el diagnóstico posnatal se realizó con una media de 47 meses, con un rango intercuartílico de 7 a 94 meses.

El 18% de los pacientes tuvieron algún síndrome genético. Entre ellos, el síndrome de Down se presentó en el 8.2% de los casos y el síndrome de delección del cromosoma 22q11 en el 6.4%. Los síndromes de Marfan, de Holt-Oram, de Alagille y de Beals-Hecht se presentaron en el 0.9%, y se encontraron principalmente en casos de arteria subclavia aberrante.

El 90% de los casos se asociaron a otro tipo de cardiopatía congénita, de las cuales las más frecuentes fueron la tetralogía de Fallot (20%), la atresia de la válvula pulmonar (10%) y la comunicación interventricular (8.2%) (Tabla 1).

El 77% de los pacientes fueron asintomáticos, asociado principalmente a arteria subclavia aberrante. El 33% restante presentaron algún síntoma, y según el tipo de anillo vascular los síntomas se presentaron de la siguiente manera: el 100% de los casos de *sling* de la arteria pulmonar y aorta circunfleja con conducto

Tabla 1. Cardiopatías congénitas asociadas en pacientes menores de 18 años con diagnóstico de anillo vascular (n = 110)

Tetralogía de fallot	20 (18.1%)
Atresia de la válvula pulmonar	11 (10.0%)
Comunicación interventricular	9 (8.2%)
Canal atrioventricular	8 (7.2%)
Tronco arterioso	8 (7.2%)
Doble salida del ventrículo derecho	8 (7.2%)
Conexión anómala de venas pulmonares	5 (4.5%)
Conducto arterioso permeable	5 (4.5%)
Comunicación interatrial	4 (3.6%)
Transposición de las grandes arterias	4 (3.6%)
Síndrome de válvula pulmonar ausente	4 (3.6%)
Interrupción de arco aórtico	3 (2.7%)
Estenosis valvular pulmonar	3 (2.7%)
Atresia tricúspidea	2 (1.8%)
Coartación aórtica	2 (1.8%)
Doble cámara ventricular derecha	1 (0.9%)
Displasia valvular mitral congénita	1 (0.9%)
Fístula coronaria	1 (0.9%)
Ninguna	11 (10.0%)

arterioso presentaron síntomas, el 60% de los de aorta circunfleja sin conducto arterioso, el 71% de los de doble arco aórtico, el 21% de los de arteria subclavia aberrante con conducto arterioso y el 10% de los de arteria subclavia aberrante sin conducto arterioso.

Los síntomas se presentaron en el siguiente orden de frecuencia: soplos (12%), infecciones de vías áreas a repetición (8.2%), dificultad respiratoria (8.2%), disfagia (7.3%), neumonía (5.5%), cianosis (5.5%), estridor (4.5%), vómitos (4.5%), falta de ganancia ponderal (4.5%), tos (1.8%) y asfixia (0.9%).

En cuanto al diagnóstico, los estudios de gabinete empleados para el diagnóstico aislado de anillo vascular fueron angiotomografía vascular contrastada en el 95%, fluoroscopia con trago de bario en el 26%, ecocardiograma transtorácico en el 8.2% y resonancia magnética en el 0.9%. El 1.8% de los casos se diagnosticaron como hallazgo incidental en el transquirúrgico.

Del total de los pacientes, 49 (45%) tenían cierto grado de compresión generada por el anillo vascular.

Las estructuras involucradas fueron, en orden de frecuencia, el esófago (98%), la tráquea (33%) y ambos (31%). En relación con el tipo de anillo y la presencia de compresión, se encontró que la aorta circunfleja, el doble arco aórtico y el *sling* de la arteria pulmonar realizaban compresión en el 100% de los casos; por otra parte, los asociados a arteria subclavia aberrante mostraron compresión en menos del 50% de los casos, y esta era de grado ligero.

Con respecto al tipo de anillo vascular, el más frecuente fue arteria subclavia aberrante, en el 82.8% de los casos, seguida por aorta circunfleja en el 8.1%, doble arco aórtico en el 6.3% y, menos común, *sling* de arteria pulmonar izquierda en el 1.8%. Se analizaron variables específicas, como la posición del arco aórtico, la aorta descendente y la presencia de divertículo de Kommerell (Tabla 2).

La arteria subclavia aberrante (Figs. 1 y 2), presente en el 82.6%, se analizó frente a otras variables de la siguiente forma: el 52% de los casos se presentaron sin conducto arterioso, mientras que el 30.6% de los casos sí lo presentaban. El subtipo más frecuente fue el arco aórtico izquierdo con subclavia derecha aberrante sin conducto arterioso, en el 36%, seguido por el arco aórtico izquierdo con subclavia derecha aberrante y conducto arterioso, en el 22.5% de los casos de anillos vasculares.

El arco aórtico circunflejo (Fig. 3), presente en el 8.1% de los casos, se presentó con y sin conducto arterioso (3.6% y 4.5%, respectivamente). Hay otras variables con respecto a la posición del arco aórtico y de la aorta descendente; de estos, el subtipo más frecuente fue el de aorta circunfleja con arco aórtico izquierdo, aorta descendente derecha y divertículo de Kommerell sin conducto arterioso (3.6%).

En cuanto al doble arco aórtico (Figs. 4 a 6), los subtipos fueron con dominancia derecha en el 4.5% y con dominancia izquierda en el 1.8%.

El *sling* de la arteria pulmonar (Fig. 7) es un tipo de anillo vascular de baja frecuencia; en nuestra serie se encontró en el 1.8%, y solo la variante de *sling* de la rama izquierda.

Del total de los pacientes, se realizó tratamiento quirúrgico a 23 (21%), de los cuales 8 (35%) tuvieron las siguientes complicaciones quirúrgicas: 6 sepsis (26%), 1 mediastinitis (4.3%) y 1 choque cardiogénico (4.3%). La estancia hospitalaria se prolongó más de 30 días en 3 pacientes (13%), asociado principalmente a secuelas respiratorias. Se registraron 4 defunciones (17%), todas relacionadas con sepsis. De estos 23 pacientes, en 16 (15%) la indicación de

Tabla 2. Clasificación de anillos vasculares en pacientes menores de 18 años (n = 110)

Anillo vascular	%	Tipo	%	Subtipo	%
Aorta circunfleja	8.1	Aorta circunfleja con PCA	3.6	1	2.7
				2	0.9
		Aorta circunfleja sin CA	4.5	3	0.9
				4	3.6
Subclavia aberrante	82.8	Arteria subclavia aberrante con PCA	30.6	5	22.5
				6	2.7
				7	5.4
		Arteria subclavia aberrante sin CA	52.2	8	16.2
				9	36.0
Doble arco aórtico	6.3	Doble arco aórtico dominancia derecha			4.5
		Doble arco aórtico dominancia izquierda			1.8
Sling de la arteria pulmonar izquierda					1.8

1. Aorta circunfleja: arco aórtico derecho, aorta descendente izquierda + PCA.
 2. Aorta circunfleja: arco aórtico izquierdo, aorta descendente derecha + PCA.
 3. Aorta circunfleja: arco aórtico derecho, aorta descendente izquierda sin CA.
 4. Aorta circunfleja: arco aórtico izquierdo, aorta descendente derecha sin CA.
 5. Arco aórtico izquierdo + subclavia derecha aberrante con trayecto retroesofágico + PCA.
 6. Arco aórtico derecho + subclavia izquierda aberrante con trayecto retroesofágico + PCA.
 7. Arco aórtico derecho + subclavia izquierda aberrante con trayecto retroesofágico + divertículo de Kommerell + PCA.
 8. Arco aórtico derecho + subclavia izquierda aberrante con trayecto retroesofágico sin CA.
 9. Arco aórtico izquierdo + subclavia derecha aberrante con trayecto retroesofágico sin CA.
- CA: conducto arterioso; PCA: persistencia de conducto arterioso.

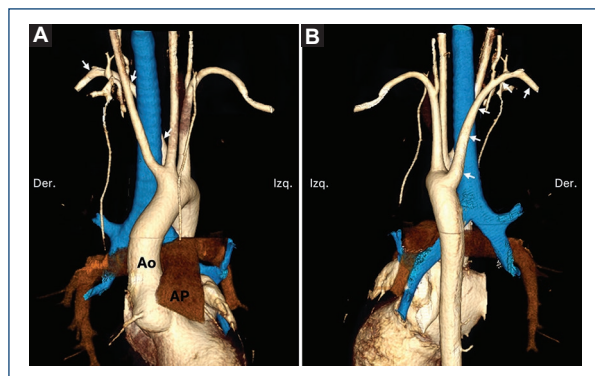


Figura 1. Subclavia derecha aberrante. Reconstrucciones volumétricas a partir de tomografía cardíaca en vista anterior (A) y posterior (B). Paciente de 8 años en abordaje por síndrome de Marfan. La aorta tiene diámetros normales, pero se documentó arteria subclavia derecha aberrante (flechas); además, ambas carótidas comunes tienen un origen compartido. En azul se representa la vía aérea. Ao: aorta; AP: arteria pulmonar.

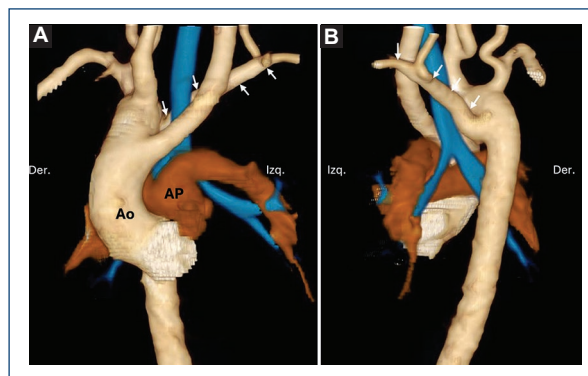


Figura 2. Subclavia izquierda aberrante. Reconstrucciones volumétricas a partir de tomografía cardíaca en vista anterior (A) y posterior (B). Paciente de 5 meses que debuta con cianosis. Se concluyó portador de tetralogía de Fallot con arco aórtico derecho y subclavia izquierda aberrante (flechas). En azul se representa la vía aérea. Ao: aorta; AP: arteria pulmonar.

cirugía fue por el anillo vascular con alteración en la calidad de vida, y el resto fueron operados optimizando el momento quirúrgico, por ejemplo, corrección

de tetralogía de Fallot más sección y sutura de subclavia aberrante sin síntomas respiratorios y gastrointestinales importantes.

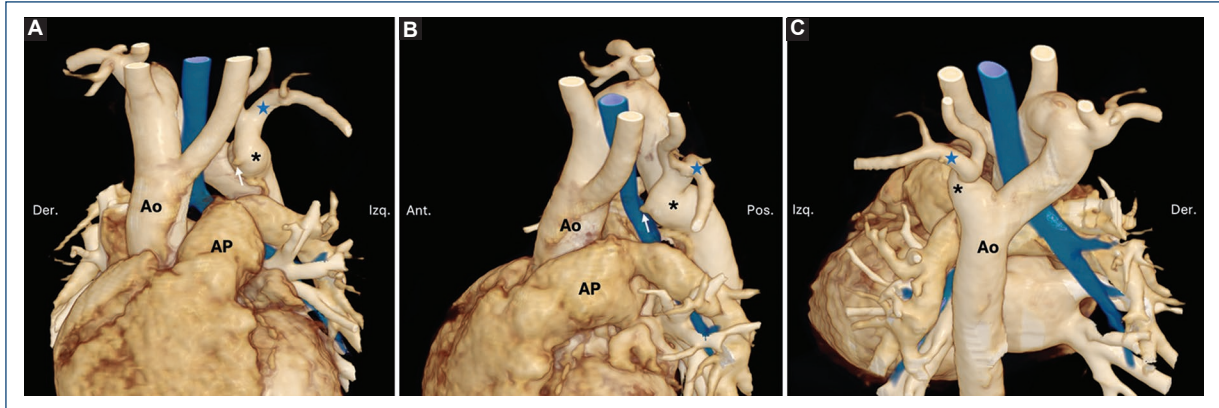


Figura 3. Arco aórtico circunflejo. Reconstrucciones volumétricas a partir de tomografía cardíaca en vista anterior (A), lateral izquierda (B) y posterior (C). Paciente de 1 año con arco aórtico circunflejo y divertículo de Kommerell (asterisco), en el que se observan un remanente del conducto arterioso (flecha), formando un anillo incompleto, y un origen aberrante de la subclavia izquierda. En azul se representa la vía aérea. Ao: aorta; AP: arteria pulmonar.

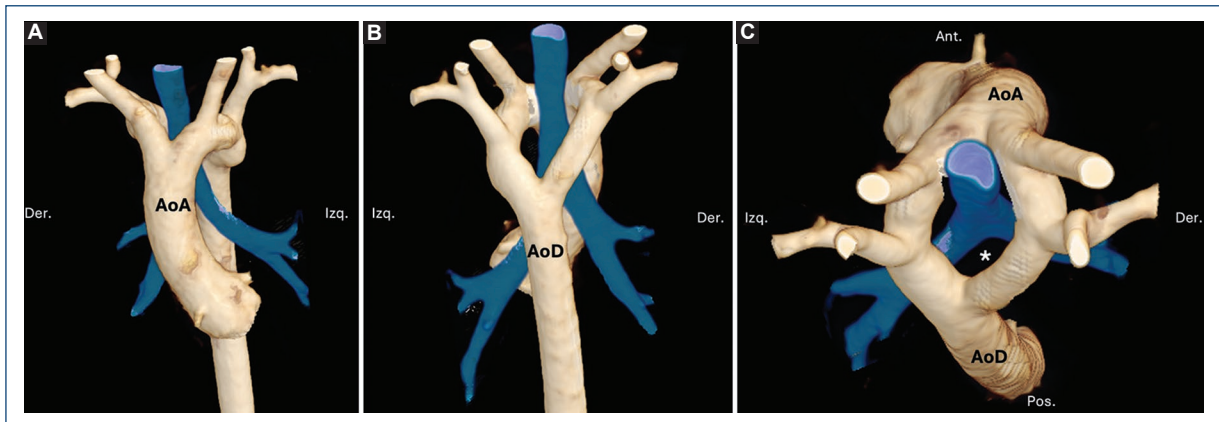


Figura 4. Doble arco aórtico. Reconstrucciones volumétricas a partir de tomografía cardíaca en vista anterior (A), posterior (B) y craneal (C). Paciente de 8 meses abordada por reflujo gastroesofágico y esofagograma que mostró estenosis en el esófago medio. Se demostró un doble arco aórtico. Se observa la imagen característica con los dos arcos y la emergencia simétrica de ambos vasos supraaórticos desde cada uno. En azul se representa la vía aérea; el esófago (no demostrado) es posterior a esta (asterisco), pero está también incluido dentro del anillo vascular. AoA: aorta ascendente; AoD: aorta descendente.

En cuanto a los pacientes sintomáticos, el 48% fueron intervenidos quirúrgicamente y, de ellos, el 93% resolvieron sus síntomas, principalmente los asociados a arteria subclavia aberrante con y sin conducto arterioso permeable, aorta circunfleja más persistencia del conducto arterioso y doble arco aórtico. En el seguimiento, el 100% de los pacientes no intervenidos quirúrgicamente resolvieron sus síntomas (Tabla 3).

Discusión

Los anillos vasculares son anomalías poco comunes, que representan aproximadamente el 1-3% de todas las cardiopatías congénitas, aunque su prevalencia real puede estar subestimada debido a su presentación clínica inespecífica³. La presencia de signos y síntomas asociados con compresión traqueoesofágica debe hacer sospechar un anillo vascular. El diagnóstico tiene que realizarse de forma temprana, ya que algunos

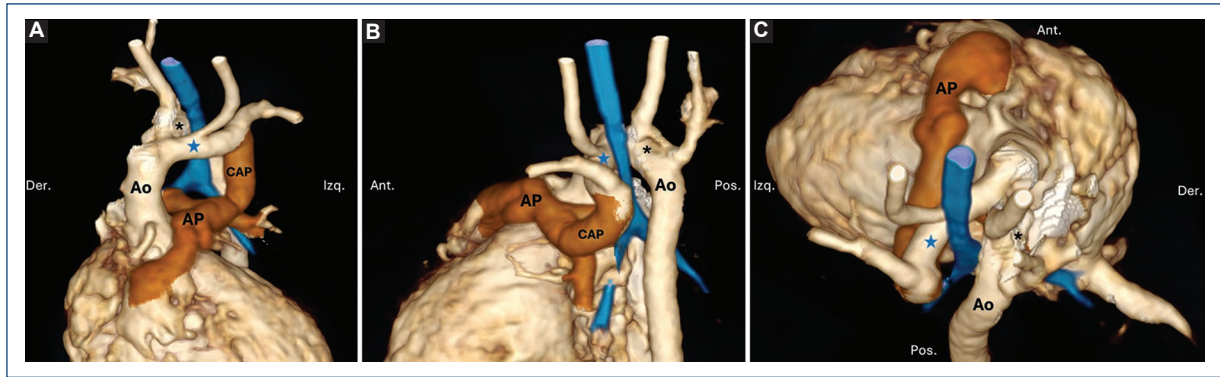


Figura 5. Doble arco aórtico con conducto arterioso persistente. Reconstrucciones volumétricas a partir de tomografía cardíaca en vista anterior (A), lateral izquierda (B) y craneal (C). Paciente de 1 mes con dextromorfismo y fisiología univentricular. Se demuestra doble arco aórtico: el arco dominante señalado con asterisco y el no dominante con una estrella azul; este último con su porción distal atrésica (no se continúa con la aorta descendente). En azul se representa la vía aérea y en marrón la circulación arterial pulmonar. Ao: aorta; AP: arteria pulmonar; CAP: conducto arterioso persistente.

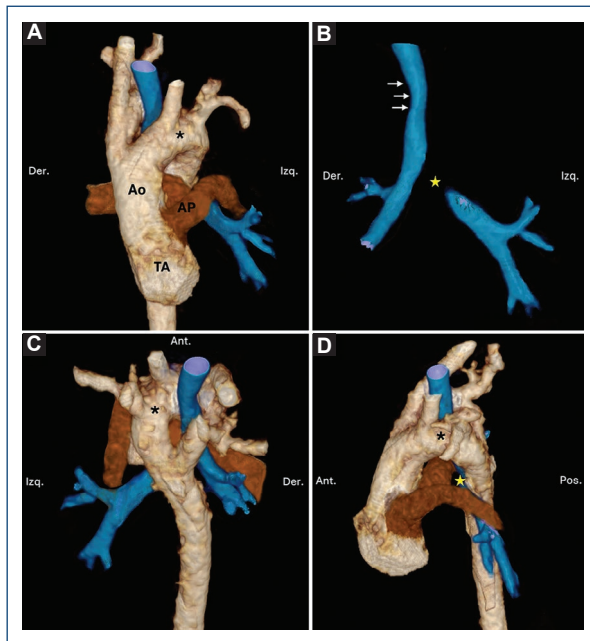


Figura 6. Doble arco aórtico: reconstrucciones volumétricas a partir de tomografía cardíaca en vista anterior (A y B), posterior-craneal (C) y lateral izquierda (D). Paciente de 4 meses en abordaje por disnea y cardiomegalia. Se documentó tronco arterioso tipo I con doble arco aórtico, el izquierdo es dominante (asterisco). En azul se representa la vía aérea; se observa compresión extrínseca a nivel del anillo vascular (flechas) y obstrucción grave en el bronquio fuente izquierdo (estrella).

pacientes presentan riesgo de sufrir complicaciones potencialmente mortales, como paro respiratorio o apnea⁴⁻⁶.

En nuestra serie, el diagnóstico prenatal se realizó únicamente en 8 pacientes (7.3%), al no ser el ecocardiograma fetal un estudio sistemático en nuestro medio. La media de la edad al momento del diagnóstico fue de 47 meses; un diagnóstico tardío si se compara con otras series en las que la media de edad es de 78 días¹.

La presentación clínica es muy diversa y depende principalmente del sitio y del grado de compresión. Algunos son asintomáticos y su hallazgo es incidental; en otros, con un anillo estrecho o grueso, se presentan síntomas a edades tempranas⁷. En este trabajo, el 77% de los pacientes fueron asintomáticos, destacando que el 100% de aquellos con anillos vasculares completos presentaron síntomas. Las manifestaciones en nuestra serie fueron principalmente respiratorias. En una serie reportada por Suh et al.¹, los síntomas y signos, por orden de frecuencia, fueron sibilancias (51%), estridor (39%), neumonía (25%), infección de vías respiratorias altas (24%), dificultad respiratoria (24%), tos (22%), cianosis (19%), vómitos (19%), dificultad para ganar peso (19%), disfagia (8%), atragantamiento con los alimentos (5%), soplos (10%) e insuficiencia cardíaca (8%). En nuestros pacientes, el 90% asociaban alguna cardiopatía congénita, principalmente afecciones troncoconales y defectos del tabique auricular y ventricular. Estos datos difieren de los encontrados en una revisión, en la que las cardiopatías congénitas se presentaron en el 42.9% y estaban poco relacionadas con cardiopatías complejas¹.

En la serie de Yoshimura et al.² se encontró que el 17.1% de los casos con anillos vasculares tenían anomalías genéticas, entre las que se reportaron síndrome

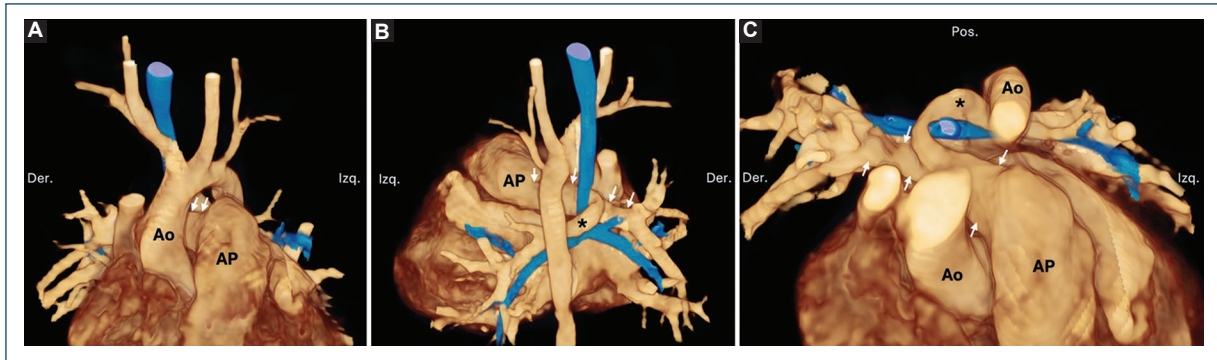


Figura 7. *Sling* de la arteria pulmonar. Reconstrucciones volumétricas a partir de tomografía cardiaca en vista anterior (A), posterior (B) y craneal anterior con el arco aórtico seccionado (C). Paciente de 5 meses con comunicación interventricular y anillo vascular incompleto por *sling* pulmonar; la arteria pulmonar izquierda (asterisco) se origina desde la derecha (flechas) y tiene un curso posterior a la tráquea. En azul se representa la vía aérea. Ao: aorta; AP: arteria pulmonar.

CATCH 22, síndrome de Rubinstein-Taybi y síndrome de aberración cromosómica. En nuestro estudio, el porcentaje fue similar (18%), pero los síndromes encontrados fueron diferentes: síndrome de Down (8.2%), síndrome de delección del cromosoma 22q11 (6.4%) y, en menor proporción, los síndromes de Marfan, de Holt-Oram, de Alagille y de Beals-Hecht.

En esta serie, el tipo de anillo vascular más frecuente fue la arteria subclavia aberrante, seguida por la aorta circunfleja, y juntas representaron el 90% de los casos de anillo vascular. Respecto al doble arco aórtico, encontramos dominancia derecha en el 71% y dominancia izquierda en el 19% de los casos; esto difiere de lo descrito en otra revisión³, en la que el arco derecho dominante se presenta en el 80%, el arco izquierdo dominante en el 10% y el arco aórtico equilibrado en el 10%.

En una revisión se encontró que el 57.1% de los pacientes se sometieron a reparación quirúrgica y la mediana de edad al momento de la cirugía fue de 6.5 meses¹. En nuestra serie, el tratamiento quirúrgico fue muy inferior, pues se realizó en el 21% de los pacientes. De ellos, el 35% tuvieron complicaciones posquirúrgicas: sepsis (26%), mediastinitis (4.3%) y choque cardiogénico (4.3%). La mortalidad posquirúrgica fue del 17% (4 pacientes), en todos los casos en relación con sepsis. En un estudio multicéntrico se concluyó que la tasa de supervivencia global posquirúrgica a 10 años era del 96.8%⁸.

El 48% de los pacientes sintomáticos fueron intervenidos quirúrgicamente. La sintomatología se resolvió por completo en los casos de arteria subclavia aberrante, aorta circunfleja más persistencia del conducto

arterioso y doble arco aórtico; en cambio, de aquellos con aorta circunfleja sin conducto arterioso y *sling* de la arteria pulmonar resolvieron los síntomas un 67% y un 50%, respectivamente. Muchos de los casos intervenidos se realizaron optimizando el momento quirúrgico. Se encontró que el 100% de los pacientes no intervenidos quirúrgicamente resolvieron sus síntomas con el crecimiento.

Lo encontrado es similar a lo descrito en algunas revisiones; la primera sobre la evolución natural de los anillos vasculares sintomáticos no reparados proviene de un estudio publicado por Godtfredsen et al.⁹ en 1977. Este estudio incluyó 11 pacientes con una edad media de diagnóstico de 13 meses (2 a 48 meses), de los cuales 3 tenían un doble arco aórtico, 3 tenían un arco aórtico derecho con subclavia izquierda aberrante y 5 tenían un arco aórtico izquierdo con subclavia derecha aberrante. En el momento de la presentación, 7 pacientes mostraban estridor, 6 tenían antecedentes de infecciones de vías respiratorias altas repetidas y 9 presentaban disfagia. Se consideró que todos estos pacientes tenían síntomas leves y fueron observados; la mediana del seguimiento fue de 7 años. De estos pacientes, 6 requirieron tratamiento médico para sus síntomas y finalmente tuvieron una resolución completa de ellos, al igual que los 5 pacientes restantes. Ningún paciente permaneció sintomático después de los 4 años de edad y no hubo muertes durante el periodo de seguimiento, concluyendo que en los pacientes con síntomas leves se puede brindar manejo expectante esperando que con el crecimiento de las estructuras anatómicas se resuelvan los síntomas⁹. Otra extensa revisión de la literatura³ arroja un total de 58 casos con anillo vascular

Tabla 3. Evolución natural de los síntomas de pacientes menores de 18 años con diagnóstico de anillo vascular

Tipo de anillo vascular	Total	Asintomáticos	Sintomáticos	Cirugía	Sin cirugía	Resolución de los síntomas	Resolución de los síntomas con cirugía	Resolución de los síntomas sin cirugía	Sin resolución de los síntomas
Arteria subclavia aberrante con PCA	34	27 (79%)	7 (21%)	3 (43%)	4 (57%)	7 (100%)	3 (100%)	4 (100%)	0
Arteria subclavia aberrante sin CA	58	52 (90%)	6 (10%)	1 (17%)	5 (83%)	6 (100%)	1 (100%)	5 (100%)	0
Aorta circunfleja con PCA	4	0 (0%)	4 (100%)	3 (75%)	1 (25%)	4 (100%)	3 (100%)	1 (100%)	0
Aorta circunfleja sin CA	5	2 (40%)	3 (60%)	1 (33%)	2 (67%)	2 (67%)	0 (0%)	2 (100%)	1 (33%)
Doble arco aórtico	7	2 (29%)	5 (71%)	3 (60%)	2 (40%)	5 (100%)	3 (100%)	2 (100%)	0
Sling de la arteria pulmonar	2	0 (0%)	2 (100%)	2 (100%)	NA	1 (50%)	1 (50%)	NA	1 (50%)
Total	110	83 (75%)	27 (25%)	13 (48%)	14 (52%)	25 (93%)	11 (41%)	14 (52%)	2 (7%)

CA: conducto arterioso; NA: no aplica; PCA: persistencia de conducto arterioso. La n utilizada para el cálculo de la proporción de pacientes asintomáticos y sintomáticos fue la del total de su subtipo de anillo vascular. Por ejemplo, doble arco aórtico n = 7. La n utilizada para la proporción de pacientes con cirugía, resolución y ausencia de resolución de los síntomas fue el total de sintomáticos de cada subtipo de anillo vascular. Por ejemplo, doble arco aórtico n = 5. La n utilizada para la resolución de los síntomas con cirugía y la resolución de los síntomas sin cirugía fue el apartado de cirugía y sin cirugía, respectivamente. Por ejemplo, doble arco aórtico n = 3 para resolución de síntomas con cirugía y n = 2 para resolución de síntomas sin cirugía.

no reparados, de los cuales 25 (43%) fueron diagnosticados prenatalmente y 33 (57%) posnatalmente. La mediana de edad al momento del diagnóstico fue de 13 meses. La anatomía del arco consistía predominantemente en un arco aórtico derecho con subclavia izquierda aberrante (47%). Se concluyó que el seguimiento clínico de los pacientes con anillos vasculares sintomáticos y levemente sintomáticos, independientemente de la anatomía aórtica específica, es razonable y seguro. Los síntomas leves tienden a mejorar a medida que el niño crece, y a menudo se resuelven por completo a la edad de 4 años^{3,10-15}.

En nuestro estudio, el 7% de los pacientes no resolvieron su sintomatología a pesar de la intervención quirúrgica. Uno de ellos, con diagnóstico de aorta circunfleja, fue egresado con estridor a la alimentación y tuvo una estancia hospitalaria prolongada por dependencia de oxígeno. Otro paciente, este con *sling* pulmonar, falleció a causa de sepsis. Esto es similar a lo encontrado en otras revisiones, en las que la persistencia de la sintomatología se presenta en el 5-10% de los pacientes y estos pueden requerir reintervención¹.

Conclusiones

Los anillos vasculares son anomalías cardíacas poco frecuentes y cuando se presentan son inespecíficos, por lo que el diagnóstico temprano es difícil, realizándose en la etapa de lactante mayor en casos de afectación ligera o en la etapa neonatal si se presenta repercusión importante.

El principal método diagnóstico es la angiotomografía; por otro lado, la fluoroscopia con trago de bario es una herramienta que ayuda a determinar el grado de afectación esofágica. En nuestra serie, el anillo vascular más frecuente fue la arteria subclavia aberrante, seguido por la aorta circunfleja, el doble arco aórtico y, menos común, el *sling* de la arteria pulmonar izquierda. Es necesario que en todos los pacientes con alteraciones del arco aórtico o de las ramas pulmonares se complemente el estudio con tomografía para delimitar alteraciones en la vía aérea, ya que pueden generar un deterioro importante en la calidad de vida o en el posquirúrgico.

De los pacientes sintomáticos intervenidos quirúrgicamente, la mayoría resolvieron sus síntomas; los pacientes con anillos vasculares asociados a arco aórtico circunflejo y *sling* de la arteria pulmonar presentan mayor morbilidad y en la mayoría de los casos no resuelven los síntomas. En el seguimiento, todos los pacientes que no ameritaron intervención quirúrgica resolvieron sus síntomas.

Financiamiento

La presente investigación no ha recibido ninguna beca específica de agencias de los sectores públicos, comercial o con ánimo de lucro.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Consideraciones éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad, consentimiento informado y aprobación ética. Los autores han seguido los protocolos de confidencialidad de su institución, han obtenido el consentimiento informado de los pacientes y cuentan con la aprobación del comité de ética. Se han seguido las recomendaciones de las guías SAGER, según la naturaleza del estudio.

Declaración sobre el uso de inteligencia artificial. Los autores declaran que no utilizaron algún tipo de inteligencia artificial generativa para la redacción de este manuscrito.

Referencias

1. Suh YJ, Kim GB, Kwon BS, Bae EJ, Noh CI, Lim HG, et al. Clinical course of vascular rings and risk factors associated with mortality. *Korean Circ J*. 2012;42:252-8.
2. Yoshimura N, Fukahara K, Yamashita A, Doi T, Yamashita S, Homma T, et al. Congenital vascular ring. *Surg Today*. 2020;50:1151-8.
3. Loomba RS. Natural history of asymptomatic and unrepaired vascular rings: is watchful waiting a viable option? A new case and review of previously reported cases. *Children (Basel)*. 2016;3:44.
4. Ruzmetov M, Vijay P, Rodefeld MD, Turrentine MW, Brown JW. Follow-up of surgical correction of aortic arch anomalies causing tracheoesophageal compression: a 38-year single institution experience. *J Pediatr Surg*. 2009;44:1328-32.
5. Dodge-Khatami A, Tulevski II, Hitchcock JF, de Mol BA, Bennink GB. Vascular rings and pulmonary arterial sling: from respiratory collapse to surgical cure, with emphasis on judicious imaging in the hi-tech era. *Cardiol Young*. 2002;12:96-104.
6. Woods RK, Sharp RJ, Holcomb GW 3rd, Snyder CL, Lofland GK, Ashcraft KW, et al. Vascular anomalies and tracheoesophageal compression: a single institution's 25-year experience. *Ann Thorac Surg*. 2001;72:434-8.
7. Attie F, Calderón-Colmenero J, Zabal-Cerdeira C, Buendía-Hernández A. *Cardiología pediátrica*. 2.^a ed. Madrid: Médica Panamericana; 2012.
8. Fisenne DT, Burns J, Dhar A. Feeding difficulties following vascular ring repair: a contemporary narrative review. *Cureus*. 2022;14:e24623.
9. Godtfredsen J, Wennevold A, Elsen F, Lauridsen P. Natural history of vascular ring with clinical manifestations. A follow-up study of eleven unoperated cases. *Scand J Thorac Cardiovasc Surg*. 1977;11:75-7.
10. Bakker DA, Berger RM, Witsenburg M, Bogers AJ. Vascular rings: a rare cause of common respiratory symptoms. *Acta Paediatr*. 1999;88:947-52.
11. Patel CR, Lane JR, Spector ML, Smith PC. Fetal echocardiographic diagnosis of vascular rings. *J Ultrasound Med*. 2006;25:251-7.
12. Hsu KC, Tsung-Che Hsieh C, Chen M, Tsai HD. Right aortic arch with aberrant left subclavian artery — prenatal diagnosis and evaluation of postnatal outcomes: report of three cases. *Taiw J Obstet Gynecol*. 2011; 50:353-8.
13. Kafka H, Uebing A, Mohiaddin R. Adult presentation with vascular ring due to double aortic arch. *Congenit Heart Dis*. 2006;1:346-50.
14. Lee P, Low SY, Liew HL, Tan D, Eng P. Endobronchial ultrasound for detection of tracheomalacia from chronic compression by vascular ring. *Respirology*. 2007;12:299-301.
15. Park MK. Vascular ring. En: Fletcher J, McGonigal C, editores. *Pediatric cardiology for practitioners*. 5th ed. Philadelphia: Mosby Elsevier; 2008. p. 303-6.

Double “dynamic” balloon atrial septostomy. New modification of Dr. Rashkind’s technique for cases with thickened interatrial septum

Septostomía atrial con doble balón “dinámico”. Nueva modificación de la técnica del Dr. Rashkind para casos con septum interatrial engrosado

José L. Colín-Ortiz^{1*}, Roberto Silva-Quijano¹, Jorge Alberto Silva-Estrada¹, Roberto I. Maldonado-Alonso², Ever Munive-Molina², Linda F. Pérez-Pérez², Rigoberto Zamudio-Meneses², Carlos A. Corona-Villalobos¹, Hugo Cabrera-González², Roberto Tepatzi-Carranco³, Sylvia K. Sánchez-González¹, Luis Martín Garrido-García¹, Alfredo Bobadilla-Aguirre¹, and Javier López-Terrazas¹

¹Department of Pediatric Cardiology, Instituto Nacional de Pediatría, México City; ²Department of Pediatric Cardiology, Hospital del Niño Poblano, Puebla; ³Department of Neonatology, Hospital Infantil de Tlaxcala, Tlaxcala. Mexico

Abstract

Objective: Balloon atrial septostomy (BAS) is a palliative procedure mainly for newborns with transposition of the great arteries, currently, this procedure has a class IA recommendation. However, in some cases, this procedure does not achieve an adequate interatrial defect, due mainly to a thickened interatrial septum, this situation led to the development of various techniques to tackle this problem. Therefore, we made a modification to the original technique using two balloons simultaneously instead of one. The objective of this study is to analyze the results of this new modification to the traditional technique (with one balloon) as an alternative for cases with thickened interatrial septum. **Methods:** A retrospective and descriptive study from May 2010 to December 2022 was conducted in three pediatric centers. **Results:** Six patients were identified (median age 35 days, median weight 3.4 kg, median size of atrial septal defect before procedure 2.6 mm). All patients underwent to this modification of the BAS with good results and without complications. The modification has some advantages: including to avoid the using of cutting devices or stent placement. In addition, we share the description of this new technique, titled: double “dynamic” BAS. **Conclusion:** This brief evidence shown that this modification of the original technique is easy, safe, and cost-effective for cases with a thickened interatrial septum.

Keywords: Balloon atrial septostomy. Transposition of great arteries. Thickened interatrial septum. Atrial septal defect.

Resumen

Objetivo: La septostomía auricular con balón (SAB) es un procedimiento paliativo principalmente para recién nacidos con transposición de las grandes arterias, actualmente, este procedimiento tiene una recomendación clase IA. Sin embargo, en algunos casos, este procedimiento no logra un defecto interauricular adecuado, debido principalmente a un septum interauricular engrosado,

*Correspondence:

José L. Colín-Ortiz

E-mail: colin_jldgo@yahoo.com.mx

Date of reception: 19-07-2024

Date of reception: 27-02-2025

DOI: 10.24875/ACM.24000128

Available online: 29-04-2025

Arch Cardiol Mex. 2025;95(3):206-214

www.archivoscardiologia.com

1405-9940 / © 2025 Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez. Published by Permayer. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

esta situación llevó al desarrollo de diversas técnicas para abordar este problema. Por ello, realizamos una modificación de la técnica original utilizando dos balones simultáneamente en lugar de uno. El objetivo de este estudio es analizar los resultados de esta nueva modificación de la técnica tradicional (con un balón) como alternativa para los casos con septum interauricular engrosado. **Métodos:** Se realizó un estudio retrospectivo y descriptivo desde mayo de 2010 hasta diciembre de 2022 en tres centros hospitalarios pediátricos. **Resultados:** Se identificaron seis pacientes (mediana de edad 35 días, mediana de peso 3,4 kg, mediana de tamaño de la comunicación interauricular antes del procedimiento 2,6 mm). Todos los pacientes se sometieron a esta modificación del SAB con buenos resultados y sin complicaciones. La modificación presenta varias ventajas, así mismo evitar el uso de dispositivos de corte o la colocación de stent. Además, compartimos la descripción de esta nueva modificación a la técnica, titulada: septostomía atrial con doble balón “dinámico”. **Conclusiones:** Esta breve evidencia demuestra que esta modificación de la técnica original es: fácil, segura y económica para los casos con septum interatrial engrosado.

Palabras clave: Septostomía atrial con balón. Transposición de las grandes arterias. Septum interatrial engrosado. Defecto septal interatrial.

Introduction

Dr. William J. Rashkind and Dr. W.W. Miller published percutaneous balloon atrial septostomy (BAS) in 1966¹. The technique was developed at Children's Hospital of Philadelphia and first presented at The Hospital for Sick Children of Toronto. In 1968, they presented the result of its application in 31 patients². Since then, the technique has become essential and recognized as a palliative procedure for patients with transposition of the great arteries (TGA)^{3,4}. From then on, the development of interventional cardiology has globally expanded.

At present, BAS is a class IA recommendation of the American Heart Association to palliate the physiology of patients with TGA. In addition, it is used for the same purpose in other congenital heart diseases (CHD) such as classic tricuspid atresia and pulmonary atresia with intact ventricular septum (PA-IVS) that require an obligatory interatrial shunt, as well as, in other complex CHDs needing a non-restrictive interatrial defect.

The procedure is practically performed with the same technique as originally described, with only minimal modifications. Likewise, the balloon used has evolved over time. However, in some cases, BAS may not be entirely satisfactory or may be suboptimal, especially when the interatrial septum is thickened. In Addition, the atrial septal defect (ASD) may even partially reclose after a few days or weeks. Due to these problems, other techniques such as Park's blade septostomy⁵, cutting balloon septostomy⁶, wire septostomy⁷, static atrial septostomy (septoplasty), and stent placement have been developed. In addition, an improvised technique was recently reported due to the shortage of septostomy balloons worldwide⁸.

The aim of this study is to share the description and shown the results obtained of this new modification of the original technique of Dr. W.J. Rashkind and W.W.

Miller in patients based on simultaneous use of two balloons instead of one. This technique, titled: double “dynamic” BAS has not been reported in the literature.

Methods

A retrospective and descriptive study of all patients who underwent double “dynamic” BAS was conducted from May 1st, 2010, to December 31st, 2022.

Inclusion criteria: all patients who underwent double “dynamic” BAS in three pediatric centers during the study period. Exclusion criteria: patients who underwent BAS with a single balloon, static atrial septostomy (septoplasty) (with one or two balloons), cutting balloon septostomy, and Park's blade septostomy.

In the study period, the database of the three pediatric hospitals was reviewed in search of all cardiac catheterizations. This study was approval by the Ethics Committee from the three hospitals.

Results

From May 1st, 2010, to December 31st, 2022, a total of 6 patients from the database of the three pediatric hospitals who underwent cardiac catheterizations fulfilled the inclusion criteria.

The patient's median age was 35 days (range 1-180 days); the median height, 52 cm (range 48-71 cm) and median weight, 3.4 kg (range 2.8-8.5 kg). There was a predominance of females (4 girls and 2 boys) with a ratio of 2:1.

The diagnoses were TGA in 4 cases (66.6%), hypoplastic left ventricle with mitral atresia and double outlet right ventricle (DORV) without pulmonary stenosis in one case (16.7%), and PA-IVS in one case (16.7%).

Transthoracic echocardiography (TTE) was performed in all patients on admission to measure the size of the ASD before the procedure, recording a median size of 2.6 mm (1-6 mm). After the procedure, the median size of the ASD was 7 mm (6 to 9 mm). The maximum gradient recorded before the interventional procedure had a median of 7.0 mmHg (range 5-31 mmHg). The maximum gradient after atrial septostomy with two balloons had a median of 1.0 mmHg (range 0-2).

The procedure time recorded a median of 161 min (range 60-270 min), and a median hospital stay of 93 days (range 5-46 days).

The reported bleeding during the procedures showed a median of 46 mL (range 15-60 mL).

The contrast medium used had a median of 30 ml (range 0*-60 mL), and fluoroscopy time had a median of 17 min (range 0*-37 min) (*in one patient the procedure was exclusively guided by TTE). The median time in hours from admission to the hospital until septostomy was 21 h (range 2-96 h).

Description of cases (Table 1)

Case 1

Female 51 days-old and weight: 4.3 Kg. Diagnosis: TGA. BAS: single balloon performed at another hospital; type and balloon size, unknown with apparent improvement for 2 weeks. Progressive desaturation in her led to a referral to one of the hospitals in the study. On admission: cyanosis and SpO₂ 52% (4.1 mm ASD and maximum gradient of 6 mmHg). A new BAS was performed using a Z-5 balloon catheter (Numed®) of 13.5 mm. However, the patient did not show any clinical improvement, not increase in the size of the ASD nor oxygen saturation. On these observations and since cutting balloon or a Park's blade catheter were not available, an improvisation to the original technique was performed. This consisted in the use of two balloons (a Z-5 balloon of 9.5 mm and another of 13.5 mm) in a simultaneous way. The balloons were passed through the same 7 Fr. sheath introducer (11 cm of length) and five septostomies with double "dynamic" balloon were performed. This resulted in an improvement in saturation until 90% and ASD to 8.1 mm with a residual gradient to 1 mmHg. Procedure time: 172 min, bleeding: 48 mL, contrast medium: 27 mL, fluoroscopy: 14.6 min.

The patient improved, was extubated, and at the age of 65 days was subjected to pulmonary banding for left

ventricular preparation. Arterial switch operation was performed 3 weeks later; however, complications during the weaning from cardiopulmonary bypass led to death in the immediate post-operative period.

Case 2

Male 48 days-old and weight: 3.4 Kg. Diagnosis: TGA with small ventricular septal defect. He was hospitalized for respiratory distress and cyanosis. On admission; lower respiratory infectious disease, oxygen saturation of 78%, and signs of low cardiac output (3.5 mm ASD with a maximum gradient of 6 mmHg) were observed. Conventional atrial septostomy was performed with a Z-5 balloon (9.5 mm), followed by another one (13.5 mm), without improvement in saturation or gradient. Following this observation, an atrial septostomy with a double "dynamic" balloon (Z-5 of 9.5 mm and the other of 13.5 mm) was performed for 6 times (Fig. 1). With this, a saturation (84%), an interatrial gradient (1 mmHg) and an ASD size (6 mm) were achieved. Procedure time was 150 min, bleeding 60 mL, contrast medium 40 mL, and fluoroscopy 37 min.

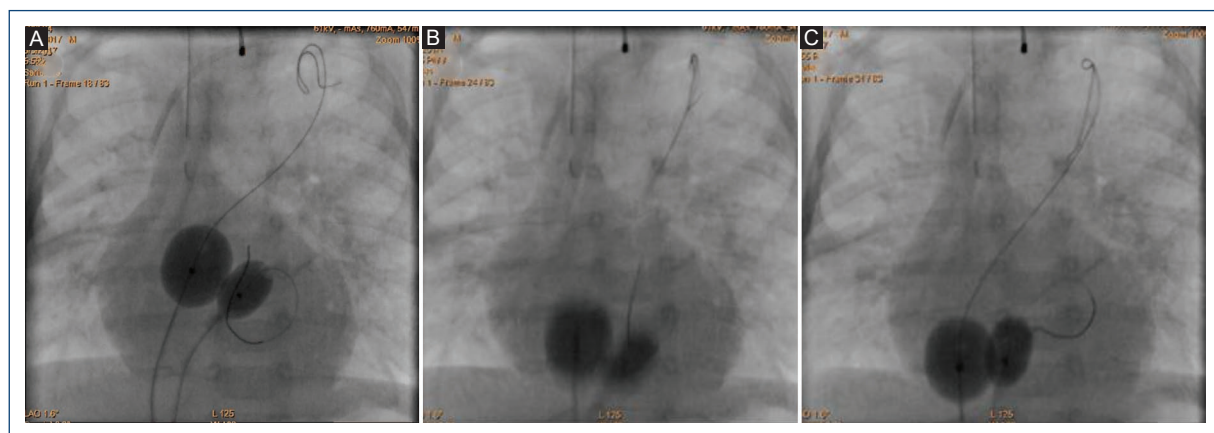
Subsequently in pediatric intensive care unit, his pulmonary infectious process was resolved, and he underwent an arterial switch operation 30 days after his intervention. He was discharged 3 weeks later. His follow-up 6 years later remains with good evolution with mild gradient in the neo-pulmonary artery.

Case 3

Female 17 days-old and weight: 3.3 Kg. He was referred to one of the hospitals in the study from another hospital due to cyanosis and desaturation (50%). Classic TGA with an ASD of 1.8 mm and 5 mmHg gradient was diagnosed. BAS, exclusively guided by TTE was performed in the neonatal intensive care unit (NICU). This was initially done with a Z-5 balloon of 13.5 mm which resulted in an ASD of 4 mm and a restrictive gradient. Therefore, a double "dynamic" balloon technique was performed with Z-5 balloons of 9.5 mm and 13.5 mm (Fig. 2). Following this procedure, saturation increased to 88%, the ASD was increased to 6 mm, and no gradient was observed. Procedure time: 60 min, bleeding: 15 ml, contrast medium: 0 ml, fluoroscopy: 0 min. Arterial switch operation was performed 3 weeks later with a good outcome. He was discharged at 47 days after the operation. After 2 years, she is found to have appropriate evolution without residual lesions.

Table 1. Case series

Case	Aged (days)/ Wt (Kg)	Diagnostic	ASD Pre (gradient)	ASD Post (gradient)	Oximetry pre and post (%)	Size of Z-5 Balloons	Complications	Evolution
1	(51) (4.3)	TGA	4.1 (6)	8.1 (1)	52-90	13.5 mm + 9.5 mm	No	Pulmonary banding, arterial switch. Death after surgery
2	(48) (3.4)	TGA with small VSD	3.5 (6)	6.0 (1)	78-84	13.5 mm + 9.5 mm	No	Arterial switch Alive Mild neo-pulmonary stenosis
3	(17) (3.3)	TGA	1.8 (5)	6.0 (0)	50-88	13.5 mm + 9.5 mm	No	Guided by TTE Arterial Switch Alive
4	(1) (3.4)	Mitral atresia/LV hypoplastic and DORV without pulmonary stenosis	1.0 (31)	6.1 (2)	85-94	13.5 mm + 9.5 mm	No	Pulmonary Banding Alive Waiting Glenn
5	(180) (8.5)	AP-IVS	6.0 (9)	9.0 (1)	45-86	13.5 mm + 13.5 mm	No	Glenn Good Alive
6	(22) (2.8)	TGA	1.0 (8)	8.0 (0)	79-90	13.5 mm + 9.5 mm	No	Arterial switch Alive

**Figure 1. A-C:** double “dynamic” BAS (simultaneous Z-5 balloons of 13.5 mm and 9.5 mm) with saturation increase to 84% and a residual gradient between both atria of 1 mmHg.

Case 4

Male, age: 1 day-old and weight: 3.4 Kg. Diagnoses: hypoplastic left ventricle, mitral atresia, and DORV without pulmonary stenosis. He was admitted

with hemodynamic instability. A TTE-guided BAS was attempted in NICU without success due to a very small ASD (< 1 mm). In the catheterization laboratory, it was possible to cross the defect with a peak-to-peak gradient record of 31 mmHg between both atria. A coronary

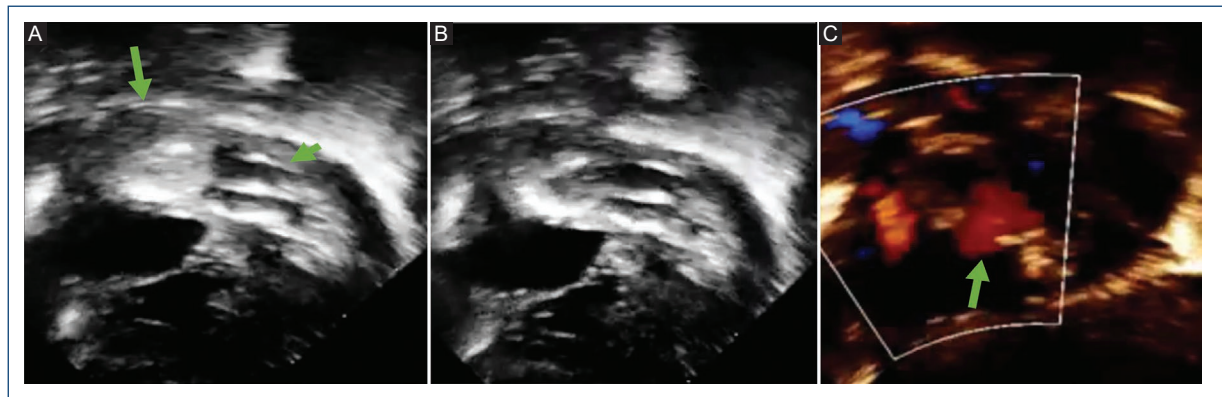


Figure 2. TTE. Subcostal view. **A:** a Z-5 balloon of 9.5 mm (arrowhead) and another of 13.5 mm (arrow) during inflating. **B:** both balloons have been inflated in the LA ready to perform the double “dynamic” BAS. **C:** a wide ASD is observed (arrow), and the interatrial septum is thickened (see supplementary material, video 1).

angioplasty guide wire (“0.014”) was successfully passed through; however, the orifice was so small that a Z-5 septostomy balloon catheter of 9.5 mm could not cross. Therefore, static atrial septostomy (septoplasty) was performed with an 8 × 20 mm minityshak balloon catheter, followed by classical BAS with Z-5 balloon catheter of 13.5 mm. It was observed that the ASD was insufficient (3.3 mm) and the interatrial septum was very thick. It was decided to perform double “dynamic” BAS (Z-5 balloons of 13.5 mm and 9.5 mm) 7 times (Fig. 3). TTE showed an interatrial defect measuring 6.1 mm at the highest part of the septum with left-to-right laminar flow. A new pressure withdrawal trace showed a residual peak-to-peak gradient of 2 mmHg. Procedure time: 270 min, bleeding: 30 mL, contrast medium: 30 mL, fluoroscopy: 24 min. Pulmonary banding was performed 33 days later and he was discharged 113 days after surgery. Seventeen months later, the patient is currently stable with good evolution. He is awaiting bidirectional cavopulmonary shunt.

Case 5

Female, age: 180 days-old and weight: 8.5 Kg. She was admitted for hypercyanotic spells, saturation 45%. Diagnosis: PA-IVS with restrictive ASD (6 mm), and small patent ductus arteriosus. Ductal stent placement was performed without complications, resulting in an immediate increase of saturation. Left atrium (LA) to right atrium (RA) pressure withdrawal trace showed a peak-to-peak gradient of 9 mmHg, prompting atrial septostomy with a Z-5 balloon catheter of 13.5 mm in four times. The ASD was found to be insufficient, and the

gradient decreased to 4 mmHg, leading to double “dynamic” BAS (both Z-5 balloons of 13.5 mm) through an 8 Fr. sheath introducer (Fig. 4). This resulted in achieving a residual gradient of 1 mmHg and an interatrial defect of 9 mm, with a final saturation of 86%. Procedure time: 180 min, bleeding: 50 ml, contrast medium: 60 mL, fluoroscopy: 20 min. The patient was discharged 5 days after the procedure. Bidirectional cavopulmonary shunt (Glenn procedure) was performed 3 months later. Her follow-up at 15 months is with good evolution.

Case 6

Female 22 days-old and weight: 2.8 Kg. She was referred to one of the hospitals in the study for desaturation (79%) and hemodynamic instability. Diagnosis: TGA with a patent foramen ovale (PFO) < 1 mm. BAS was first performed with a Z-5 balloon catheter of 9.5 mm and subsequently with another of 13.5 mm for several times. TTE showed an ASD of 3.8 mm and a thickened interatrial septum. With this observation, it was decided to use the double “dynamic” BAS technique (Z-5 balloons of 9.5 mm and 13.5 mm) simultaneously for 5 times (Figs. 5 and 6). The result was the achievement of 90% saturation and ASD size of 8 mm with bidirectional shunt without residual gradient. Procedure time: 140 min, bleeding: 45 ml, contrast medium: 30 mL, fluoroscopy: 10 min, without complications. Arterial switch surgery was performed 12 days later with good evolution, she was discharged 140 days after the operation, and 1 year later no complications were reported.

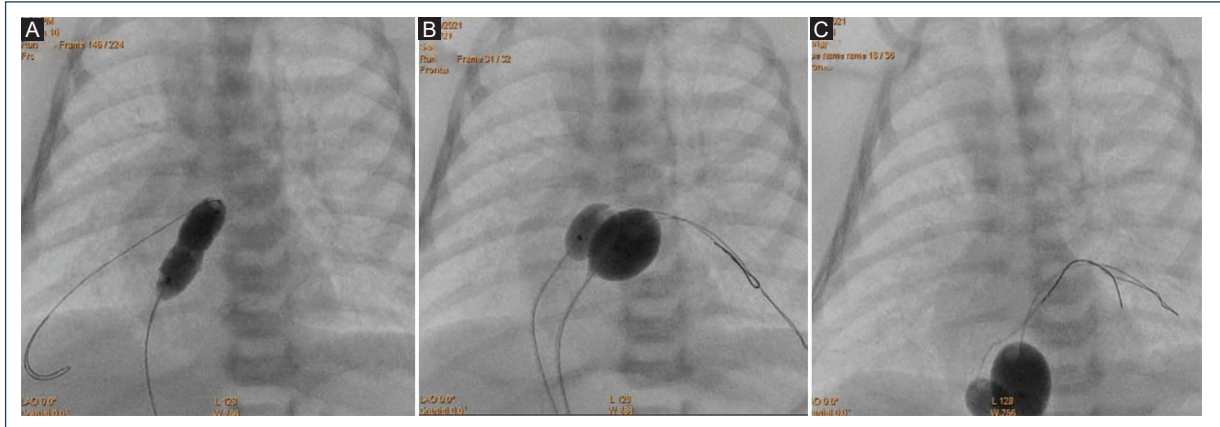


Figure 3. **A:** atrial septoplasty with minityshak balloon catheter 8 × 20 mm. **B and C:** double “dynamic” BAS (Z-5 balloons of 13.5 and 9.5 mm).

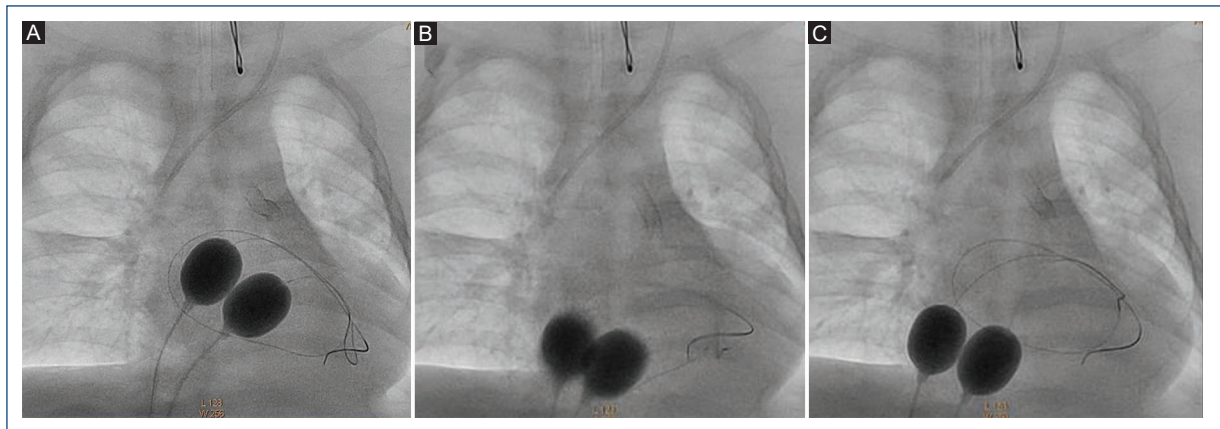


Figure 4. **A-C:** sequence of atrial septostomy with double “dynamic” balloon, both Z-5 balloons of 13.5 mm (see supplementary data, video 2).

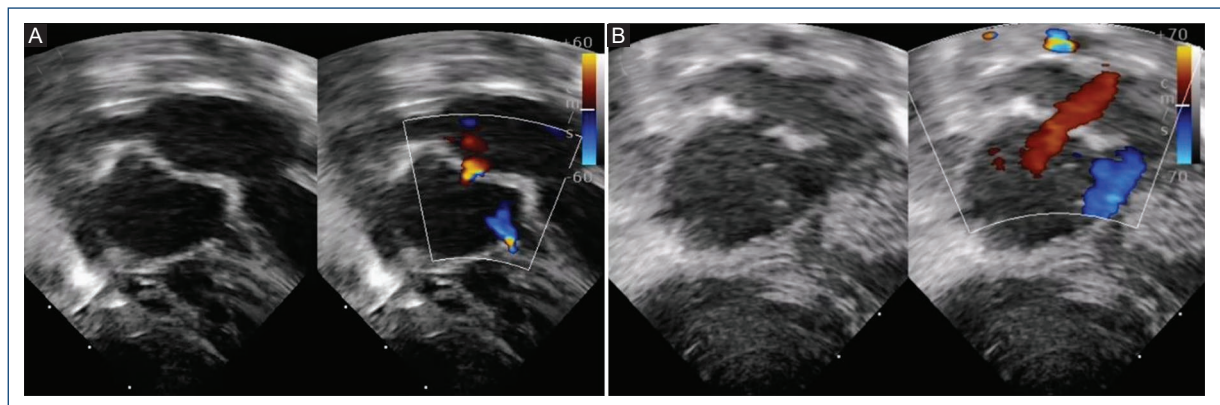


Figure 5. **A:** we can see a thickened interatrial septum with a very restrictive PFO. **B:** interatrial septum after septostomy with a single Z-5 balloon of 13.5 mm, ASD measures 3.8 mm with bidirectional shunting, the patient remains hypoxemic.

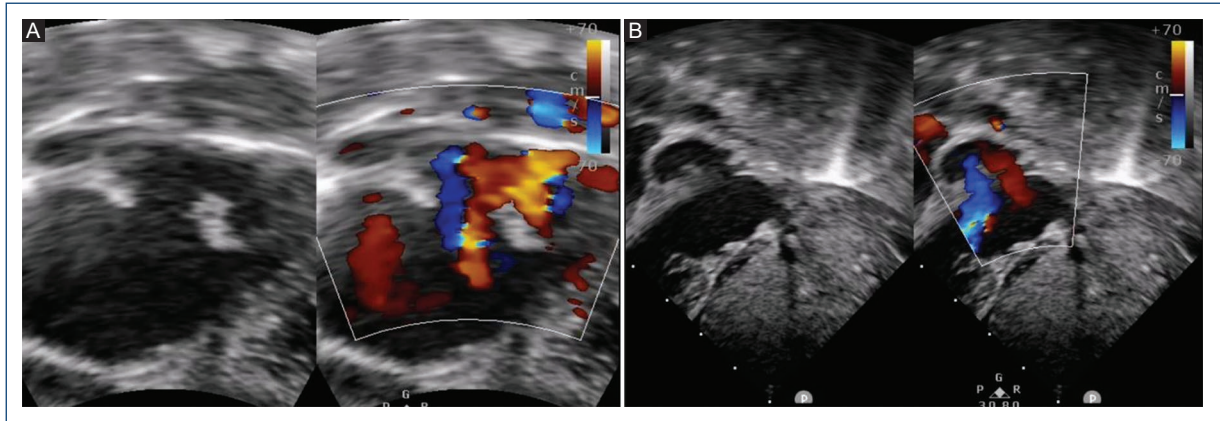


Figure 6. A and B: interatrial septum after double “dynamic” BAS (Z-5 balloons of 9.5 mm and 13.5 mm), ASD measures 8 mm with bidirectional shunt without gradient (see supplementary data, video 3).

No immediate or late complications related to the procedures were registered in any of the cases.

Discussion

In all cases, ASD was restrictive. The indication to perform double “dynamic” BAS, in all cases was the lack of clinical improvement or saturation, as well as, the presence of an insufficient or suboptimal ASD following septostomy with a Z-5 balloon catheter of 13.5 mm. The goal was to improve systemic oxygenation in patients with TGA, as well as, to increase the size of the ASD in the other two patients and decrease the trans-atrial gradient in all cases.

In patients with thickened interatrial septum, several points are worth noting:

- The first point is: that a thickened interatrial septum can occur at any age, although it is more common after 2 months of age. There are recommendations for the use of cutting devices from this age afterward.
- The second point: is that in developing countries, immediate access and costs of Park’s blade catheter or cutting balloon are extremely high (due to importation and distribution processes), also the stent placement can be an option, but in our pediatric hospitals this device is not available immediately. In this situation and in any case, where BAS (with a single balloon) is not entirely satisfactory or optimal, our only viable and rapid option is the static atrial septostomy (septoplasty), which in our setting are usually low-pressure rupture balloons (compliant balloons), and medium or high-pressure balloons

(non-compliant) are often too long to be used in newborns and infants. Thus, many cases of failure in BAS with a single balloon, when the interatrial septum is thickened have been reported⁵⁻⁷.

- The third point is: that in our country, the diagnoses of these critical CHD in the neonatal period are not made prenatally; thus, many of the patients are seen several days or months after birth, when they have already had severe hemodynamic conditions. In addition, in the cases with a thickened interatrial septum the BAS with a single balloon may not optimally tear it. Therefore, in the hemodynamically unstable patient, immediate access to cutting devices is extremely important; however, this is not feasible due to logistics in the provision and costs of the Park’s blade catheter or cutting balloon.

Finally, the Z-5 balloon catheter (Numed®) is the only balloon of septostomy routinely available in our country.

Description of double “dynamic” BAS technique

- Technique for newborns or infants weighing up to 5 kg: Two Z-5 balloons (9.5 mm and 13.5 mm sizes) (Figs. 7 and 8, Videos 4, 5, and 6).

Procedure: first the patient is monitored and under general anesthesia is intubated, after that; Insert a 7 Fr. sheath introducer through a femoral vein, then; place two 0.014” coronary angioplasty guide wires in the LA or in the pulmonary veins. First, introduce the smaller balloon and temporarily leave it at the caval-atrial junction, then, advance the second

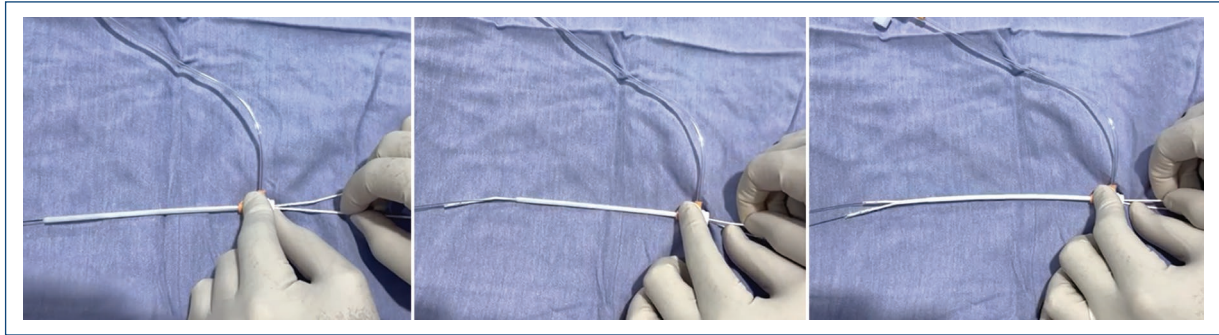


Figure 7. Technique to introduce both balloons through introducer sheath. Step by step (part 1).



Figure 8. Technique to introduce both balloons through introducer sheath. Step by step (part 2).

(larger) balloon through the other coronary angioplasty guide wire until the caval-atrial junction. After, advance it (the “larger” balloon) forward to the LA and position it above the mitral valve (near the interatrial septum). Next; pass the small balloon to the LA and also position it above the mitral valve (near the interatrial septum). After; insufflated both balloons and take both profiles of the two balloons with a dry gauze and perform atrial septostomy in the habitual manner (at least 4 septotomy is recommended or more if the ASD continues restrictive). After that, TTE is made to confirm the ASD and residual gradient.

- Technique for newborns and infants weighing more than 5 KG: Two Z-5 balloons (both of 13.5 mm).
Procedure: The procedure is exactly the same as above, except that an 8 Fr. sheath introducer is used instead of 7 Fr. And that both balloons are of the same size (13.5 mm).

No immediate or late complications related to the procedure occurred in any patient. The only eventuality encountered was slight bleeding through the hemostatic valve of the sheath introducer placed in the femoral vein when both balloons were introduced

simultaneously. This can be avoided by using a sheath introducer with hemostatic valve which has better competence. If this is not possible, the sheath introducer can be withdrawn 2 or 3 cm, and the distal part can be elevated at 45° to stop the slight bleeding through the hemostatic valve of the sheath introducer.

Another relevant point to mention is that this technique has various benefits: one is: that its use can prevent inherent risks associated with the use of cutting devices (Park’s blade catheter or cutting balloon) as: injury to the mitral valve, or perforation, laceration or rupture of any of the atrial chambers or inferior caval vein. The second benefit is that its use avoids the potential complications inherent with the mechanism of Park’s blade catheter; where it may become stuck. Which in any of the situations above-mentioned can be fatal or require an emergency cardiac surgery.

This modification to the original technique is also feasible under TTE guidance in the neonatal or pediatric intensive care unit, with the advantage of avoid the risk on patient transfer to the catheterization laboratory (see case 3).

The evidence obtained with our study using the double “dynamic” or dual BAS indicates that this modification of the original technique is easy, safe, cost-effective, and currently a viable option for cases with thickened interatrial septum. In addition, using the technique leaves behind the use of cutting devices with their inherent risks.

Limitations of the study are: the brief number of cases, so that, more patients who need a septostomy with a balloon Z-5 of 13.5 is sufficient to reach an optimal ASD to increase saturation or decrease the pressure of one of any atrium, even, in some patients with thickened interatrial septum and is unknown if this new modification of the original technique can be used as first intention procedure in cases with thickened interatrial septum.

Conclusion

Double “dynamic” or dual BAS is a modification of the original technique of Dr. W. J. Rashkind and Dr. W.W. Miller. It presents itself as a useful and lower-risk alternative for patients with thickened interatrial septum who require an adequate-sized ASD. The brief evidence of this modification indicates that it is effective, safe, cost-effective, and can even be performed in the intensive care unit under TTE guidance with good results and without complications.

This new modification to the original technique can help to avoid the inherent risks associated with the use of cutting devices such as the Park’s blade catheter and cutting balloon. It is necessary more studies utilizing this new modification to supporting it with a higher level of evidence.

Supplementary data

Supplementary data are available at DOI: 10.24875/ACM.24000128. These data are provided by the corresponding author and published online for the benefit of the reader. The contents of supplementary data are the sole responsibility of the authors.

Acknowledgments

We thank all the nursing staff of National Institute of Pediatrics, Hospital for the Poblano Child, and Tlaxcala’s Children Hospital.

Funding

This research has not received any specific grant from agencies in the public, commercial, or for-profit sectors.

Conflicts of Interest

The authors declare no conflicts of interest.

Ethical considerations

Protection of humans and animals. The authors declare that no experiments involving humans or animals were conducted for this research.

Confidentiality, informed consent, and ethical approval. The authors have followed their institution’s confidentiality protocols, obtained informed consent from patients, and received approval from the Ethics Committee. The SAGER guidelines were followed according to the nature of the study.

Declaration on the use of artificial intelligence. The authors declare that no generative artificial intelligence was used in the writing of this manuscript.

References

1. Rashkind WJ, Miller WW. Creation of an atrial septal defect without thoracotomy. A palliative approach to complete transposition of the great arteries. *JAMA*. 1966;196:991-2.
2. Rashkind WJ, Miller WW. Transposition of the great arteries. Results of palliation by balloon atrioseptostomy in thirty-one infants. *Circulation*. 1968;38:453-62.
3. Boehm W, Emmel M, Sreeram N. Balloon atrial septostomy: history and technique. *Images Paediatr Cardiol*. 2006;8:8-14.
4. Peirone A, Racca M. Historia de la cardiología pediátrica intervencionista: dr. William J. Rashkind, Nacimiento de la septostomía auricular con balón. *Rev Argent Cardiol*. 2022;90:464-8.
5. Park SC, Zuberbuhler JR, Neches WH, Lenox CC, Zoltun RA. A new atrial septostomy technique. *Cathet Cardiovasc Diagn*. 1975;1:195-201.
6. Cuenca Peiró V, Zabala Argüelles JI, Tejero Hernández A, Conejo Muñoz L. Rashkind atrioseptostomy with cutting balloon catheter. *An Pediatr (Barc)*. 2007;67:275-6.
7. Kitano M, Tsukada M, Fujino M. Wire atrial septostomy: a new technique to create a large defect in a thickened atrial septum. *World J Pediatr Congenit Heart Surg*. 2020;11:NP18-21.
8. Haddad RN, Alawadhi Z, Al Soufi M, Kasem M. Improvised bespoke technique for atrial septostomy in the shortage of atrioseptostomy balloon catheters. *Cardiol Young*. 2023;33:2654-6.

Soporte nutricional en pacientes pediátricos con oxigenación por membrana extracorpórea: nuevas perspectivas

Nutritional support in pediatric patients with extracorporeal membrane oxygenation: new insights

Karla I. Gómez-Becerra¹, Miguel Robledo-Valdez¹, Miguel Morante-Ruiz²,
Martha C. Martínez Soto-Holguín³, Gabino Cervantes-Guevara^{4,5}, Sol Ramírez-Ochoa⁶,
Gabino Cervantes-Pérez⁶, Lorena A. Cervantes-Pérez⁶, Berenice Vicente-Hernández⁶,
Karla D. Castro-Campos⁶, M. Guadalupe Flores-Alatorre⁷ y Enrique Cervantes-Pérez^{6,8*} 

¹Centro Universitario de Ciencias de la Salud, Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jal., México; ²Servicio de Medicina Interna, Hospital Universitario Fundación Jiménez-Díaz, Madrid, España; ³Servicio de Nutrición Clínica Pediátrica, Instituto Nacional de Pediatría, Ciudad de México, México; ⁴Departamento de Bienestar y Desarrollo Sustentable, Centro Universitario del Norte, Universidad de Guadalajara, Colotlán, Jal., México; ⁵Departamento de Gastroenterología, Hospital Civil de Guadalajara Fray Antonio Alcalde, Guadalajara, Jal., México; ⁶Departamento de Medicina Interna, Hospital Civil de Guadalajara Fray Antonio Alcalde, Centro Universitario de Ciencias de la Salud, Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jal., México; ⁷Departamento de Medicina Interna, Hospital Regional Dr. Valentín Gómez Farias, ISSSTE, Zapopan, Jal., México; ⁸Centro Universitario de Tlajomulco, Universidad de Guadalajara, Tlajomulco de Zúñiga, Jal., México

Resumen

El soporte nutricional en pacientes pediátricos con terapia de oxigenación por membrana extracorpórea (ECMO) es controversial. Si bien la ECMO se utiliza cada vez más en las unidades de cuidados intensivos pediátricos, no existe un consenso sobre el enfoque óptimo para la prescripción de nutrimentos en esta gama de pacientes. No obstante, es imperativo comprender que esta población sufre un grave estrés metabólico, por lo cual las demandas nutricionales están incrementadas, condicionando así un aumento en la morbilidad y mortalidad del paciente pediátrico con ECMO. Esta revisión narrativa tiene como objetivo resumir la evidencia médica actual sobre los aspectos del soporte nutricional en pacientes pediátricos con ECMO, incluyendo la adecuación nutricional, la ruta de administración de nutrimentos y la nutrición enteral y parenteral, así como la propuesta de un algoritmo de inicio de la terapia médica-nutricional en esta población.

Palabras clave: Soporte nutricional. Oxigenación por membrana extracorpórea. Pediatría.

Abstract

Nutritional support in pediatric patients receiving extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) therapy is controversial. Although ECMO is increasingly used in pediatric intensive care units, there is no consensus on the optimal approach for nutrient prescription in this patient population. It is imperative to understand that this population experiences severe metabolic stress, which increases their nutritional demands, consequently leading to higher morbidity and mortality in pediatric patients on ECMO. This narrative review aims to summarize the current medical evidence on aspects of nutritional support in pediatric

*Correspondencia:

Enrique Cervantes-Pérez

E-mail: enrique.cervantes@academico.udg.mx

Fecha de recepción: 29-07-2024

Fecha de aceptación: 27-02-2025

DOI: 10.24875/ACM.24000135

Disponible en internet: 04-08-2025

Arch Cardiol Mex. 2025;95(3):215-223

www.archivoscardiologia.com

1405-9940 / © 2025 Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez. Publicado por Permanyer. Este es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

patients with ECMO, including nutritional adequacy, nutrient administration routes, and enteral and parenteral nutrition, as well as the proposal of an algorithm for initiating medical-nutritional therapy in this population.

Keywords: Nutritional support. Extracorporeal membrane oxygenation. Pediatrics.

Introducción

El soporte vital extracorpóreo conocido como oxigenación por membrana extracorpórea (ECMO, *extracorporeal membrane oxygenation*) es una forma modificada de circulación exógena para respaldar temporalmente la función cardiopulmonar, donde la sangre venosa se drena del paciente y se hace avanzar hasta un pulmón de membrana para el intercambio de gases y, posteriormente, la sangre oxigenada retorna al paciente a través de una vena de mayor calibre. Este sistema se clasifica como ECMO venovenoso (ECMO-VV), y cuando el retorno es por un vaso arterial se denomina ECMO venoarterial (ECMO-VA)^{1,2}.

Desde 1990, el uso de ECMO ha ido en aumento en la población pediátrica, con más de 55,000 pacientes en la actualidad³, siendo los neonatos la población con mayor índice de uso de esta terapia^{2,4}; sin embargo, su uso e indicaciones son en casos muy específicos, particularmente en niños operados por una cardiopatía congénita cuando no es posible el destete de la circulación extracorpórea en el quirófano. Con el paso del tiempo se han ido ampliando las indicaciones para el uso de esta terapia, incluyendo pacientes con choque cardiogénico, que requieren soporte inotrópico masivo, escenarios de paro cardiaco extrahospitalario, miocarditis, neumonía y síndrome de insuficiencia respiratoria aguda⁵. Asimismo, es importante considerar el riesgo-beneficio al momento de optar por ECMO, contemplado los costos, el efecto y la supervivencia a la unidad de cuidados intensivos pediátricos (UCIP)⁴.

La inmovilización prolongada induce a pérdida de masa ósea y muscular, incluso en ausencia de enfermedad crítica pediátrica, y si a esto se le suma la estancia en la UCIP con uso de ECMO, la atrofia muscular aumenta, la pérdida de fuerza es mayor y, por consiguiente, se incrementa la morbilidad, por lo que estos pacientes requieren no solo un correcto inicio de la terapia médica-nutricional, sino también una adecuada rehabilitación nutricional y fisioterapéutica tras la UCIP⁶, debido a que el uso de ECMO pediátrica induce un aumento en el catabolismo muscular y un incremento del riesgo de desarrollar desnutrición. Además, es necesario considerar las complicaciones propias del uso de esta terapia en conjunto con el uso de

algunos fármacos⁷, ya que se carece de evidencia para estandarizar las dosis de ciertos medicamentos en población pediátrica con esta terapia⁸.

Por lo tanto, es importante examinar el papel de la nutrición como un elemento crucial en los pacientes de UCIP, considerando que la prevalencia de desnutrición en estos pacientes va desde el 18% hasta el 45%, lo cual aumenta los costos y la mortalidad hospitalaria, al igual que en los pacientes con ECMO, puesto que el bajo peso en esta población es considerado un predictor independiente de mortalidad hospitalaria⁹.

Evaluación nutricional en pacientes con ECMO

El estado de nutrición en condiciones críticas se ha identificado como un elemento que contribuye significativamente a los resultados clínicos¹⁰. La desnutrición puede asociarse con un mayor riesgo de mortalidad en los pacientes en la UCIP^{9,11,12} debido a que el bajo peso representa un mayor riesgo de mortalidad¹², y en los niños con ECMO que tienen un peso inferior al recomendado este riesgo aumenta^{9,13}.

La desnutrición también se considera un predictor de mayor requerimiento de ventilación mecánica^{9,14} y prolongados tiempos de estancia en la UCIP⁹. Asimismo, no existen datos sobre el impacto del estado nutricional en el pronóstico de los pacientes pediátricos con ECMO⁹.

Estos pacientes tienen un alto riesgo de efectos adversos y deterioro nutricional debido a la condición crítica y los impedimentos para el suministro de nutrientes¹⁵. Existe mayor riesgo de desnutrición en comparación con los adultos por presentar menos grasa y masa muscular, además de mayores requerimientos energéticos en reposo. Si la desnutrición es prolongada, puede comprometer el crecimiento y el desarrollo óptimos¹⁶. Debido a la gravedad de los pacientes sometidos a ECMO, y en consideración de su estado premórbido, es difícil alcanzar una ganancia de peso adecuada, considerando que el aporte de nutrientes puede estar limitado¹⁷. En neonatos se han observado pérdidas de peso de hasta el 15% de su masa corporal magra durante el uso de ECMO por 7 días¹⁷. Además, posiblemente los pacientes pediátricos en condiciones graves ya presenten un

grado de desnutrición al ingreso, lo que puede empeorar el pronóstico médico si a esto se le suma una nutrición intrahospitalaria inadecuada¹⁴.

Por lo anterior, la evaluación nutricional es un elemento muy importante para la detección de riesgos¹⁶, considerando el impacto del estado nutricional sobre el pronóstico de los niños gravemente enfermos. De acuerdo con estudios observacionales, tanto la desnutrición como la obesidad se asocian con resultados clínicos adversos¹⁸. A pesar de conocer su importancia, en la práctica diaria es difícil realizar una evaluación de forma integral, lo que puede deberse a falta de información y de capacitación¹⁶.

Se recomienda que los pacientes en la UCIP se sometan a una evaluación nutricional detallada al ingreso hospitalario¹⁹ y 48 horas posterior a la admisión, reevaluando el estado nutricional al menos semanalmente durante la estancia hospitalaria¹⁸.

Una evaluación nutricional completa comprende la revisión de los registros médicos a través de la historia clínica, medidas antropométricas, datos bioquímicos, reporte de consumo dietético, datos nutricionales, entrevista y exploración física orientada. Esta última ayuda a identificar la existencia de desgaste muscular o pérdida de grasa subcutánea, así como la presencia de edema, y además permite corroborar la información recabada durante la revisión del historial clínico¹⁶.

Dentro de las prácticas para la evaluación nutricional de los pacientes pediátricos en condición crítica, con el objetivo de identificar desnutrición o riesgo de deterioro nutricional, se sugiere documentar el peso y la altura al ingreso hospitalario¹⁰. La circunferencia media del brazo también puede emplearse para la evaluación, siendo un parámetro relativamente estable y buen indicador del estado nutricional; si es ≤ 12.5 cm sugiere desnutrición, mientras que ≥ 13.5 cm es normal (sensibilidad en hombres del 94.4% y en mujeres del 88.9%, con una especificidad del 83% en ambos sexos para el diagnóstico de desnutrición)¹⁶. Este indicador, además, se ha correlacionado con el índice de masa corporal (IMC) en pacientes mayores de 5 años²⁰. Por otro lado, desde el nacimiento y hasta los 5 años de edad, el perímetro cefálico puede ser de utilidad para evaluar el crecimiento cuando no se tiene precisión en la longitud, utilizando el puntaje Z y las tablas de perímetro cefálico para la edad en niños y niñas de la Organización Mundial de la Salud (OMS)¹⁶. Las medidas que se obtienen pueden ser comparadas con curvas de crecimiento y se determinan puntajes Z para poder establecer tendencias¹⁶, ya que estos permiten identificar qué tan atípica es la medición²⁰. También se pueden

considerar puntuaciones Z del IMC para la edad; en los menores de 2 años, se debe considerar el peso para la longitud o el peso para la edad si no se dispone de la altura exacta¹⁸. La evidencia sugiere el seguimiento de los cambios en las curvas de crecimiento¹⁶ al momento del alta, ya que los gráficos ayudan a que las tendencias del mismo puedan observarse a lo largo del tiempo y de esta manera se identifiquen problemas para su atención oportuna²⁰. Es importante tomar en consideración que, por las condiciones críticas de los pacientes, pueden existir barreras para la precisión de las mediciones¹⁶.

Faltan consensos para la evaluación del estado nutricional y marcadores precisos del estado nutricional en el paciente crítico. No obstante, se han considerado algunos elementos, como son la velocidad de crecimiento, la cronicidad y el estado funcional, y algunas otras herramientas de evaluación de riesgos nutricionales y biomarcadores, ya que las mediciones antropométricas, por sí solas, dificultan la detección de riesgos¹⁹.

La evaluación integral y precisa de los pacientes contribuye a proporcionar una terapia nutricional individualizada. Mediante esta evaluación se pueden identificar condiciones de desnutrición¹⁹. La implementación de tamizajes de riesgo nutricional facilita que los recursos se destinen a pacientes con un alto riesgo para que puedan beneficiarse de una evaluación y una intervención tempranas¹⁸. Estos se realizan de manera rápida y sencilla, y permiten identificar de manera confiable a las personas que están en riesgo nutricional^{21,22}. Actualmente no existen herramientas de tamizaje que estén validadas en enfermedades críticas pediátricas con ECMO, a diferencia de un mayor uso de estos cribados nutricionales en adultos^{19,21,22}.

Sin embargo, algunos estudios han considerado al tamizaje PNRS (*Paediatric Yorkhill Malnutrition Score*) como el más adecuado para la práctica clínica, debido a sus altas sensibilidad y especificidad en comparación con la valoración global subjetiva²². Por otra parte, la herramienta de tamizaje pediátrica PNST (*Pediatric Nutrition Screening Tool*), validada de manera inicial en pacientes hospitalizados, es muy breve y se enfoca en la pérdida de peso reciente, así como en la reducción de la ingesta calórica²⁰. Se ha considerado la herramienta STRONGKids como una de las más confiables en el entorno clínico para identificar a niños en riesgo nutricional. Se recomienda su implementación en las primeras 24 horas de ingreso en pacientes entre 1 mes y 18 años de edad²³. Esto muestra que no existe una herramienta de detección de riesgo superior a otra, y deberán considerarse los entornos donde se aplicarán,

Tabla 1. Consenso para el diagnóstico de desnutrición pediátrica y sus indicadores primarios, según la Academy of Nutrition and Dietetics (AND) y la American Society for Parenteral and Enteral Nutrition (ASPEN)

Indicador	Desnutrición leve	Desnutrición moderada	Desnutrición grave
Puntuación Z del peso para la talla	-1 a -1.9	-2 a -2.9	-3 o más
Puntuación Z del IMC para la edad	-1 a -1.9	-2 a -2.9	-3 o más
Puntuación Z de longitud/talla para la edad	NA	NA	-3
Circunferencia media del brazo	Mayor o igual que -1 a -1.9 puntuación Z	Mayor o igual que -2 a -2.9 puntuación Z	Mayor o igual que -3 puntuación Z
Velocidad de ganancia de peso (pacientes < 2 años)	< 75%* de la norma† para el aumento de peso esperado	< 50%* de la norma† para el aumento de peso esperado	< 25%* de la norma† para el aumento de peso esperado
Pérdida de peso (pacientes 2-20 años)	5% del peso corporal habitual	7.5% del peso corporal habitual	10% del peso corporal habitual
Desaceleración en el peso para la puntuación Z de longitud/talla	Disminución de 1 puntuación Z	Disminución de 2 puntuación Z	Disminución de 3 puntuación Z
Ingesta inadecuada de nutrimentos	51-75% del VCT estimado	26-50% del VCT estimado	≤ 25% del VCT estimado
Cronicidad‡	Aguda: < 3 meses de duración Relacionada con enfermedad	Crónica: 3 meses o más de duración Relacionada con consumo dietético, entorno social o económico	

*Guo S et al.²⁴†World Health Organization. Data for patients < 2 years old. Disponible en: http://www.who.int/childgrowth/standards/w_velocity/en/index.html.²⁵

‡Independientemente del grado de desnutrición.

IMC: índice de masa corporal; NA: no aplica; VCT: valor calórico total.

Adaptada de Bouma S et al.²⁶, Becker et al.²⁰ y Mehta et al.²⁷

así como el diagnóstico médico y su reproducibilidad²². La **tabla 1** muestra el consenso para el diagnóstico de desnutrición pediátrica de la Academy of Nutrition and Dietetics (AND) y la American Society for Parenteral and Enteral Nutrition (ASPEN).

Requerimientos calórico-proteicos en pacientes con ECMO

La desnutrición pediátrica en la UCIP se asocia con un incremento en la morbilidad hospitalaria, debido al estado hipermetabólico y catabólico con el que cursa el paciente, sumando a esto el uso de terapias con alto desgaste energético y muscular, como es el caso de la ECMO. Por lo anterior, es imperativo que el clínico aporte la energía y las proteínas necesarias en infantes críticamente enfermos con ECMO para mejorar no solo el curso de la enfermedad, disminuyendo la mortalidad, sino también para disminuir los riesgos asociados a la desnutrición²⁸.

Existe una creciente necesidad de estandarizar por medio de guías de práctica clínica las kilocalorías y las

proteínas que se van a proporcionar al paciente pediátrico con ECMO; sin embargo, dada la naturaleza de la enfermedad crítica, se pueden seguir las recomendaciones generales para pacientes pediátricos críticamente enfermos en cuanto a requerimientos calórico-proteicos se refiere²⁹.

Para estimar el gasto energético total del infante, el método de referencia es la calorimetría indirecta. Sin embargo, si esta no se encuentra disponible, se pueden estimar las necesidades calóricas por medio de fórmulas predictivas, como las ecuaciones de peso-talla, el peso de Schofield o bien las ecuaciones recomendadas por la OMS para estimar el gasto de energía. Se debe tener precaución al momento de agregar los factores de estrés que incrementan el requerimiento, ya que su uso sistemático puede resultar en una sobrealimentación involuntaria^{17,18,30}. La **tabla 2** muestra las ecuaciones de predicción de gasto energético mencionadas.

Es recomendable administrar gradualmente los requerimientos calóricos, iniciando con un 25% del gasto energético total el día 1 y siguiendo con un aumento

Tabla 2. Ecuaciones de predicción del gasto energético en pacientes pediátricos

Fórmula	Sexo	Edad (años)	Ecuación de predicción
Schofield con peso	Hombres	3-10 10-18	$(22.706 \times P) + 504.3$ $(17.686 \times P) + 658.2$
	Mujeres	3-10 10-18	$(16.97 \times P) + (161.8 \times E) + 371.2$ $(8.365 \times P) + (465 \times E) + 200$
Schofield con peso y estatura	Hombres	3-10 10-18	$(20.315 \times P) + 485.9$ $(13.384 \times P) + 692.6$
	Mujeres	3-10 10-18	$(16.97 \times P) + (161.8 \times E) + 371.2$ $(8.365 \times P) + (465 \times E) + 200$
FAO/OMS	Hombres	3-10 10-18	$(22.7 \times P) + 495$ $(17.5 \times P) + 651$
	Mujeres	3-10 10-18	$(22.5 \times P) + 499$ $(12.2 \times P) + 746$

P; peso (kg), E; estatura (cm).

Adaptada de Bouma S et al.²⁶, Becker et al.²⁰ y Mehta et al.²⁷

paulatino a diario del 25% para alcanzar el 100% en el día 4, o bien durante la primera semana de estancia en la UCIP. Si esto no es posible, al menos dos tercios de los requerimientos deben alcanzarse para el final de la primera semana, ya que si se acumula un déficit de energía durante la fase crítica aumenta el riesgo de resultados clínicamente desfavorables^{18,30}.

Los pacientes recién nacidos y los pediátricos que reciben ECMO tienen mayores requerimientos de proteínas debido al estado hipercatabólico, siendo necesario compensar las pérdidas con un aporte adecuado, pues se ha observado que un suministro inadecuado de proteínas aumenta significativamente la mortalidad en la UCIP en general¹¹. La ASPEN recomienda al menos 1.5 g/kg al día de proteínas en pacientes pediátricos críticamente enfermos; en recién nacidos y pacientes con ECMO, se pueden aportar incluso 3 g/kg al día para compensar las pérdidas catabólicas^{17,18}. En la **tabla 3** se muestran las recomendaciones generales para el soporte nutricional en recién nacidos con ECMO^{17,31}.

Por otro lado, en pacientes pediátricos con ECMO que requieren terapia de reemplazo renal aumentan las pérdidas de micronutrientes como tiamina, piridoxina, ácido fólico, ácido ascórbico y oligoelementos, especialmente selenio, condicionando una deficiencia de estos y un incremento en el requerimiento, causando

Tabla 3. Recomendaciones generales de terapia médica-nutricional en pacientes recién nacidos sometidos a oxigenación por membrana extracorpórea (ECMO)

Recomendaciones de la guía clínica en ECMO	
Inicio del soporte nutricional	Iniciarlo dentro de las primeras 24-48 horas, de manera óptima y segura
Valor calórico total	Mismas recomendaciones que en el paciente crítico pediátrico. Calorimetría indirecta o estimación con fórmulas predictivas
Proteínas	1.5-3.0 g/kg al día
Ruta	Nutrición enteral como primera opción cuando se alcance la estabilidad hemodinámica y no haya contraindicación para uso del tracto gastrointestinal

Adaptada de Murphy y Selewsk³¹ y de Jaksic et al.¹⁷.

una respuesta negativa del organismo al estrés oxidativo y comprometiendo el sistema inmunitario, por lo que se recomienda la administración de la ingesta diaria recomendada de cada uno de los micronutrientes (vitaminas y oligoelementos)³². Un estudio retrospectivo de un solo centro evaluó 78 pacientes pediátricos con ECMO y halló que en esta población ocurren con frecuencia anomalías del calcio, con esta terapia en particular, lo cual se ha asociado a peores resultados clínicos, mayor duración de la ECMO y más días de estancia en la UCIP³³.

Continúa habiendo escasez de datos sobre los requerimientos calóricos y proteicos estandarizados para esta población, aunado a una limitada información sobre la homeostasis y el manejo de los micronutrientes en pacientes pediátricos con ECMO, por lo que sigue siendo un área clave para futuras investigaciones.

Rutas de entrega nutricional en pacientes pediátricos con ECMO

Nutrición enteral

Es necesaria la implementación de un soporte nutricional óptimo en los pacientes pediátricos críticamente enfermos para mejorar el desenlace clínico¹⁰. Debido a que el uso de ECMO ha crecido de manera considerable en los últimos 15 años³⁴, debe ser provista una nutrición adecuada a los pacientes pediátricos que estén bajo esta terapia, ya que se emplea para brindar soporte vital ante diversas enfermedades que

progresan a insuficiencia cardiorrespiratoria. Esta condición incrementa el estado catabólico, con una alta demanda de requerimientos energéticos y proteicos¹³, representando además una carga nutricional y metabólica considerable, pues implementar este soporte no proporciona ningún tipo de reposo metabólico¹⁷.

Las pautas para la entrega óptima del soporte nutricional no están claras¹⁰. La práctica nutricia es variada en las UCIP, debido a la baja evidencia para guiar las recomendaciones hacia una atención óptima¹⁹.

El soporte nutricio en pacientes con ECMO deberá estar fundamentado en una comprensión de los cambios metabólicos, el uso de reservas metabólicas y los requerimientos nutrimentales¹⁷, así como la ruta de elección, la forma de administración y el alcance de los objetivos calóricos establecidos; todo esto influye en el pronóstico clínico. Se estima que cerca del 25% de los niños en las UCIP pueden desarrollar un déficit calórico significativo y un incremento del riesgo de deterioro nutricional¹³.

Se ha propuesto la nutrición enteral (NE) como la vía preferible para alimentar, siendo el acceso preferido sobre la nutrición parenteral (NP) en condiciones críticas, cuando se mantiene la funcionalidad del tracto gastrointestinal y el paciente se encuentra clínicamente estable¹⁷. En estudios observacionales en UCIP se ha reportado mejoría con el uso de NE^{6,18}, la cual está significativamente asociada con una disminución de la mortalidad⁶.

El soporte nutricional enteral debe iniciarse rápidamente en los recién nacidos tratados con ECMO. Las recomendaciones actuales para pacientes pediátricos en estado crítico establecen el inicio de la NE durante las primeras 24-48 h tras el ingreso hospitalario^{28,35}. Los neonatos tienen reservas nutricionales limitadas y requieren un adecuado soporte para garantizar su crecimiento¹⁷. En este tipo de pacientes con ECMO clínicamente estables debe iniciarse la NE, mostrando buena tolerancia a la leche materna o la fórmula estándar, aun bajo condiciones de disfunción intestinal relacionadas con enfermedad crítica. Una mejor tolerancia de la NE podría asociarse con una menor estancia hospitalaria¹⁷.

Sin embargo, la NE puede retrasarse debido al riesgo considerado de enterocolitis necrosante, isquemia intestinal y hemorragia intestinal, especialmente en pacientes con uso de fármacos vasoactivos³⁶. También existe evidencia reportada de un incremento en la permeabilidad intestinal de los neonatos con ECMO en

comparación con los bebés sanos, sin que se hayan presentado complicaciones³⁵.

Los niños con ECMO que reciben infusiones vasoactivas pueden tener dificultades para el inicio de la NE debido a una circulación esplácnica reducida¹³. Además, se tienen otras preocupaciones para el soporte, como es el riesgo de isquemia intestinal o de traslocación bacteriana¹⁷. En 2015, de acuerdo con los datos reportados por una encuesta, el 84.2% de los pacientes con ECMO recibieron soporte nutricional enteral, aunque la administración fue variable y dependió del tipo de ECMO, de las enfermedades subyacentes y del tratamiento con vasopresores¹³.

Los estudios han demostrado la seguridad del uso de NE, incluso con altas dosis de vasopresores ($> 1 \mu\text{g/kg/min}$). Esto ha permitido que se recomiende y promueva como soporte nutricional en pacientes con ECMO³⁵; no obstante, siempre es necesaria una evaluación rigurosa y valorar el riesgo-beneficio.

Asimismo, en las UCIP existen algunos otros factores que interfieren en la administración de nutrimentos por vía enteral. La [tabla 4](#) muestra las principales barreras que retrasan el inicio de la NE o que llevan a su suspensión, además de algunas recomendaciones^{19,31,32}. Se ha propuesto que al menos dos tercios de la meta de nutrientes sean provistos en la primera semana de ingreso a la UCIP, lo cual se ha asociado con mejores resultados clínicos¹⁸.

Cuando la NE es insuficiente por sí sola para cubrir las demandas energéticas, se complementa con NP³²; sin embargo, se ha observado que la NE administrada en el día 5 de ECMO se ha asociado con una mayor supervivencia en comparación con el soporte parenteral exclusivo³⁷.

Referente al sitio de administración de la NE, falta evidencia sobre la mejor elección en población pediátrica¹⁷, pero se sugiere que la vía gástrica es la opción preferida. Los sitios pospilóricos deben considerarse en pacientes que no toleren la alimentación gástrica o con alto riesgo de broncoaspiración, considerando además que con frecuencia no logra cubrir el objetivo de energía debido a las interrupciones en la administración o la intolerancia alimenticia durante la fase aguda; esto puede permitir que se alcancen objetivos de energía más altos en comparación con la vía gástrica¹⁹. En cuanto al método de infusión, continuo o intermitente, la evidencia aún no es sólida para dictar recomendaciones específicas; no obstante, el uso de infusión continua se ha asociado con menor intolerancia gástrica¹⁸.

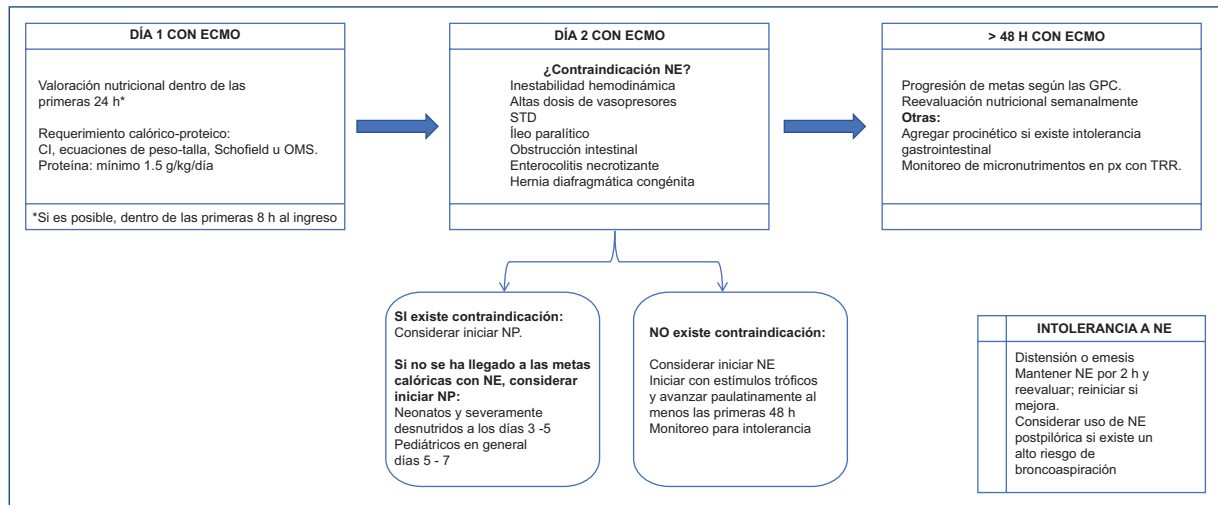


Figura 1. Algoritmo propuesto para la terapia médica-nutricional en pacientes pediátricos con terapia de oxigenación por membrana extracorpórea (ECMO). CI: calorimetría indirecta; GPC: guías de práctica clínica; NE: nutrición enteral; NP: nutrición parenteral; OMS: Organización Mundial de la Salud; RCT: requerimiento calórico total.

Tabla 4. Barreras y recomendaciones para el inicio de nutrición enteral en pacientes pediátricos críticamente enfermos

Barreras	Recomendaciones
Intolerancia percibida a la alimentación por inestabilidad hemodinámica o uso de terapia vasopresora	Reevaluación nutricional a las 48 h
Ayuno prolongado por los procedimientos	Considerar uso de NP complementaria en caso de alto riesgo nutricional
Riesgo de lesión isquémica intestinal	NP total y reevaluación a las 48 h
Disminución de la perfusión intestinal	NP total y reevaluación a las 48 h
Presencia de hernia diafragmática congénita	Considerar uso de NE mediante sonda PEG

NE: nutrición enteral; NP: nutrición parenteral; PEG: gastrostomía endoscópica percutánea.

La NE, aunque sea en volúmenes tróficos, iniciada de forma temprana, normalmente es bien tolerada, evaluando las condiciones clínicas¹³. Incluso se han observado respuestas hormonales intestinales normales después de la administración de pequeños volúmenes de NE en pacientes con ECMO³¹. Una vez que existe una adecuada tolerancia, se sugiere el avance gradual del aporte de nutrientes¹⁸. Los aumentos rápidos en el suministro de energía deben evaluarse sopesando el riesgo de desequilibrio hidroelectrolítico, ya que puede desencadenar un síndrome de realimentación³⁸.

Nutrición parenteral

El uso de NE es la primera opción para el aporte de energía y proteínas, pero en ocasiones no es factible porque el tracto gastrointestinal no es viable o existe una tolerancia baja a la NE, con un aporte menor del 60% del gasto energético total después de 7-10 días. En estas condiciones se puede escalar al uso de NP complementaria o total²⁹; no obstante, no se recomienda su uso dentro de las primeras 24 horas de ingreso a la UCIP¹⁸.

Una encuesta de centros de ECMO neonatales y pediátricos reportó que, si bien la NE es la ruta de preferencia para nutrir al paciente, en ocasiones las barreras más comunes para su inicio son el aumento en el uso de fármacos vasoactivos y un diagnóstico subyacente de paro cardiorrespiratorio o trasplante hematológico³⁹. Por esta razón, en estos casos particulares se debe valorar el inicio de la NP⁴⁰; todo depende del contexto clínico del paciente y del riesgo-beneficio que suponga el empleo de estas terapias¹.

La evidencia en cuanto al uso de NP en estos pacientes es limitada, debido a las condiciones clínicas de los niños con ECMO. Sin embargo, el uso de NP complementaria a la NE de manera temprana (dentro de la primera semana de ingreso a la UCIP) puede llegar a ser útil para prevenir los déficits acumulativos de energía y proteínas que no se logran alcanzar por intolerancias digestivas a la vía enteral. El uso de NP complementaria pudiera asociarse con el logro del

objetivo de entrega calórica y proteica durante la primera semana de estancia en la UCIP con ECMO¹³.

En general se ha optado únicamente por la administración de aminoácidos de manera parenteral, con frecuencia una solución que apunta hasta 3 g/kg de peso al día; cada solución debe dosificarse según el contexto clínico del paciente, su peso y sus antecedentes médicos³¹.

Por otro lado, la NP total proporciona una cantidad mayor y completa de calorías y proteínas, dado que se administran por medio de un catéter central o periférico, dependiendo del paciente y de la osmolaridad de las fórmulas parenterales; sin embargo, el uso de accesos vasculares extra aumenta el riesgo de infecciones asociadas a catéteres³⁶.

En cuanto al uso de multivitamínicos y elementos traza en la NP, se recomienda administrar la ingesta diaria recomendada de cada uno, con excepción de los pacientes en quienes se identifiquen deficiencias séricas de algún micronutriente en específico, en los que será necesario considerar la administración terapéutica del micronutriente faltante (vitamina C en presencia de escorbuto, tiamina si existe insuficiencia cardíaca congestiva, niacina para la pelagra, etc.)³⁶⁻⁴¹.

Propuesta de un algoritmo

A partir de las evidencias expuestas respecto a las consideraciones nutricionales, los requerimientos, el inicio de la alimentación y la ruta de administración de nutrimentos, en la [figura 1](#) se propone un algoritmo para la terapia médica-nutricional en esta población tan vulnerable tratada con ECMO, adaptado de Hofheinz et al.⁴⁰, Toh et al.³² y Farr et al.³⁵.

Conclusiones

Los pacientes pediátricos críticamente enfermos que reciben terapia de ECMO tienen unos requerimientos nutricionales específicos, así como un incremento en el riesgo de desnutrición intrahospitalaria. Es imperativa una correcta evaluación nutricional en esta gama de pacientes para identificar aquellos que se beneficiarían de un soporte nutricional prematuro, y si bien reconocemos la escasez de evidencia sólida en el campo de la nutrición en ECMO pediátrica, nuestra revisión de la literatura sugiere la seguridad de la NE temprana de bajo volumen y la necesidad de una evaluación precisa de los requerimientos nutricionales, disminuyendo así la morbilidad pediátrica.

Agradecimientos

Los autores agradecen al departamento de medicina interna del Hospital Civil de Guadalajara Fray Antonio Alcalde.

Financiamiento

La presente investigación no ha recibido patrocinio de agencias de los sectores público, comercial o sin ánimo de lucro.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Consideraciones éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad, consentimiento informado y aprobación ética. El estudio no involucra datos personales de pacientes ni requiere aprobación ética. No se aplican las guías SAGER.

Declaración sobre el uso de inteligencia artificial. Los autores declaran que no utilizaron algún tipo de inteligencia artificial generativa para la redacción de este manuscrito.

Referencias

1. Jenks CL, Raman L, Dalton HJ. Pediatric extracorporeal membrane oxygenation. *Crit Care Clin*. 2017;33:825-41.
2. Murphy HJ, Finch CW, Taylor SN. Neonatal extracorporeal life support: a review of nutrition considerations. *Nutr Clin Pract*. 2018;33:625-32.
3. Roeleveld PP. What is new in pediatric ECMO? 2016, a year in review. *Eur J Heart Fail*. 2017;19:92-6.
4. Fallon BP, Gadepalli SK, Hirschl RB. Pediatric and neonatal extracorporeal life support: current state and continuing evolution. *Pediatr Surg Int*. 2021;37:17-35.
5. Erdil T, Lemme F, Konetzka A, Cavigelli-Brunner A, Niesse O, Dave H, et al. Extracorporeal membrane oxygenation support in pediatrics. *Ann Cardiothorac Surg*. 2019;8:109-15.
6. Zebuhr C, Sinha A, Skillman H, Buckvold S. Active rehabilitation in a pediatric extracorporeal membrane oxygenation patient. *PM&R*. 2014;6:456-60.
7. Barton R, Ignjatovic V, Monagle P. Anticoagulation during ECMO in neonatal and paediatric patients. *Thromb Res*. 2019;173:172-7.
8. Di Nardo M, Wildschut ED. Drugs pharmacokinetics during veno-venous extracorporeal membrane oxygenation in pediatrics. *J Thorac Dis*. 2018;10(Suppl 5):S642-52.
9. Anton-Martin P, Papacostas M, Lee E, Nakonezny PA, Green ML. Underweight status is an independent predictor of in-hospital mortality in pediatric patients on extracorporeal membrane oxygenation. *J Parenter Enter Nutr*. 2018;42:104-11.
10. Rice-Townsend SE, Aldrink JH. Controversies of enteral nutrition in select critically-ill surgical patients: traumatic brain injury, extracorporeal life support, and sepsis. *Semin Pediatr Surg*. 2019;28:47-52.

11. Wong JJM, Han WM, Sultana R, Loh TF, Lee JH. Nutrition delivery affects outcomes in pediatric acute respiratory distress syndrome. *J Parenter Enter Nutr.* 2017;41:1007-13.
12. Bechard LJ, Duggan C, Touger-Decker R, Parrott JS, Rothpletz-Puglia P, Byham-Gray L, et al. Nutritional status based on body mass index is associated with morbidity and mortality in mechanically ventilated critically ill children in the PICU. *Crit Care Med.* 2016;44:1530-7.
13. Armstrong LB, Ariagno K, Smallwood CD, Hong C, Arbutnot M, Mehta NM. Nutrition delivery during pediatric extracorporeal membrane oxygenation therapy. *J Parenter Enter Nutr.* 2018;42:1133-8.
14. De Souza Menezes F, Leite HP, Koch Nogueira PC. Malnutrition as an independent predictor of clinical outcome in critically ill children. *Nutrition.* 2012;28:267-70.
15. Paden ML, Rycus PT, Thiagarajan RR. Update and outcomes in extracorporeal life support. *Semin Perinatol.* 2014;38:65-70.
16. Green Corkins K. Nutrition-focused physical examination in pediatric patients. *Nutr Clin Pract.* 2015;30:203-9.
17. Jaksic T, Hull MA, Modi BP, Ching YA, George D, Compher C. A.S.P.E.N. clinical guidelines: nutrition support of neonates supported with extracorporeal membrane oxygenation. *J Parenter Enter Nutr.* 2010;34:247-53.
18. Mehta NM, Skillman HE, Irving SY, Coss-Bu JA, Vermilyea S, Farrington EA, et al. Guidelines for the provision and assessment of nutrition support therapy in the pediatric critically ill patient: Society of Critical Care Medicine and American Society for Parenteral and Enteral Nutrition. *J Parenter Enter Nutr.* 2017;41:706-42.
19. Tume LN, Valla FV, Floh AA, Goday P, Jotterand Chaparro C, Larsen B, et al. Priorities for nutrition research in pediatric critical care. *J Parenter Enter Nutr.* 2019;43:853-62.
20. Becker P, Carney LN, Corkins MR, Monczka J, Smith E, Smith SE, et al. Consensus statement of the Academy of Nutrition and Dietetics/American Society for Parenteral and Enteral Nutrition: indicators recommended for the identification and documentation of pediatric malnutrition (undernutrition). *Nutr Clin Pract.* 2015;30:147-61.
21. McCarthy H, Dixon M, Crabtree I, Eaton-Evans MJ, McNulty H. The development and evaluation of the Screening Tool for the Assessment of Malnutrition in Paediatrics (STAMP©) for use by healthcare staff. *J Hum Nutr Diet.* 2012;25:311-8.
22. Lee YJ. Nutritional screening tools among hospitalized children: from past and to present. *Pediatr Gastroenterol Hepatol Nutr.* 2018;21:79-85.
23. White M, Lawson K, Ramsey R, Dennis N, Hutchinson Z, Soh XY, et al. Simple nutrition screening tool for pediatric inpatients. *J Parenter Enter Nutr.* 2016;40:392-8.
24. Guo S, Roche AF, Fomon SJ, Nelson SE, Chumlea WC, Rogers RR, et al. Reference data on gains in weight and length during the first two years of life. *J Pediatr.* 1991;119:355-62.
25. World Health Organization. Data for patients <2 years old. Disponible en: http://www.who.int/childgrowth/standards/w_velocity/en/index.html
26. Bouma S. Diagnosing Pediatric Malnutrition. *Nutr Clin Pract.* 2017 Feb;32(1):52-67.
27. Mehta NM, Corkins MR, Lyman B, Malone A, Goday PS, Carney LN, et al. Defining pediatric malnutrition: a paradigm shift toward etiology-related definitions. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2013 Jul;37(4):460-81.
28. Ong C, Mok YH, Tan ZH, Lim CYS, Ang B, Tan TH, et al. Nutritional practices and adequacy in children supported on extracorporeal membrane oxygenation. *Clin Nutr ESPEN.* 2018;26:21-6.
29. Zonies D, Codner P, Park P, Martin ND, Lissauer M, Evans S, et al. AAST Critical Care Committee clinical consensus: ECMO, nutrition. *Trauma Surg Acute Care Open.* 2019;4:1-7.
30. Lee AE, Munoz E, Al Dabbous T, Harris E, O'Callaghan M, Raman L. Extracorporeal Life Support Organization guidelines for the provision and assessment of nutritional support in the neonatal and pediatric ECMO patient. *ASAIO J.* 2022;68:875-80.
31. Murphy HJ, Selewski DT. Nutrition considerations in neonatal extracorporeal life support. *Neoreviews.* 2021;22:e382-91.
32. Toh TSW, Ong C, Mok YH, Mallory P, Cheifetz IM, Lee JH. Nutrition in pediatric extracorporeal membrane oxygenation: a narrative review. *Front Nutr.* 2021;8:666464.
33. Kaplan MC, Heath TS. Evaluation of calcium homeostasis and dietary supplementation for pediatric and neonatal patients receiving extracorporeal membrane oxygenation support. *J Pediatr Pharmacol Ther.* 2019;24:27-33.
34. Zakhary B, Shekar K, Diaz R, Badulak J, Johnston L, Roeleveld PP, et al. Position paper on global extracorporeal membrane oxygenation education and educational agenda for the future: a statement from the Extracorporeal Life Support Organization ECMOed taskforce. *Crit Care Med.* 2020;48:406-14.
35. Farr BJ, Rice-Townsend SE, Mehta NM. Nutrition support during pediatric extracorporeal membrane oxygenation. *Nutr Clin Pract.* 2018;33:747-53.
36. Ong C, Mok YH, Tan ZH, Lim CYS, Ang B, Tan TH, et al. Nutritional practices and adequacy in children supported on extracorporeal membrane oxygenation. *Clin Nutr ESPEN.* 2018;26:21-6.
37. Greathouse KC, Sakellaris KT, Tumin D, Katsnelson J, Tobias JD, Hayes D, et al. Impact of early initiation of enteral nutrition on survival during pediatric extracorporeal membrane oxygenation. *J Parenter Enter Nutr.* 2018;42:205-11.
38. Berry KG, Seiple SM, Stellar JJ, Nagle ML, Curry K, Immel A, et al. A scoping review to inform a multi-disciplinary approach for nutrition therapy in critically ill children with pressure injuries. *Transl Pediatr.* 2021;10:2799-813.
39. Desmarais TJ, Yan Y, Keller MS, Vogel AM. Enteral nutrition in neonatal and pediatric extracorporeal life support: a survey of current practice. *J Pediatr Surg.* 2015;50:60-3.
40. Hofheinz SB, Núñez-Ramos R, Germán-Díaz M, Melgares LO, Arroba CMA, López-Fernández E, et al. Which is the best route to achieve nutritional goals in pediatric ECMO patients? *Nutrition.* 2022;93:111497.
41. Robledo-Valdez M, Carrera-Quintanar L, Morante-Ruiz M, Pérez-de-Acha-Chávez A, Cervantes-Guevara G, Cervantes-Cardona GA, et al. Medical nutrition therapy in patients receiving extracorporeal membrane oxygenation: knowledge in progress. *Arch Cardiol Mex.* 2023;93:348-54.

Fisiopatología de las corrientes de lesión miocárdica: aportes de nuevos métodos electrocardiográficos

Pathophysiology of myocardial currents of injury: contributions of new electrocardiographic methods

Mario J. Mc Loughlin¹ y Santiago Obregón-Rosas^{2,3*}

¹Investigaciones Médicas Florida, Buenos Aires, Argentina; ²Dirección de Enseñanza, Hospital Ángeles Pedregal, Ciudad de México, México;

³Facultad Mexicana de Medicina, Universidad La Salle, Ciudad de México, México

Resumen

Las corrientes de lesión, diastólica y sistólica, son fundamentales para comprender las alteraciones electrocardiográficas en la isquemia miocárdica aguda. Estas corrientes se originan debido a los gradientes eléctricos entre las zonas isquémicas y sanas, derivados de diferencias en la despolarización y la repolarización. La corriente diastólica, dirigida hacia el tejido sano, y la sistólica, orientada hacia la región lesionada, explican fenómenos como el infradesnivel del TQ (corriente de lesión diastólica) y las modificaciones en el complejo QRS con desviaciones en el segmento ST (corriente de lesión sistólica). Estudios históricos y contemporáneos han establecido la fisiopatología subyacente a estas corrientes, destacando cambios en la activación radial del miocardio, alteraciones en los vectores eléctricos y posibles bloqueos intramurales. Además, se han identificado correlaciones precisas entre estos hallazgos electrocardiográficos y los eventos isquémicos agudos en modelos experimentales y clínicos. La comprensión de estas corrientes no solo facilita el diagnóstico de la isquemia miocárdica, sino que también mejora la capacidad para intervenir de manera oportuna. Este conocimiento reafirma el papel central del electrocardiograma en la práctica clínica y la investigación cardiovascular.

Palabras clave: Electrocardiograma. Corriente de lesión. Isquemia miocárdica. Infarto de miocardio con elevación del segmento ST.

Abstract

Diastolic and systolic currents of injury are fundamental for understanding electrocardiographic alterations in acute myocardial ischemia. These currents result from electrical gradients between ischemic and healthy zones, driven by differences in depolarization and repolarization. The diastolic current, directed toward healthy tissue, and the systolic current, oriented toward the injured region, explain phenomena such as TQ depression (diastolic current of injury) and QRS complex modifications accompanied by ST-segment deviations (systolic current of injury). Historical and contemporary studies have elucidated the underlying pathophysiology of these currents, emphasizing changes in radial myocardial activation, alterations in electrical vectors, and the potential presence of intramural conduction blocks. Furthermore, precise correlations between these elec-

*Correspondencia:

Santiago Obregón-Rosas

E-mail: santiagoobregon@lasallistas.org.mx

Fecha de recepción: 14-01-2025

Fecha de aceptación: 17-03-2025

DOI: 10.24875/ACM.25000007

Disponible en internet: 04-08-2025

Arch Cardiol Mex. 2025;95(3):224-232

www.archivoscardiologia.com

1405-9940 / © 2025 Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez. Publicado por Permanyer. Este es un artículo *open access* bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

trocardiographic findings and acute ischemic events have been demonstrated in both experimental and clinical models. Understanding these currents not only facilitates the diagnosis of myocardial ischemia but also enhances the capacity for prompt intervention. This knowledge underscores the central role of the electrocardiogram in clinical practice and cardiovascular research.

Keywords: Electrocardiogram. Injury currents. Myocardial ischemia. ST-segment elevation myocardial infarction.

Introducción

La insuficiencia coronaria es un trastorno fisiopatológico caracterizado por un desbalance crítico entre la oferta de oxígeno al miocardio y su demanda metabólica. Este fenómeno tiene una representación electrocardiográfica distintiva, lo que ha consolidado al electrocardiograma (ECG) como una herramienta de diagnóstico esencial en el ámbito cardiológico, con una sensibilidad de hasta el 66% y una especificidad del 33.7%^{1,2}.

Entre los conceptos fundamentales que emergen del estudio de las manifestaciones electrocardiográficas de la insuficiencia coronaria se encuentra la «corriente de lesión», fenómeno derivado de diferencias en los potenciales eléctricos entre el tejido lesionado y el sano. En este artículo se analizarán los procesos fisiopatológicos y las implicaciones clínicas de las corrientes de lesión.

Isquemia, lesión y necrosis

Desde el punto de vista electrofisiológico, el tejido miocárdico puede categorizarse en tres zonas principales durante un evento hipóxico: isquemia, lesión y necrosis; cada una con características específicas que afectan su comportamiento eléctrico.

La zona isquémica es una región que conserva una repolarización diastólica normal, pero presenta un retardo en la repolarización durante el ciclo cardíaco, lo que prolonga la duración de los potenciales monofásicos de activación, en particular a nivel de la meseta intermedia¹ (Fig. 1).

La zona de lesión, en cambio, se caracteriza por una despolarización diastólica parcial, resultando en un gradiente de voltaje intramiocárdico. Las zonas más lesionadas muestran una menor polarización, lo que puede inducir automatismo anómalo y, en casos graves, extrasístoles o taquicardias ventriculares paroxísticas. Esta disfunción eléctrica tiene como base molecular la disfunción de la ATPasa de Na⁺/K⁺, lo que lleva a acumulación de K⁺ extracelular y Na⁺ y agua intracelular^{1,3} (Figs. 1 y 2).

La zona de necrosis es aquella que ha perdido por completo su capacidad de generar potenciales de acción. Actúa como un segmento inerte en términos eléctricos, sin contribuir al campo eléctrico global del corazón^{1,3}.

Teoría de la corriente de lesión diastólica

En 1922, Pardee⁴ describió por primera vez la elevación del segmento ST como un signo de enfermedad coronaria, desencadenando un prolongado debate sobre su origen. Inicialmente, los electrocardiógrafos de la época introducían ajustes de base cero para facilitar la interpretación de los trazos, lo que desplazaba artificialmente el segmento ST hacia arriba. Con el tiempo, investigaciones como las de Nahum et al.⁵ revelaron que el intervalo TQ (diástole eléctrica) no era realmente isoeléctrico en caso de lesión, existiendo una corriente eléctrica durante la diástole, denominada «corriente de lesión diastólica». Para confirmar esta corriente se utilizaron dispositivos de medición directa con amplificadores de acoplamiento directo sin corrección de base cero, lo que permitió observar una desviación negativa en el intervalo TQ. A partir de estos datos, se planteó que la elevación del segmento ST no era un fenómeno real del tejido miocárdico, sino un artefacto generado por los ajustes de los equipos.

Esta corriente surge debido a que, en condiciones normales, todas las zonas del miocardio tienen el mismo potencial durante la diástole. Sin embargo, en presencia de lesión miocárdica, las diferencias de voltaje entre regiones lesionadas y sanas generan un vector eléctrico diastólico dirigido desde la zona lesionada hacia la zona sana^{1,3} (Fig. 3).

Según el concepto de que el tejido lesionado presenta una despolarización diastólica parcial, se asume que al final de la fase 0 del potencial de acción, es decir, al término de la despolarización, tanto el tejido isquémico como el sano se encontrarían con el mismo voltaje (+20 mV, por ejemplo), lo cual coincide con el punto J del ECG (Fig. 4)^{1,3,5,6}. Es importante recordar que los autores que se adhieren

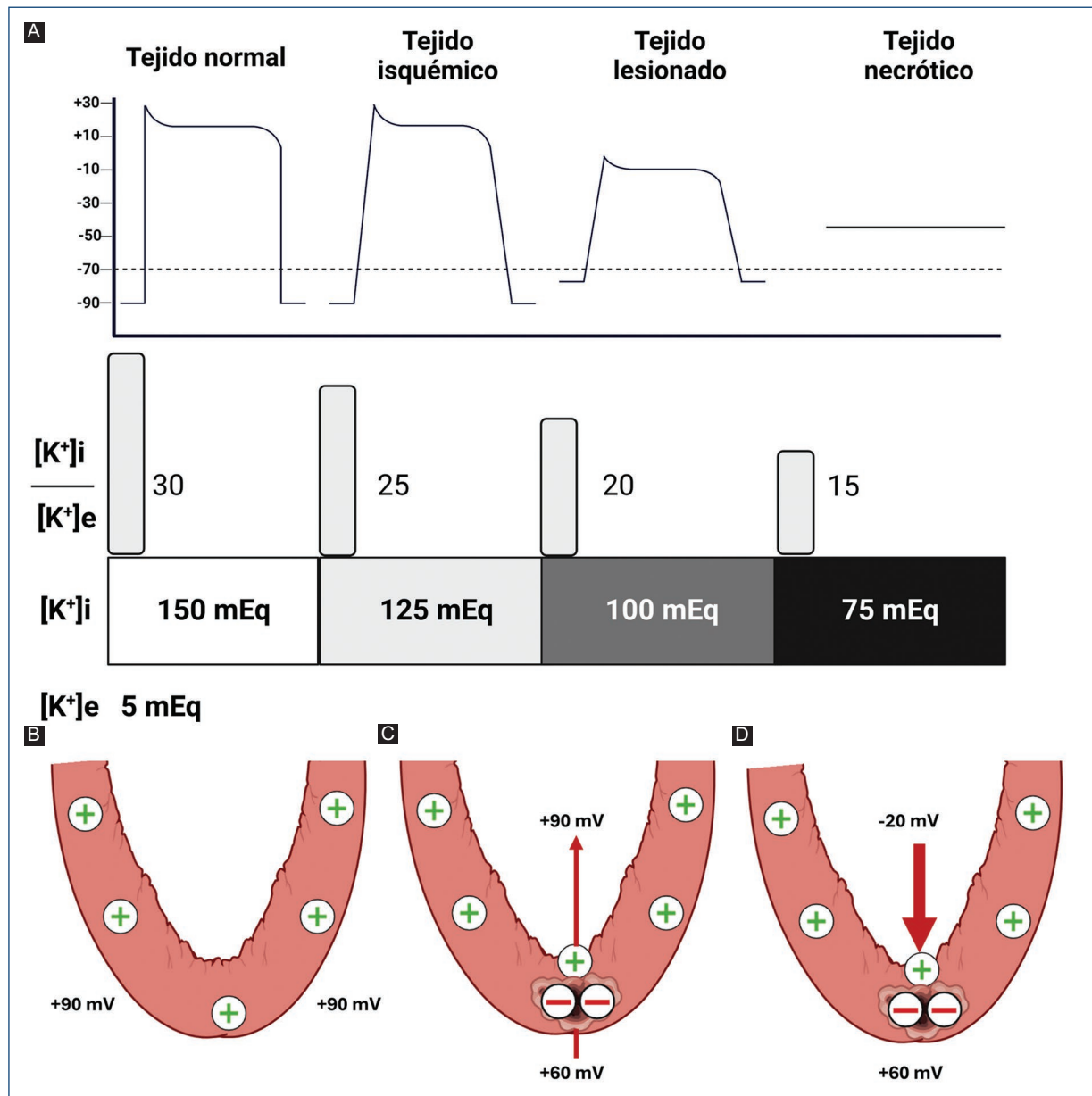


Figura 1. A: diferentes grados de despolarización diastólica en tejido normal, isquémico, lesionado y necrótico, comparado con la relación de potasio intra- y extracelular. Nótese que cuanto más se reduce la relación $[K^+]_i/[K^+]_e$, más despolarización diastólica presenta el tejido, acercándose primero al potencial umbral (aumento del automatismo) hasta superarlo (pérdida de la excitabilidad). En la parte inferior, la imagen muestra los potenciales de membrana poniendo el 0 en el espacio intracelular y como positivo el extracelular. En el sano (**B**), el potencial de membrana es de 90mV. En diástole (**C**), la célula lesionada no puede repolarizarse por completo y es menos positiva que el tejido sano (corriente de lesión diastólica de 30 mV). Cuando se produce la despolarización (**D**), la zona sana se vuelve intensamente negativa respecto a la lesionada y se produce una corriente sistólica de lesión hacia la zona lesionada (80 mV). Al llegar a la diástole eléctrica, las polaridades vuelven a cambiar en la zona sana y se vuelve a la posición B (reinicio de la corriente diastólica de lesión).

a esta hipótesis no conceden importancia a la corriente de lesión sistólica porque la consideran un artefacto producido por la corrección a cero del infra-desnivel TQ.

Corriente de lesión sistólica

Además de la corriente de lesión diastólica, se ha propuesto la existencia de una corriente de lesión

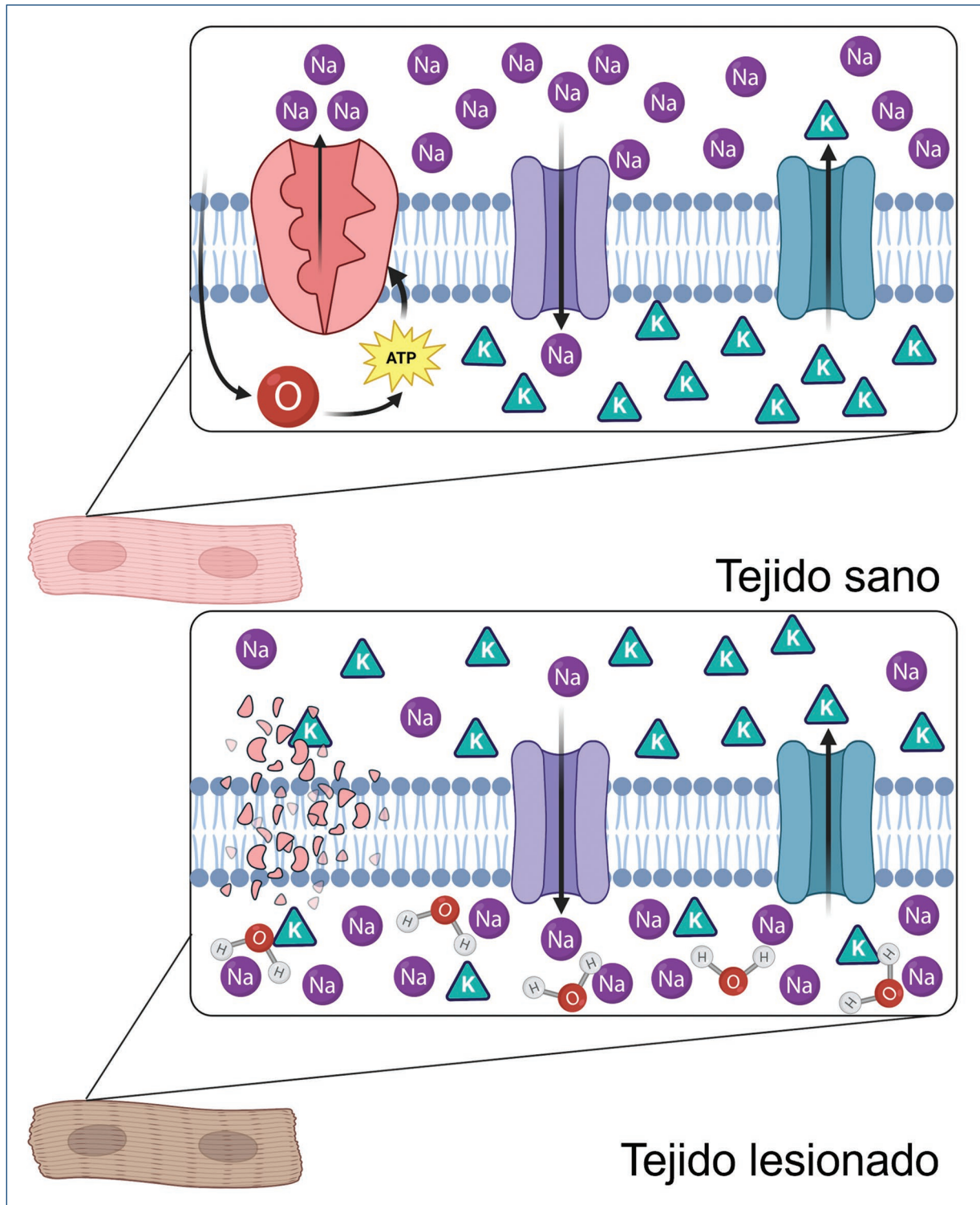


Figura 2. Actividad de la ATPasa de Na^+/K^+ y los canales iónicos de Na^+ y K^+ en tejido sano y lesionado.

sistólica que se manifiesta durante la sístole eléctrica (intervalo QT). Esta corriente sería la causa de un desvío «verdadero» del segmento ST y el punto J en el ECG, debido a los gradientes eléctricos generados

entre la zona lesionada y la sana. Estos gradientes resultan de una despolarización más lenta y limitada en las células lesionadas, junto con una meseta del potencial de acción deprimida y de menor duración⁶.

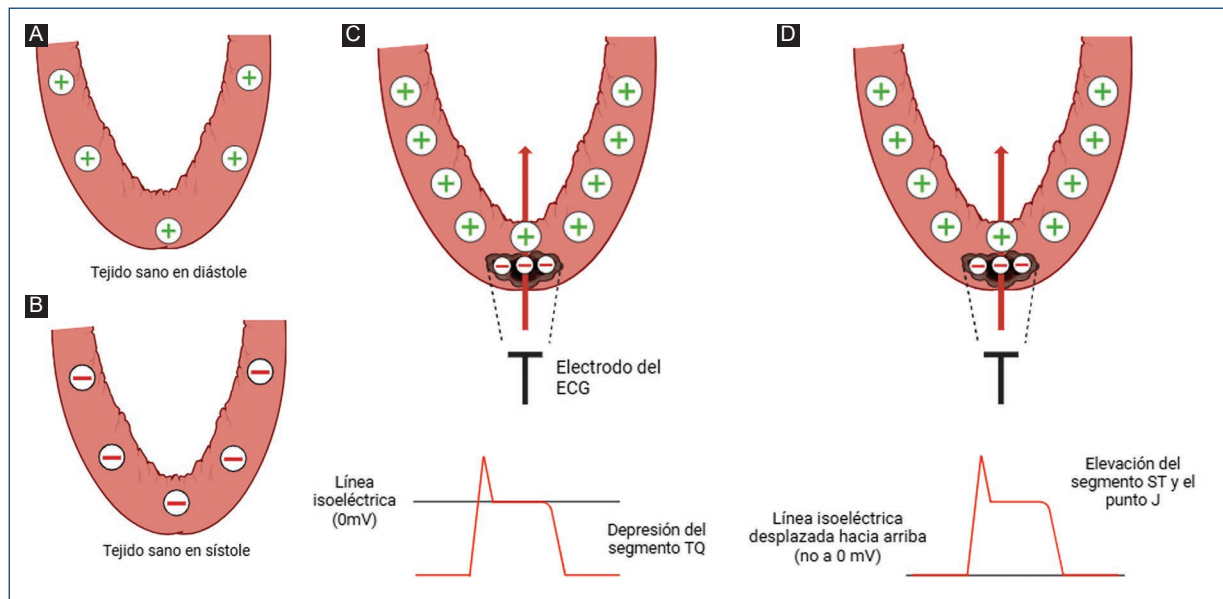


Figura 3. **A:** tejido sano durante la diástole, con cargas positivas en el medio extracelular. **B:** tejido sano en sístole, con cargas negativas en el medio extracelular. **C:** las zonas de lesión presentan una despolarización diastólica parcial (no puede repolarizarse adecuadamente), lo que hace que se genere un dipolo respecto al tejido sano. En este caso, sin corrección, la derivación electrocardiográfica mostrará una depresión del segmento TQ donde el electrodo explorador «verá» cómo el vector eléctrico se aleja de sí, mientras que el punto J permanece en su línea isoeletrica original (0 mV). **D:** la corrección de la depresión TQ por los nuevos electrocardiogramas produce una elevación del punto J y el segmento ST, sugiriendo erróneamente que es una alteración que ocurre solo en la sístole eléctrica.

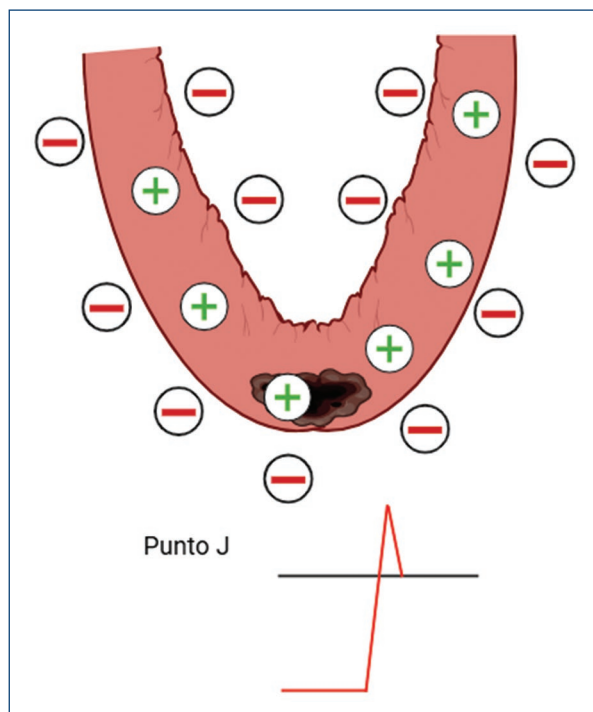


Figura 4. Teoría del isovoltaje del punto J. Al final de la despolarización, como todo el espacio extracelular es negativo respecto a las células, tanto sanas como isquémicas, la diferencia de corriente entre las regiones del corazón es cero y el punto J coincide con la línea de isovoltaje.

La corriente de lesión sistólica presenta polaridad opuesta a la diastólica: el vector de despolarización se orienta hacia la región lesionada (Fig. 4). En el ECG, al «corregirse» la corriente diastólica negativa llevándola a cero, la corriente sistólica se magnifica, generando un supradesnivel del ST, que en casos graves puede incluso alterar el complejo QRS. Este fenómeno ocurre porque el espacio extracelular de las células sanas es más negativo en comparación con el de las células lesionadas, lo que crea un vector dirigido desde el tejido sano hacia la zona isquémica⁶.

En 1938, Eyster y sus colaboradores hicieron un experimento en corazones de animales que clarificaron las bases de la electrocardiografía y las corrientes de lesión⁷. Pusieron una derivación unipolar en la base del corazón y otra en la región apical (la unipolar consiste en que el polo positivo es el único que cuenta porque el otro está anulado, como en la central de Wilson, o está muy lejos del corazón y mide muy poca actividad eléctrica). También, usando estos dos electrodos crearon una derivación bipolar ápex-base del corazón (es decir, comparando los voltajes que registraban simultáneamente los unipolares de ambas regiones)^{7,8}. Una vez obtenidos los trazados basales, se produjo una lesión en el ápex cardiaco y se comprobó que el

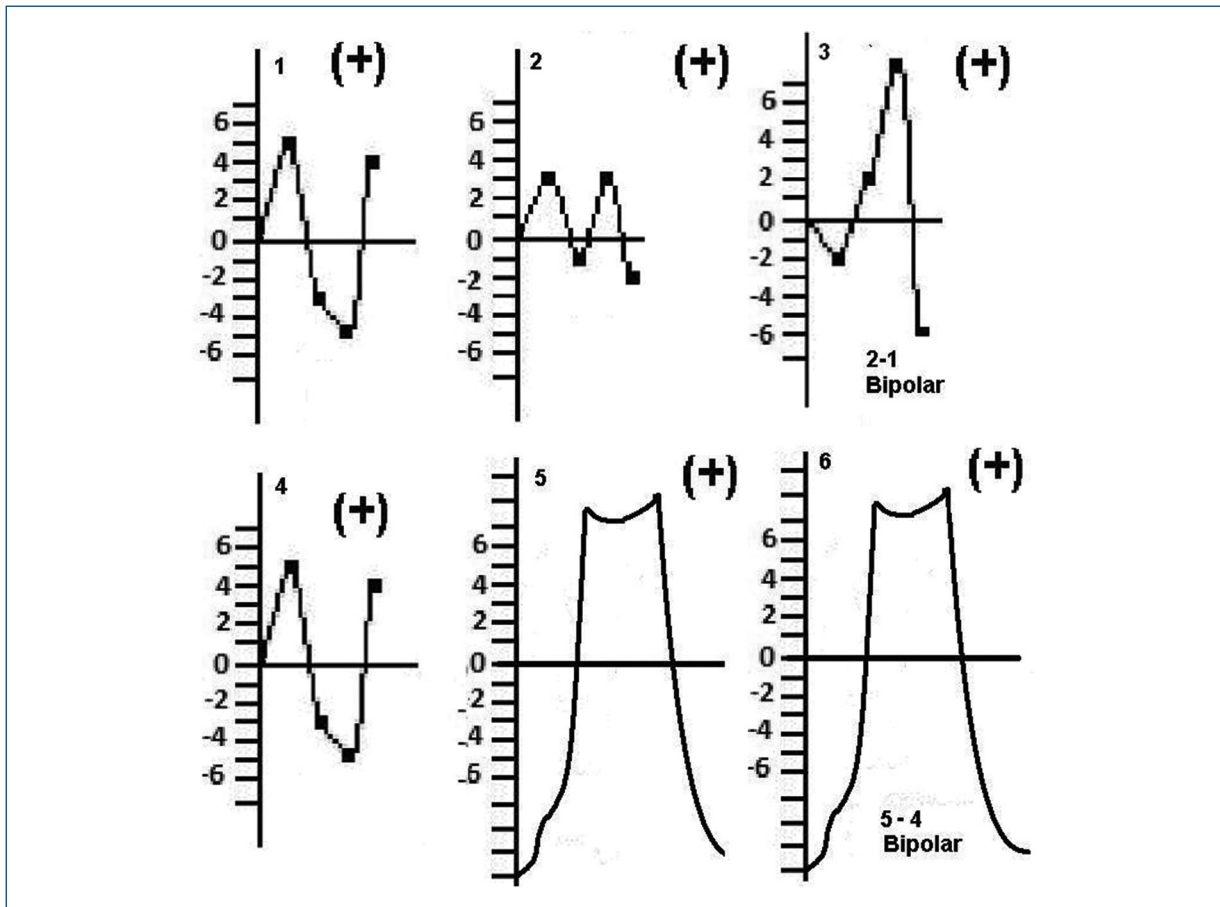


Figura 5. 1, 2 y 3: antes de la lesión miocárdica. 4, 5 y 6: después de la lesión. 1 y 4: electrodo unipolar en la base. 2 y 5: electrodo unipolar en el ápex. 3 y 6: bipolar creada restando el trazado de la zona sana del de la zona lesionada (hay que recordar que, en la resta, lo que es positivo se hace negativo). Se observa que el electrodo que explora la zona no lesionada (basal) no registra mayores cambios con la lesión, mientras que el del ápex muestra una corriente negativa diastólica y una positiva, sostenida, sistólica. La amplitud eléctrica de las señales de la zona apexiana es mayor que las de la zona sana, lo que se refleja en la bipolar.

trazado unipolar de la región basal (no lesionada) no presentaba cambios apreciables; además, la derivación unipolar en la región lesionada presentaba corriente de lesión diastólica negativa y corriente de lesión sistólica positiva. Ambas corrientes tenían una amplitud muy superior a la basal de la región, y esto se comprobaba porque la derivación bipolar ápex-basal, que comparaba ambas regiones, después de la lesión presentaba un trazado igual al que registraba el electrodo unipolar en la región lesionada (Fig. 5)⁷.

Alteraciones electrocardiográficas de las corrientes de lesión

En 1959, Conrad y su equipo estudiaron la isquemia aguda en perros usando electrodos intramurales

unipolares⁹. Detectaron que, tras los primeros 2 minutos de oclusión de la arteria coronaria descendente anterior, además de las corrientes de lesión, en todos los casos (29/29) se producía un bloqueo intramural en la zona de máxima isquemia. Este bloqueo, con retrasos de hasta 25 ms, se debía a un deterioro de la activación radial del miocardio (endocardio a epicardio). En casos graves, el bloqueo permitió la activación tangencial desde zonas menos isquémicas hacia las más afectadas. Un hallazgo relevante fue la desaparición de la onda S en la región subendocárdica y el aumento de la amplitud de la onda R en la subepicárdica, que se duplicaba a los 5 minutos de oclusión. Las áreas con máxima amplitud de la onda R coincidían con las de mayor bloqueo intramural, aunque eran de tamaño reducido, requiriendo una evaluación cuidadosa⁹.

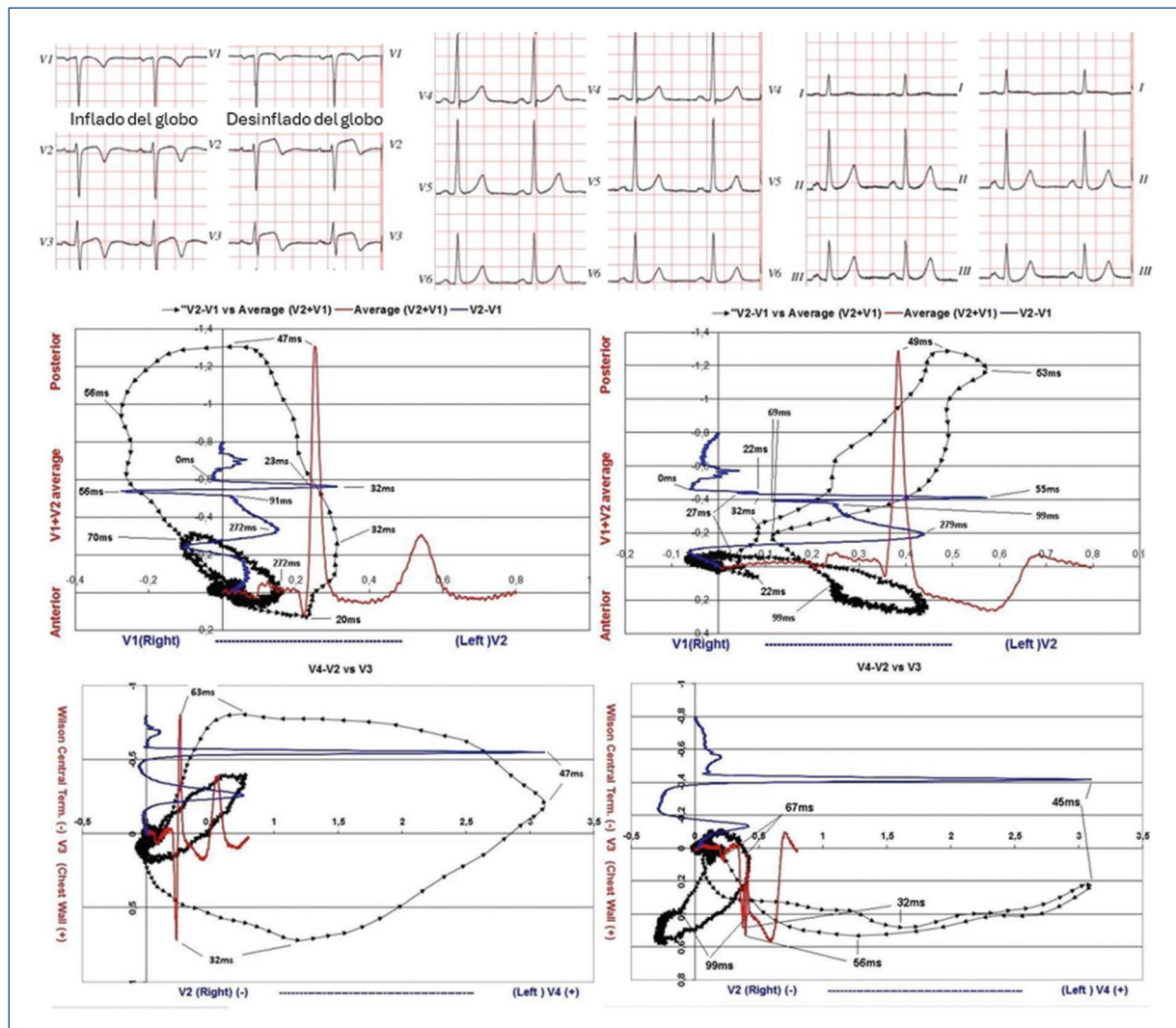


Figura 6. Mujer de 46 años, antes y después del inflado de un balón en la arteria descendente anterior proximal. Se muestran los registros basales del electrocardiograma estándar y los bucles transversos de la derivación bipolar precordial V2-V1 (en azul) frente a la derivación promedio ponderada V1+V2 (en rojo) y V4-V2 frente a la unipolar V3. Además, se representan los registros durante la isquemia inducida por el inflado del balón en la arteria descendente anterior proximal. Se observa un cambio especular del bucle a los 32 ms con rotación de antihoraria a horaria, lo que desplaza las fuerzas eléctricas hacia la izquierda y adelante. La reducción del voltaje en la onda S (de -0.7 mV a -0.4 mV) genera un desplazamiento del punto J hacia estas posiciones, con un inicio anómalo de la repolarización.

Los estudios en pacientes con oclusión temporal de la arteria coronaria descendente anterior han confirmado alteraciones en el QRS que explican el supra-desnivel del ST. Al inflar un balón en la porción proximal de la arteria, se registraron cambios en el bucle de despolarización: en el 93% de los casos, la rotación del bucle pasó de antihoraria a horaria, generando desplazamientos significativos del punto J hacia delante y a la izquierda (Figs. 6 y 7). En el 66% de los casos, los cambios ocurrieron entre 32 y 49 ms desde el inicio del QRS, alterando el resto

del bucle y provocando un inicio anormal de la repolarización^{6,8,10-12}.

Además, un reciente trabajo demuestra la inversión isquémica de las ondas del QRS (p. ej., una onda S convertida en un R'), explicando los cambios de los bucles vectorcardiográficos y poniendo en discusión si el bloqueo intramural se debe a un bloqueo real o a diferencias de potencial eléctrico que cambian la dirección del vector del QRS¹³. Esto se debería a que en la zona isquémica hay células que no logran repolarizarse en diástole o despolarizarse en sístole, teniendo

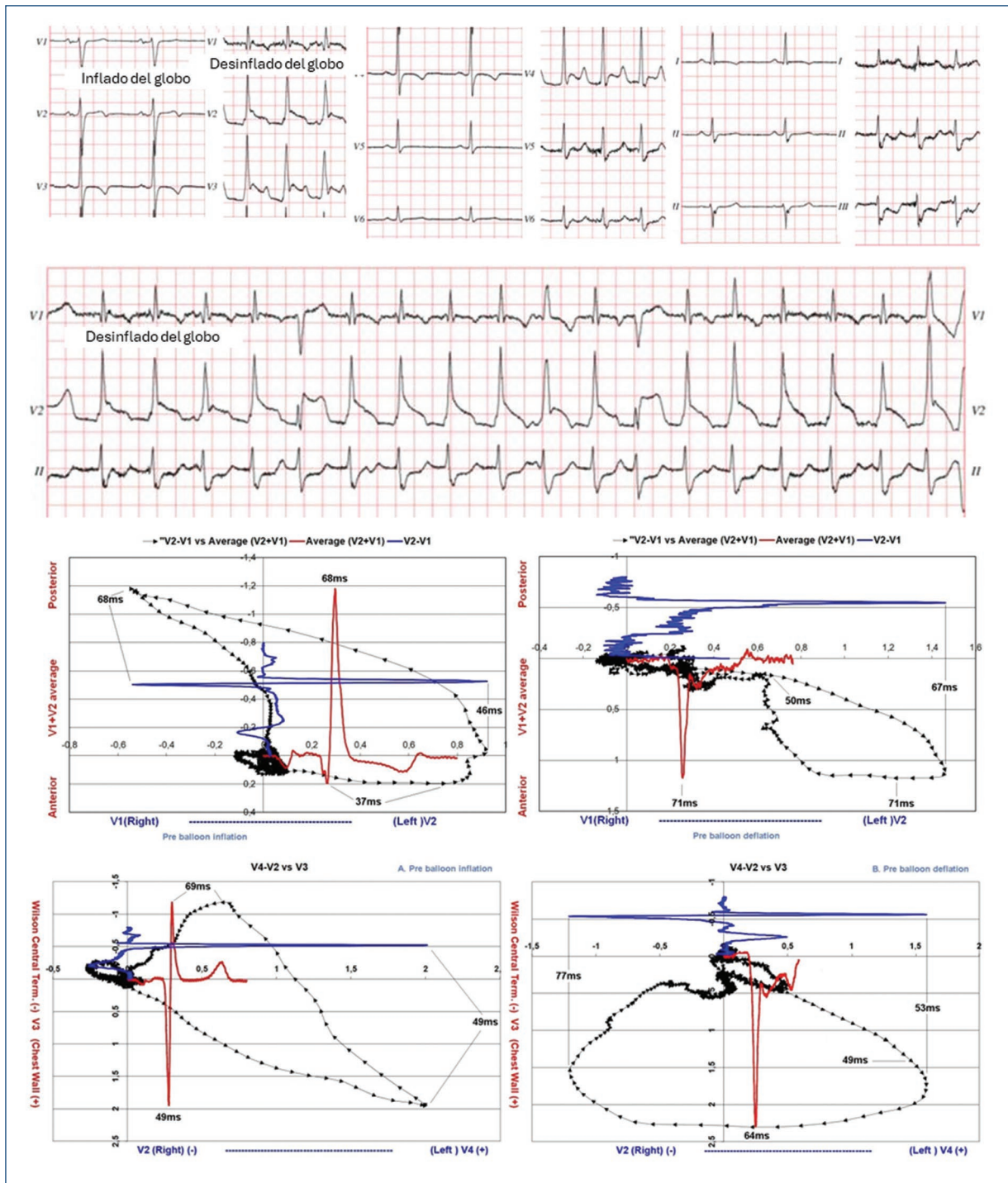


Figura 7. Varón de 51 años, antes y después del inflado de un balón en la arteria descendente anterior proximal. Se presentan los registros basales del electrocardiograma estándar y los bucles transversos de la derivación bipolar precordial V2-V1 (en azul) frente a la derivación promedio ponderada V1+V2 (en rojo) y V4-V2 frente a la unipolar V3. El bucle muestra un plegamiento hacia delante y a la izquierda, con un cambio en las fuerzas eléctricas finales que desplaza el punto J hacia estas posiciones. Es de notar que el pico de la onda R de la bipolar V2-V1 basal, que se daba a los 46 ms, se produce en la isquemia a los 67 ms (21 ms más tarde). Si bien esto podría sugerir un bloqueo de conducción intramiocárdico, la desaparición isquémica de la onda S de esta bipolar (que en el basal se daba a los 68 ms) puede indicar que solo se trata de una inversión del vector, sin que necesariamente se deba a un bloqueo de conducción intramiocárdico. Lo mismo ocurre con la onda S de la unipolar estándar V3. Estos cambios reflejan la influencia de las corrientes de lesión en el segmento ST y en la dinámica del bucle de despolarización.

un potencial de membrana menor. En otras palabras, mientras que en diástole el tejido normal extracelular recupera su condición positiva, la inhabilidad de repolarización de las células isquémicas genera un espacio extracelular relativamente negativo y produce un vector cuya cabeza positiva apunta al tejido sano. En sístole, el tejido normal negativiza su espacio extracelular, mientras que las células isquémicas no lo hacen y, por ende, son positivas respecto al tejido sano. Esto resulta en un vector eléctrico cuya cabeza (positiva) se dirige hacia la zona isquémica (Fig. 1).

Conclusión

Las corrientes de lesión, tanto sistólica como diastólica, representan un fenómeno clave en la interpretación del ECG en la isquemia miocárdica aguda. Son el resultado de los gradientes eléctricos generados por las diferencias en la despolarización y la repolarización entre regiones isquémicas y sanas. La corriente de lesión diastólica, con su vector dirigido hacia el tejido sano, y la corriente sistólica, que apunta hacia la zona lesionada, son las que producen las alteraciones características en el segmento ST y el complejo QRS observadas en la isquemia.

Estudios experimentales y clínicos han demostrado que estas corrientes están estrechamente vinculadas a cambios intrínsecos en la electrofisiología miocárdica, tales como el bloqueo intramural, la inversión del bucle de despolarización y la redistribución de las fuerzas eléctricas dentro del miocardio. Estas alteraciones subyacen al desvío del ST y otros cambios en el ECG que permiten diagnosticar y localizar la lesión de manera precisa. Debido a que tanto el supradesnivel como el infradesnivel isquémico del segmento ST representan el mismo fenómeno, diferenciándose solo por su dirección respecto al electrodo explorador, resultaría más correcto definir la corriente de lesión por su dirección, más que por su representación electrocardiográfica.

El análisis exhaustivo de los vectores eléctricos y su correlación con los hallazgos clínicos y experimentales reafirma la importancia del ECG como herramienta diagnóstica en la isquemia miocárdica aguda. Además, proporciona una base fisiopatológica sólida para interpretar los cambios en el ECG asociados a la lesión isquémica, y resalta la relevancia del tiempo en la detección y el tratamiento oportuno de estos eventos.

Contribuciones de los autores

Ambos autores contribuyeron a la investigación, la escritura y composición de las figuras en este trabajo.

Financiamiento

La presente investigación no ha recibido ninguna beca específica de agencias de los sectores públicos, comercial o con ánimo de lucro.

Conflicto de intereses

M.J. Mc Loughlin posee varias patentes en el campo de investigación sobre electrocardiografía.

Consideraciones éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad, consentimiento informado y aprobación ética. Los autores han obtenido la aprobación del Comité de Ética para el análisis de datos clínicos obtenidos de forma rutinaria y anonimizados, por lo que no fue necesario el consentimiento informado. Se han seguido las recomendaciones pertinentes.

Declaración sobre el uso de inteligencia artificial. Los autores declaran que no utilizaron algún tipo de inteligencia artificial generativa para la redacción de este manuscrito.

Referencias

1. Cabrera E, Gaxiola A. Teoría y práctica de la electrocardiografía. 2.^a ed. México: La Prensa Médica Mexicana; 1966.
2. Liu Y, Ping J, Qiu L, Sun C, Chen M. Comparative analysis of ischemic changes in electrocardiogram and coronary angiography results: a retrospective study. *Medicine (Baltimore)*. 2021;100:e26007.
3. Sodi Pallares D, Bisteni A, Ponce de León J, Medrano GA. Electrocardiografía poliparamétrica. México: Ediciones del Instituto Nacional de Cardiología de México; 1971.
4. Pardee HEB. An electrocardiographic sign of coronary artery obstruction. *Arch Intern Med*. 1920;26:244-57.
5. Nahum LH, Hamilton WF, Hoff HE. The injury current in the electrocardiogram. *Am J Physiol*. 1943;139:202-7.
6. Mc Loughlin MJ, Di Diego JM. Pathophysiology of myocardial currents of injury revisited. *J Electrocardiol*. 2022;74:54-8.
7. Eyster JAE, Meek WJ, Goldberg H, Gilson WE. Potential changes in an injured region of cardiac muscle. *Am J Physiol*. 1938;124:717-28.
8. Mc Loughlin MJ, Lew S. Nuevos métodos electrocardiográficos: un estudio basado en electrodos bipolares precordiales. *Prensa Med Argent*. 2020;106:287-300.
9. Conrad LL, Cuddy TE, Bayley RH. Activation of the ischemic ventricle and acute peri-infarction block in experimental coronary occlusion. *Circ Res*. 1959;7:555-64.
10. Mc Loughlin MJ. Precordial bipolar leads: a new method to study anterior acute myocardial infarction. *J Electrocardiol*. 2020;59:45-64.
11. Mc Loughlin MJ, Mc Loughlin DE. Abnormal myocardial activation as a cause of ST elevation: A study using precordial bipolar leads (PBL). *Curr Probl Cardiol*. 2023;48:101163.
12. Mc Loughlin MJ, Konopka I. Right-to-left T-wave discordance in acute myocardial infarction: a new electrocardiographic sign of apical and left lateral infarction. *J Electrocardiol*. 2020;63:134-8.
13. Mc Loughlin MJ. Genesis of ischemic ST segment changes: a study using precordial bipolar leads and regional vectorcardiograms. *J Electrocardiol*. 2024;87:153789.

Aplicación clínica de la secuencia de flujo 4D en resonancia magnética cardíaca. Ejemplos prácticos

Clinical application of the 4D flow sequence in cardiac magnetic resonance imaging. Practical examples

Andrea Salas-Mier¹, Laura V. Torres-Araujo^{1,2*}, Moisés Jiménez-Santos^{1,3}, Ana M. Rosas-Vázquez^{1,3}, Jorge A. Silva-Estrada^{1,4}, Edgar García-Cruz⁵ y Julieta Rancati⁶

¹Departamento de Imagen Cardiovascular, Grupo CT Scanner, Centro de Diagnóstico por Imagen, Lomas Altas, Ciudad de México, México;

²Hospitalización, Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez, Ciudad de México, México; ³Departamento de Imagenología, Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez, Ciudad de México, México; ⁴Cardiología Pediátrica, Instituto Nacional de Pediatría, Ciudad de México, México;

⁵Departamento de Cardiopatías Congénitas del Adulto, Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez, Ciudad de México, México; ⁶Cardiología Pediátrica, Hospital de Pediatría Pedro Elizalde, Buenos Aires, Argentina

Resumen

Parte de la complejidad del análisis mediante resonancia magnética cardíaca de los flujos de las cavidades cardíacas y los grandes vasos radica en su variabilidad en el tiempo y sus múltiples direcciones, por lo que el análisis mediante secuencias de contraste de fase en dos dimensiones requiere diversas planeaciones y numerosas adquisiciones, lo que potencialmente aumenta de manera significativa el tiempo del estudio. La secuencia de flujo 4D en resonancia magnética cardíaca es una técnica que permite una valoración integral y precisa de los flujos en una sola adquisición, característica particularmente útil en el estudio de cardiopatías congénitas. Presentamos tres casos de pacientes con cardiopatías congénitas simples y complejas en los que se ilustra la utilidad de esta técnica.

Palabras clave: Resonancia magnética cardíaca. Flujo 4D. Cardiopatía congénita.

Abstract

Part of the complexity of heart and large vessels flows analysis in cardiac magnetic resonance relies in its variability over time and multiple directions, so the analysis using two-dimensional phase contrast sequences requires time for planning and acquiring multiple sequences, which increases significantly the study time. The 4D flow sequence in cardiac magnetic resonance is a technique that allows a comprehensive and precise assessment of these flows in a single free breathing acquisition, characteristic that are particularly useful in the study of congenital heart disease. We present three cases of patients with simple and complex congenital heart diseases, where the usefulness of this technique is illustrated.

Keywords: Cardiac magnetic resonance imaging. 4D flow. Congenital heart disease.

*Correspondencia:

Laura V. Torres-Araujo

E-mail: torresaraujond@gmail.com

Fecha de recepción: 14-10-2024

Fecha de aceptación: 01-03-2025

DOI: 10.24875/ACM.24000189

Disponible en internet: 23-04-2025

Arch Cardiol Mex. 2025;95(3):233-240

www.archivoscardiologia.com

1405-9940 / © 2025 Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez. Publicado por Permanyer. Este es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

Las cardiopatías congénitas son anomalías estructurales del corazón que se producen durante el periodo de embriogénesis, que están presentes al momento del nacimiento y pueden cambiar la circulación sanguínea normal en el corazón, ya que afectan las cavidades y válvulas cardíacas, así como los vasos que emergen del corazón¹. Las manifestaciones clínicas dependen de varios factores, incluyendo la complejidad de la cardiopatía².

Mostramos tres ejemplos prácticos en pacientes con diagnóstico de cardiopatía congénita, analizados con resonancia magnética cardíaca (RMC) en secuencia de flujo 4D.

Revisión de la literatura

La RMC es una técnica de imagen no invasiva sumamente útil para el diagnóstico, la evaluación y el seguimiento de pacientes con patología cardíaca, actualmente considerada el estándar de referencia para la evaluación de la función de ambos ventrículos, así como para el análisis no invasivo de cortocircuitos por QP/QS^{3,4}, y con gran nivel de evidencia para el estudio estructural y hemodinámico de las cardiopatías congénitas, las miocardiopatías, la patología vascular (aorta) y las enfermedades del pericardio³.

En RMC, el contraste de fase en imágenes bidimensionales (2D) es la técnica más utilizada para la cuantificación de los flujos cardiovasculares⁵. En la actualidad, la técnica de flujo en cuarta dimensión, a diferencia de las técnicas convencionales bidimensionales, posibilita la valoración hemodinámica de los flujos arteriales y venosos en cualquiera de las tres dimensiones del espacio mediante reconstrucción multiplanar del volumen tridimensional adquirido⁶. Esto es de gran utilidad, pues aporta una gran ventaja en la medición y la visualización de los flujos añadido a la secuencia de flujo 4D, representada por el tiempo a lo largo del ciclo cardíaco, lo que permite una visualización extraordinaria de los flujos en color⁷. Incluso, al ser una técnica adquirida en respiración libre, permite una evaluación hemodinámica fisiológica que hace posible examinar al paciente en sus condiciones basales. Además, la planificación es más simple, ya que se adquiere un volumen tridimensional, disminuyendo el margen de error al momento de la adquisición de la imagen.

La RMC de contraste de fase en 2D se utiliza para medir el flujo pulmonar total en relación con el flujo

aórtico total y para medir el flujo anterógrado pulmonar en relación con la cantidad de sangre (ml) expulsada por latido por el ventrículo izquierdo hacia la aorta o por el ventrículo derecho hacia la arteria pulmonar. Proporciona mapas de velocidad con 2D en cortes de imágenes colocados individualmente. Por lo general, se utiliza la codificación de velocidad unidireccional («a través del plano») a lo largo de la dirección predominante del flujo sanguíneo para cuantificar el flujo sanguíneo en el corazón, lo que brinda la ventaja de permitir ver los flujos lentos o rápidos, efectos de saturación mínimos y dirección del flujo.

Para entender la física detrás de la secuencia de flujo 4D es necesario comprender cómo se generan los mapas de velocidad en una secuencia de flujos 2D convencional, ya que ambas utilizan el mismo principio. En el caso de la secuencia de flujo 4D se utiliza una referencia y luego tres adquisiciones consecutivas aplicando los gradientes bipolares en las tres direcciones (x, y, z) del espacio.

La técnica con secuencia de flujo 4D hace referencia a la adquisición retrospectiva de imágenes de resonancia magnética mediante la secuencia angiográfica con contraste de fase, en la cual se obtienen datos de la velocidad del flujo sanguíneo en tres direcciones, en un espacio tridimensional, durante el ciclo cardíaco. Su principal aplicación con las imágenes obtenidas es evaluar de manera cuantitativa la dinámica regional y global del flujo sanguíneo, y obtener parámetros hemodinámicos, como velocidades, flujos y volúmenes; además, permite analizar cualitativamente la evolución temporal de los complejos patrones de flujo sanguíneo. Estas características hacen que la técnica tenga muchas aplicaciones en la práctica clínica¹.

Aunque en la actualidad la técnica de contraste de fase 2D es considerada el método de referencia para el análisis del flujo sanguíneo, la secuencia de flujo 4D, incluso sin contraste, puede llegar a ser suficiente en el análisis de cardiopatías congénitas como las aquí descritas, en las que es indispensable el cálculo de variables de flujo a través de varios vasos, ya que agrega información sobre la circulación anormal del flujo vascular¹.

Las diferencias, las ventajas y las desventajas de la secuencia de contraste de fase 2D y la secuencia de flujo 4D se explican en la [tabla 1](#)⁸.

La secuencia de flujo 4D brinda información hemodinámica de manera detallada y completa como ninguna otra técnica en la actualidad.

En el ejemplo 1 se muestra el estudio de un paciente con comunicación interauricular *ostium secundum* que

Tabla 1. Diferencias, ventajas y desventajas de la secuencia con contraste de fase 2D y la secuencia de flujo 4D

Contraste de fase 2D	Flujo 4D
– Analiza el flujo laminar en una sola dirección en un solo punto concreto, dependiendo de donde se posicione el localizador – Es un método útil para elegir el VENC (<i>velocity encoding</i>, cm/s): el valor máximo de velocidad de flujo que se da en el entorno a estudiar, para eliminar el artefacto por <i>aliasing</i> – El tiempo de adquisición es mayor, ya que la secuencia dura unos 2 min por estructura vascular que se va a analizar en un solo punto de corte	– Analiza y mide el flujo turbulento en cualquier parte del volumen de adquisición de forma retrospectiva – Brinda un análisis cualitativo y cuantitativo de forma retrospectiva del flujo multidirección en un volumen de datos – El tiempo de adquisición es menor, ya que dura unos 8-10 min y aporta información de todas las estructuras vasculares adquiridas

es el más frecuente (70% de todas las comunicaciones interauriculares). Se presenta en la zona central del tabique auricular, lo que tiene como consecuencia de forma inicial un cortocircuito izquierda-derecha, también conocido como «derivación», a través de la comunicación interauricular, lo que condiciona una sobrecarga de volumen en las cavidades cardíacas derechas e hiperflujo pulmonar, pudiendo cursar con hipertensión pulmonar, arritmias auriculares e insuficiencia cardíaca^{9,10}. En este caso, en las secuencias de flujo 4D fue posible ubicarnos directamente sobre el defecto interauricular de forma perpendicular sobre el flujo de comunicación interauricular, permitiendo analizar su localización y morfología a nivel del septo interauricular, llevar a cabo las mediciones necesarias (diámetros y área) en la fase del ciclo cardíaco y, ciertamente, la medición directa del flujo (Fig. 1). Así mismo, mediante *software* de análisis avanzado fue ejecutable la activación de vectores y uso de *streamlines* y *pathlines* que nos permitieron identificar claramente de forma visual la dirección del flujo, tan importante en este tipo de patología cardíaca. Al mismo tiempo, la secuencia de flujo 4D nos permitió la cuantificación del Qp:Qs, el flujo sistémico (Qs) y el flujo pulmonar (Qp) en cualquier nivel deseado; de esta forma es posible una excelente valoración interna de las diversas mediciones que llevan a una mayor congruencia del análisis y los posteriores resultados (Fig. 2).

En el ejemplo 2, la cirugía de conexión cavopulmonar total o cirugía de Fontan es una técnica quirúrgica empleada como tratamiento en pacientes con cardiopatías congénitas con fisiología univentricular, entre ellas la atresia tricuspídea y la hipoplasia de cavidades izquierdas¹¹. Esta técnica consiste en la derivación del flujo venoso sistémico a los pulmones sin pasar por las cavidades cardíacas derechas, mediante la conexión de la vena cava superior y la vena cava inferior con la arteria pulmonar¹². Las complicaciones derivadas de esta cirugía se producen principalmente por la reducción del gasto cardíaco y el incremento de la presión venosa central. Dentro de ellas destacan la estenosis o trombosis del conducto Fontan, el TEP, entre otras¹³. Es fundamental poder analizar correctamente el circuito de Fontan y las complicaciones derivadas, como la presencia de flujo colateral. Algunos estudios indican que la presencia de flujo colateral puede influir significativamente en el estado clínico de los pacientes con fisiología de ventrículo único, ya que el flujo colateral pulmonar sistémico genera una carga de volumen en la vena pulmonar periférica, lo que puede provocar dilatación y disfunción ventricular, regurgitación de la válvula auriculoventricular y síntomas de insuficiencia cardíaca¹⁴. El flujo colateral pulmonar sistémico se calcula del siguiente modo: (flujo de las venas pulmonares izquierdas + flujo de las venas pulmonares derechas) – (flujo de la arteria pulmonar derecha + flujo de la arteria pulmonar izquierda); todos ellos evaluados mediante una secuencia activada por gatillo electrocardiográfico con mapeo de velocidad de eco de gradiente¹⁵.

En este caso se realizó una reconstrucción en secuencia de flujo 4D coronal fusionada de la conexión cavopulmonar total y en secuencia de flujo 4D en respiración libre (Fig. 3), cubriendo el área de interés entre el túnel de Fontan (por encima de la entrada de las venas hepáticas), la vena cava superior (por debajo de la vena braquiocéfálica) y las arterias pulmonares derecha e izquierda hasta los niveles de las ramas segmentarias, permitiéndonos evaluar la permeabilidad del tubo de Fontan y calcular el Qp/Qs (Fig. 4), donde se determinó la permeabilidad del mismo y la ausencia de circulación colateral aortopulmonar.

El ejemplo 3 es un paciente con tetralogía de Fallot corregida durante la infancia, portador de una válvula protésica pulmonar. Los avances en las técnicas quirúrgicas y los cuidados perioperatorios han dado como resultado una tasa de supervivencia de más del 90% hasta 20 años después de la reparación quirúrgica en pacientes con tetralogía de Fallot¹⁶. En estos

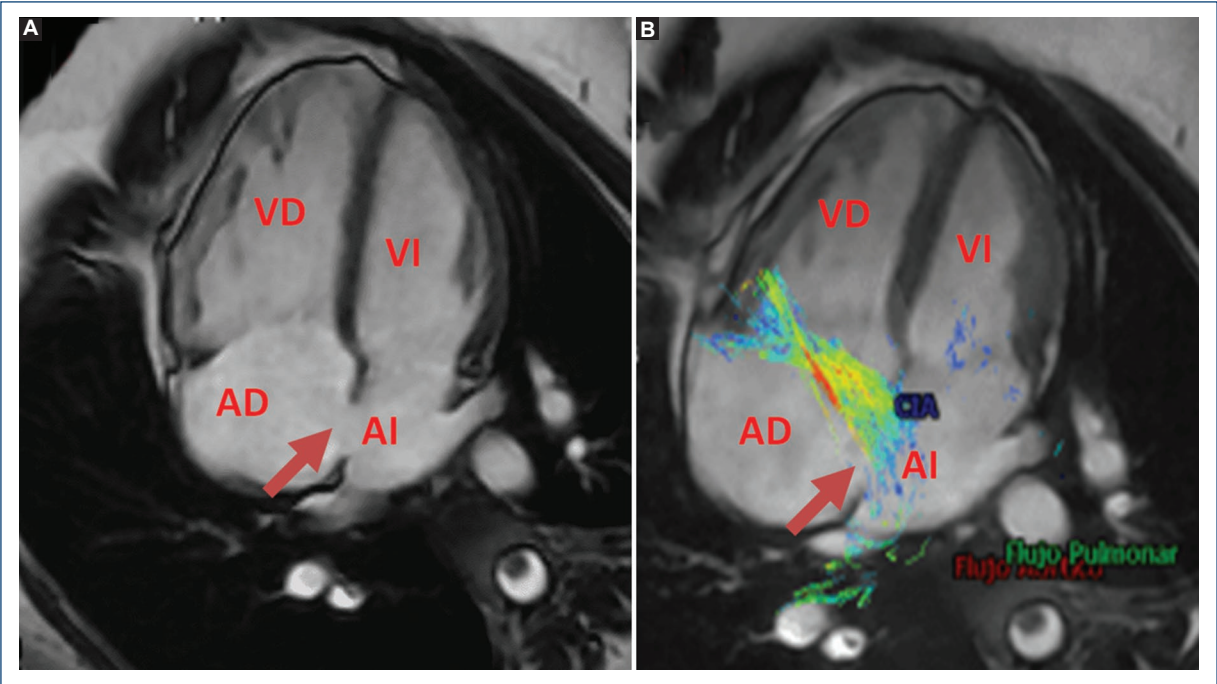


Figura 1. Ejemplo 3: paciente de 16 años con diagnóstico de Tetralogía de Fallot, portador de prótesis valvular pulmonar. Enviado para la valoración de la válvula protésica y búsqueda de cortos circuitos residuales. **A:** secuencias de contraste de fase 2D a nivel de la válvula aórtica / unión sino tubular (ROI rojo). **B:** secuencias de contraste de fase 2D, adquisición proximal a la válvula protésica pulmonar (ROI azul). **C:** tabla de cuantificación de Qp/Qs, que muestra la curva de flujo aórtico y pulmonar obtenida en la estación de trabajo.

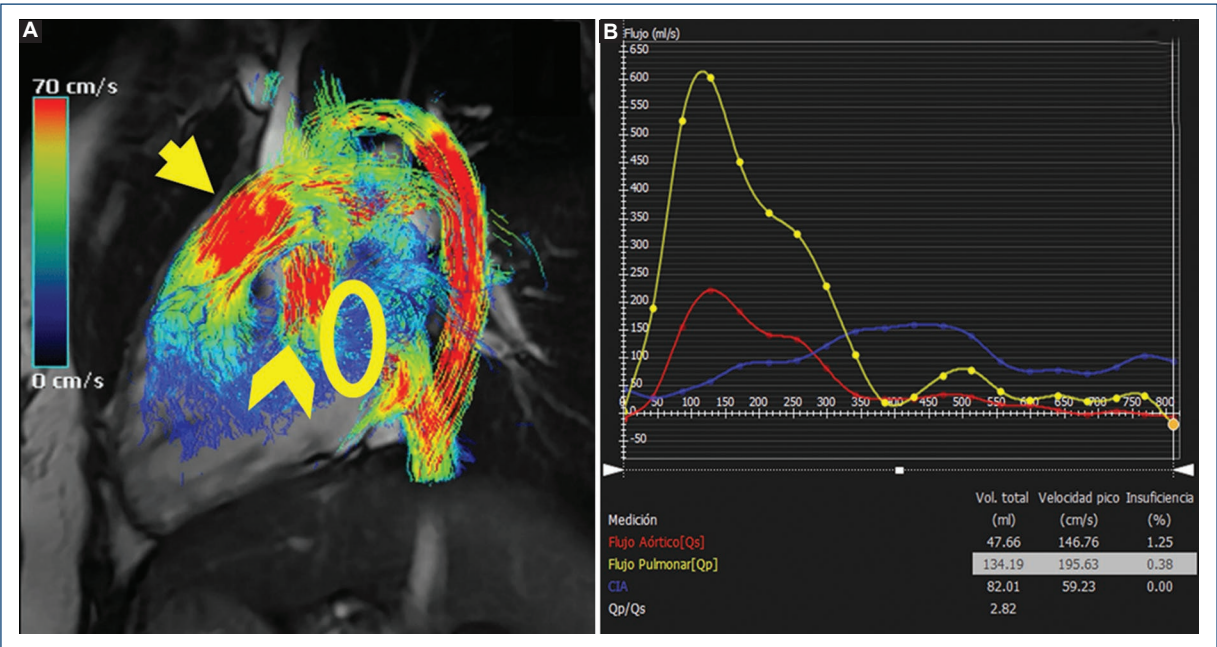


Figura 2. **A:** resonancia magnética cardiaca en secuencia de flujo 4D identificando el flujo aórtico (punta de flecha), el flujo pulmonar (flecha) y la comunicación interauricular (círculo). **B:** tabla de cuantificación de flujo de Qp/Qs, a nivel aórtico, pulmonar y en la comunicación interauricular.

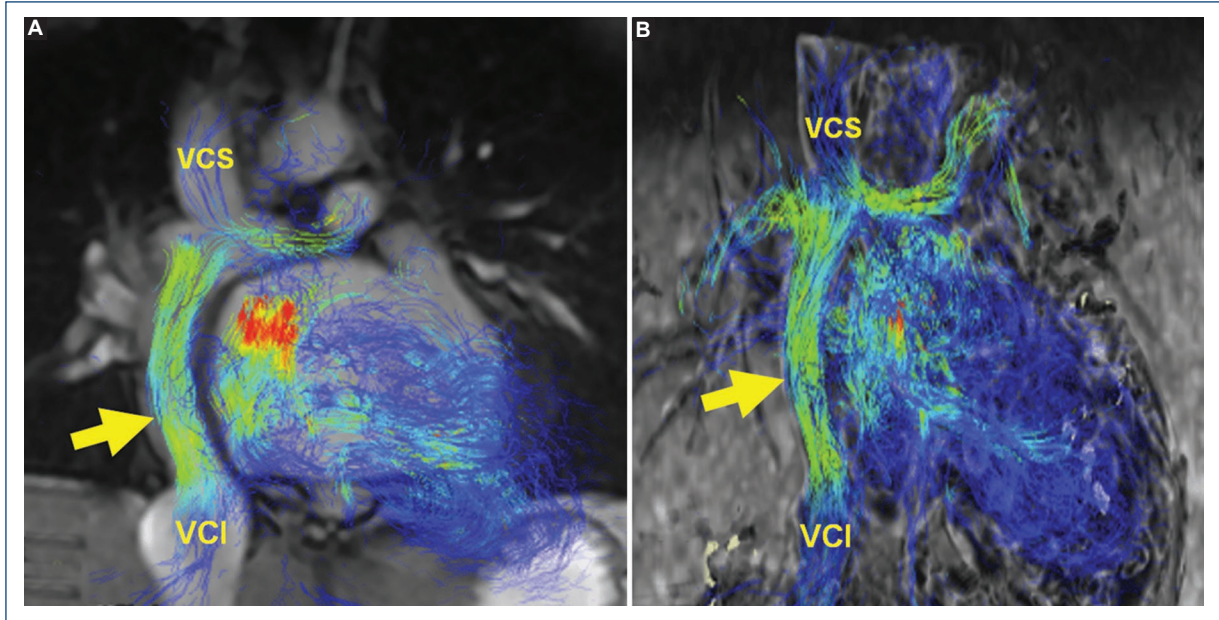


Figura 3. Ejemplo 2: paciente de 14 años con diagnóstico de atresia tricuspídea con cirugía de Fontan, enviado a resonancia magnética cardíaca (RMC) para análisis de la permeabilidad del mismo y valoración de colaterales. **A:** RMC en secuencia de flujo 4D con análisis de líneas de corriente y cine del conducto. **B:** RMC en secuencia de flujo 4D con análisis de líneas de corriente aisladas. La flecha señala un tubo extracardiaco. VCI: vena cava inferior; VCS: vena cava superior.

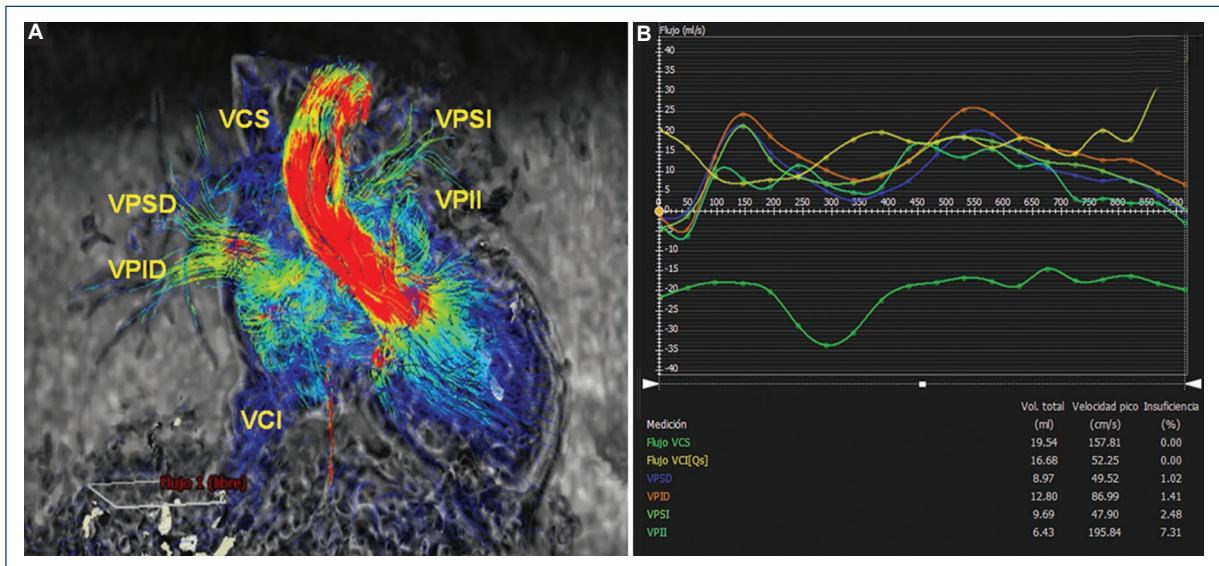


Figura 4. **A:** resonancia magnética cardíaca en secuencia de flujo 4D con líneas de corriente. **B:** tabla de cuantificación Q_p/Q_s para valorar la presencia de colaterales. VCI: vena cava inferior; VCS: vena cava superior; VPID: vena pulmonar inferior derecha; VPII: vena pulmonar inferior izquierda; VPSD: vena pulmonar superior derecha; VPSI: vena pulmonar superior izquierda.

pacientes se vigilan la insuficiencia pulmonar y la función del ventrículo derecho, así como la estenosis de ramas pulmonares, ya que es una complicación en estos casos. Aunque la RMC convencional (2D) es el

método de referencia clínica para medir la insuficiencia pulmonar, la RMC en secuencia de flujo 4D proporciona un análisis más completo¹⁷. Se realizó un corte axial a nivel de la aorta y pulmonar (Fig. 5) con su

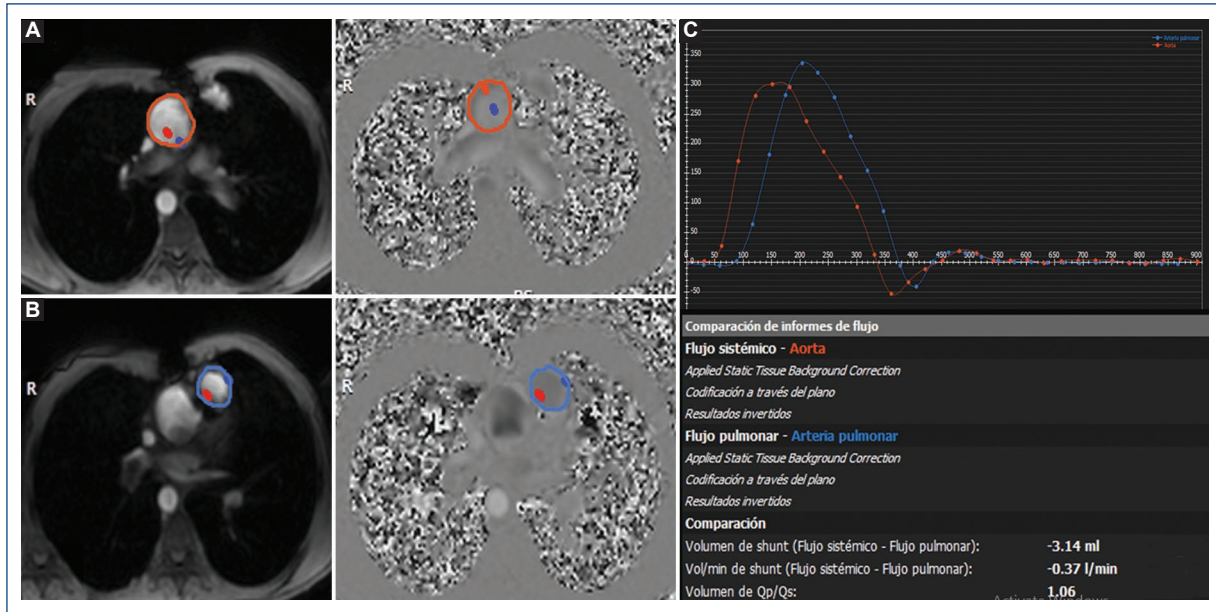


Figura 5. Ejemplo 3: paciente de 18 años con diagnóstico de tetralogía de Fallot corregida, portador de prótesis de válvula pulmonar, enviado para la valoración de la válvula protésica y cortocircuitos residuales. **A:** secuencias de contraste de fase 2D programadas sobre la aorta (ROI roja). **B:** secuencias de contraste de fase 2D programadas sobre la arteria pulmonar (ROI azul). **C:** tabla de cuantificación de Qp/Qs, que muestra la curva de flujo aórtico y pulmonar obtenida en la estación de trabajo con secuencia de contraste de fase (Q-Flow).

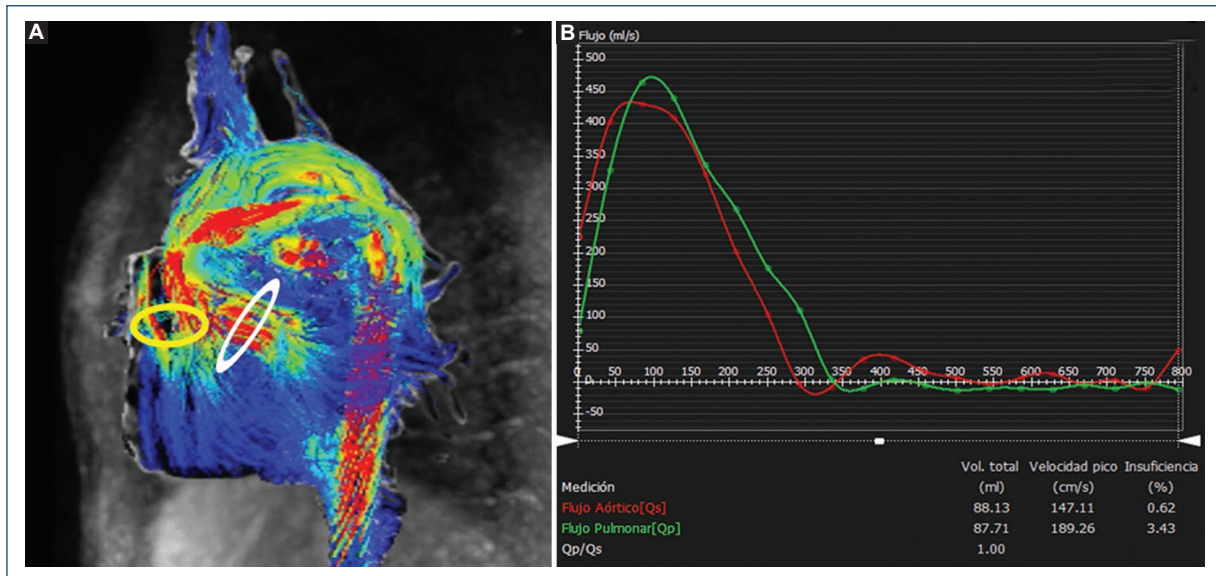


Figura 6. **A:** resonancia magnética cardíaca en secuencia de flujo 4D que muestra el flujo pulmonar (círculo amarillo) y el flujo aórtico (círculo blanco). **B:** tabla de cuantificación Qp/Qs basada en 4D.

respectiva secuencia de contraste de fase para obtener las curvas de flujo y calcular el Qp/Qs, donde se evidencia la ausencia de cortocircuito; así mismo, se realizó RMC en secuencia de flujo 4D brindándonos toda

la información a partir de una adquisición (Fig. 6), con medición del flujo pulmonar de forma independiente en cada rama pulmonar, evidenciando el flujo diferencial normal a ambos pulmones. Así mismo, se corrobora

este dato con el análisis mediante *pathlines* y *streamlines* que evidencian la ausencia de estenosis.

Conclusión

Como podemos analizar en estos ejemplos, la secuencia de flujo 4D no es simplemente una técnica novedosa que permite la evaluación de los flujos en las tres dimensiones del espacio más una cuarta representada por el tiempo en el ciclo cardiaco; es una secuencia que hace posible un exhaustivo análisis cuantitativo y además tiene la gran ventaja de la valoración cualitativa visual con un gran campo de análisis a través de un único volumen completo del corazón y los grandes vasos. Esto es difícil de observar con otros métodos de imagen por la limitación del campo visual en la ecografía, y ayudaría de forma complementaria, ya que en una secuencia de 8-10 minutos aproximadamente brinda información de todos los patrones de flujo y ayuda a determinar la hemodinamia cardiovascular, que sería un complemento no invasivo, a diferencia del cateterismo cardiaco.

En la aplicación clínica en las diferentes cardiopatías congénitas, tener una evaluación por imágenes aporta información clave a los médicos para el abordaje diagnóstico y la planificación quirúrgica.

Gracias a los avances tecnológicos en cirugía cardiovascular y cardiología pediátrica, los pacientes con cardiopatías congénitas complejas viven hasta la edad adulta. Sin embargo, algunos desarrollan complicaciones graves y la evaluación por estudios de imagen es fundamental para su seguimiento y atención.

La técnica de RMC en secuencia de flujo 4D permite una evaluación integral no invasiva de la hemodinámica cardiovascular en el corazón y los grandes vasos, brinda una evaluación sistémica del flujo sanguíneo en varios vasos a partir de una sola adquisición y permite el análisis retrospectivo de cualquier región de interés dentro del campo de visión de imagen adquirido; característica única en la imagen por RMC.

Esta técnica de RMC en secuencia de flujo 4D se está desarrollando e investigando en la actualidad, prometiéndole avances relevantes para la comprensión de la hemodinamia cardiovascular, ya que representa un gran avance para el entendimiento de la dinámica de los flujos cardiovasculares en pacientes con cardiopatías congénitas, lo que podría ser un gran desarrollo para implementar como abordaje terapéutico en la práctica clínica.

Financiamiento

La presente investigación no ha recibido ninguna beca específica de agencias de los sectores públicos, comercial o con ánimo de lucro.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Consideraciones éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad, consentimiento informado y aprobación ética. Los autores han seguido los protocolos de confidencialidad de su institución, han obtenido el consentimiento informado de los pacientes, y cuentan con la aprobación del Comité de Ética. Se han seguido las recomendaciones de las guías SAGER, según la naturaleza del estudio.

Declaración sobre el uso de inteligencia artificial. Los autores declaran que no utilizaron algún tipo de inteligencia artificial generativa para la redacción de este manuscrito.

Referencias

1. Baumgartner H, De Backer J, Babu-Narayan S V, Budts W, Chessa M, Diller GP, et al. 2020 ESC Guidelines for the management of adult congenital heart disease: the Task Force for the management of adult congenital heart disease of the European Society of Cardiology (ESC). Endorsed by: Association for European Paediatric and Congenital Cardiology (AEPC), International Society for Adult Congenital Heart Disease (ISACHD). *Eur Heart J*. 2021;42:563-645.
2. Sun RR, Liu M, Lu L, Zheng Y, Zhang P. Congenital heart disease: causes, diagnosis, symptoms, and treatments. *Cell Biochem Biophys*. 2015;72:857-60.
3. Bissell MM, Raimondi F, Ait Ali L, Allen BD, Barker AJ, Bolger A, et al. 4D Flow cardiovascular magnetic resonance consensus statement: 2023 update. *J Cardiovasc Magn Reson*. 2023;25:40.
4. Hernández C, Zudaire B, Castaño S, Azcárate P, Villanueva A, Bastarrika G. Basic principles of cardiovascular magnetic resonance (CMR): sequences, acquisition planes and study protocol. *An Sist Sanit Navar*. 2007;30:405-18.
5. Underwood SR, Firmin DN, Klipstein RH, Rees RS, Longmore DB. Magnetic resonance velocity mapping: clinical application of a new technique. *Br Heart J*. 1987;57:404.
6. Urmeneta Ulloa J, Rivas Oyarzabal J, Cabrera JA, Álvarez Vázquez A, Forteza Gil A, Martínez de Vega V. Cardiac magnetic resonance with 4D-flow in pre- and postcorrection assessment of partial anomalous pulmonary venous drainage. *Rev Esp Cardiol*. 2021;74:1112-4.
7. Rizk J. 4D flow MRI applications in congenital heart disease. *Eur Radiol*. 2021;31:1160-74.
8. Listo E, Martini N, Salvadori S, Valenti E, Stagnaro N, Trocchio G, et al. Comparison of 2D and 4D flow MRI measurements for hemodynamic evaluation of the Fontan palliation. *Congenit Heart Dis*. 2024;18:627-38.
9. Urmeneta Ulloa J, Álvarez Vázquez A, Martínez de Vega V, Cabrera JA. Evaluation of cardiac shunts with 4D flow cardiac magnetic resonance: intra- and interobserver variability. *J Magn Reson Imaging*. 2020;52:1055-63.

10. Moersdorf R, Treutlein M, Kroeger JR, Ruijsink B, Wong J, Maintz D, et al. Precision, reproducibility and applicability of an undersampled multi-ventricle 4D flow MRI sequence for the assessment of cardiac hemodynamics. *Magn Reson Imaging*. 2019;61:73-82.
11. She HL, Roest AAW, Calkoen EE, van den Boogaard PJ, van der Geest RJ, Hazekamp MG, et al. Comparative evaluation of flow quantification across the atrioventricular valve in patients with functional univentricular heart after Fontan's surgery and healthy controls: measurement by 4D flow magnetic resonance imaging and streamline visualization. *Congenit Heart Dis*. 2017;12:40-8.
12. Frydrychowicz A, Arnold R, Harloff A, Schlensak C, Hennig J, Langer M, et al. In vivo 3-dimensional flow connectivity mapping after extracardiac total cavopulmonary connection. *Circulation*. 2008;118:e16-7.
13. Rijnberg FM, Westenberg JJM, van Assen HC, Juffermans JF, Kroft LJM, van den Boogaard PJ, et al. 4D flow cardiovascular magnetic resonance derived energetics in the Fontan circulation correlate with exercise capacity and CMR-derived liver fibrosis/congestion. *J Cardiovasc Magn Reson*. 2022;24:21.
14. Geva T. Quantification of systemic-to-pulmonary artery collateral flow: challenges and opportunities. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2012;5:175-7.
15. Ait Ali L, Cadoni A, Rossi G, Keilberg P, Passino C, Festa P. Effective cardiac index and systemic-pulmonary collaterals evaluated by cardiac magnetic resonance late after Fontan palliation. *Am J Cardiol*. 2017;119:2069-72.
16. Warmerdam EG, Neijzen RL, Voskuil M, Leiner T, Grotenhuis HB. Four-dimensional flow CMR in tetralogy of Fallot: current perspectives. *Br J Radiol*. 2022;95:20210298.
17. Isorni MA, Martins D, Ben Moussa N, Monnot S, Boddaert N, Bonnet D, et al. 4D flow MRI versus conventional 2D for measuring pulmonary flow after tetralogy of Fallot repair. *Int J Cardiol*. 2020;300:132-6.

Ductal spasm versus angiographic variations during patent ductus arteriosus transcatheter closure: case report. Nightmare in ductus arteriosus closure

Espasmo ductal versus variaciones angiográficas durante el cierre transcatéter de conducto arterioso persistente: reporte de caso. Pesadilla en el cierre del ducto arterioso

Roberto Mijangos-Vázquez^{1*} and Andrea Castillo-González²

¹Department of Pediatric Interventional Cardiology, Hospital de Especialidades Pediátricas, Universidad Autónoma de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez, Chis.; ²Department of Pediatric Interventional Cardiology, Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez, Mexico City, Mexico

Case presentation

In full-term children, the reported incidence of patent ductus arteriosus (PDA) is approximately 1 per 2000 live births, accounting for 5-10% of all congenital heart diseases¹. Percutaneous closure of the PDA was first describe in 1967². To date, advances in the fabrication of different devices and delivery systems have transformed this procedure.

Krichenko et al.³ described a useful angiographical classification for guidance of transcatheter PDA closure. An interesting feature in young children is the reactivity of the duct to mechanical manipulations, which occur up to age 16 months. Ductal spasm may also occur during the process of closing a ductus and may result in inaccuracy in ductal measurement. This error may lead to undersized device occlusion, with subsequent device embolization.

Most ductal occlusions are completed without significant complications, but ductal spasm before or during the procedure remains a significant problem when encountered. This phenomenon was highlighted by

Bativala et al.⁴ in a series of 331 occlusions and De Decker et al.⁵ in a series of 267 ductal occlusions.

We report the case of a 1 year old male with history of symptoms of volume overload, left-sided heart failure, failure to thrive and recurrent chest infection. He had echocardiographic diagnostic of a big PDA with normal pulmonary artery pressure and normal left ventricular function.

The patient was presented in cardiac medical conference and we decided to perform PDA transcatheter closure. Previous to catheterization, the patient received prophylactic antibiotic therapy. The procedure was performed under fluoroscopic guidance and general anesthesia. Vascular access was completion with 4 Fr in the femoral artery and 5 Fr in the femoral vein. The size and shape of PDA was assessed on aortic angiography in lateral and right oblique projections. Initially, by angiography, the PDA morphology was classified as type A (Fig. 1A) in accordance with the classification established by Krichenko et al.³.

Our first choice was a device 1–2 mm larger than narrowest diameter of the pulmonary end of the PDA so we chose an Amplatzer™ Duct Occluder I (ADO I,

*Correspondence:

Roberto Mijangos-Vázquez
E-mail: dr.rmijangos@gmail.com

Date of reception: 21-05-2024

Date of acceptance: 17-12-2024

DOI: 10.24875/ACM.24000104

Available online: 19-02-2025

Arch Cardiol Mex. 2025;95(3):241-244

www.archivoscardiologia.com

1405-9940 / © 2024 Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez. Published by Permanyer. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

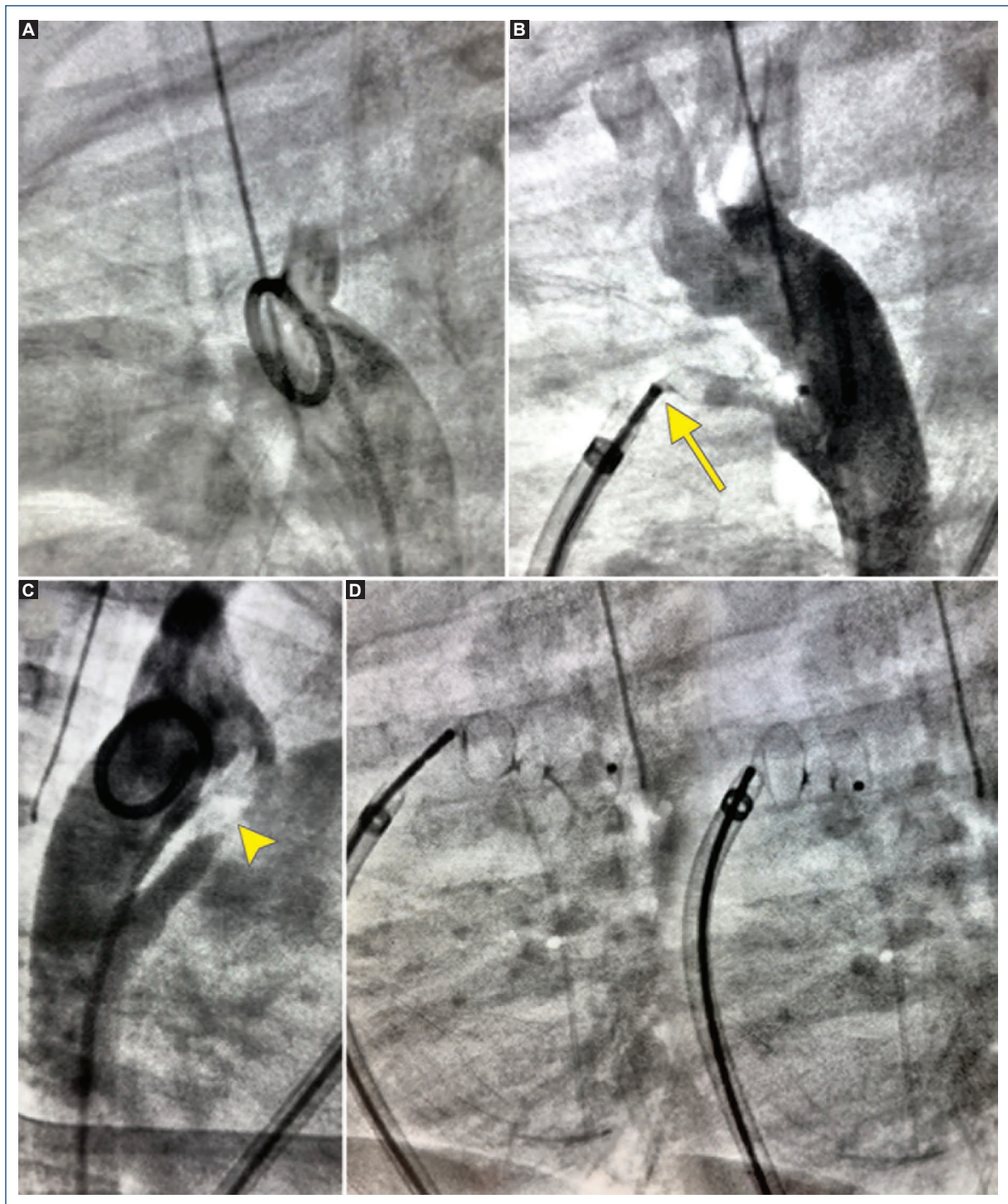


Figure 1. **A:** aortography in lateral view observing a type A ductus arteriosus (Krichenko [5] classification). **B:** aortography in lateral view. The device is completely delivered with a very important waist throughout the entire device (arrow). **C:** aortography in right anterior oblique. Type E ductus arteriosus with an important pulmonary end stenosis (arrowhead). **D:** amplatzer TM duct occluder II (ADO II) slipped out into the pulmonary trunk.

Abbott Cardiovascular) 8/6mm, this was implanted via a venous approach. However, once the device was in place, we noticed that the device took a completely

different shape than was expected for the initial morphology of the ductus, the device had a very narrow waist (Fig. 1B), so the device was recaptured.

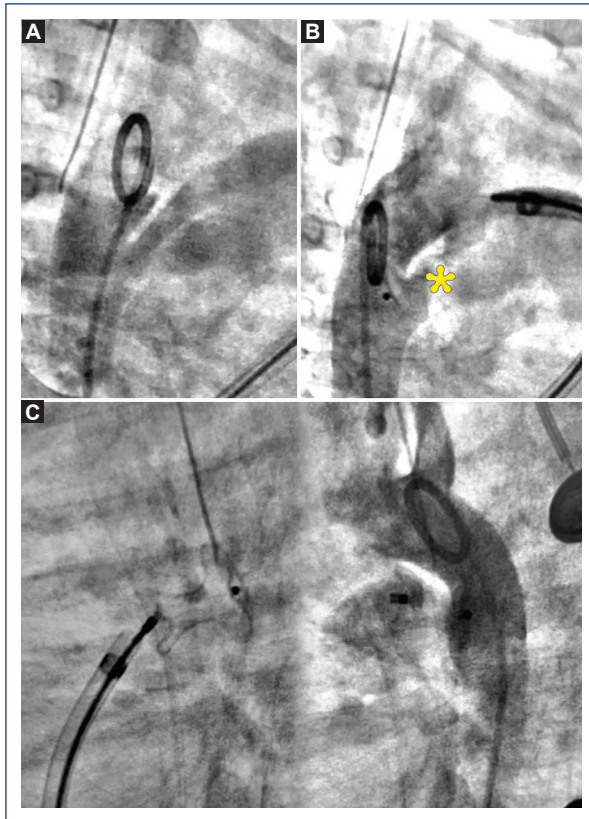


Figure 2. **A:** aortography in right anterior oblique. Type C ductus arteriosus. **B:** amplatzer™ device without covering the entire length of the ductus (asterisk). **C:** device released with good conformation and adequate position.

After that first device delivery, we performed a second angiography in right anterior oblique view and in that moment the ductus adopted a different morphology, it was classified as type E with a very important narrowness in the pulmonary end (Fig. 1C). In that moment, we concluded that a ductal spasm had occurred, so we changed the plan and selected a double-disc device to use, an Amplatzer™ Duct Occluder II (ADO II, Abbott Cardiovascular) 6/6mm. With venous approach, we initiated to deliver the proximal disc of the device; however, the device slipped out easily into the pulmonary trunk (Fig. 1D). This was actually something unexpected since the previous angiography confirmed a very important narrowing at the pulmonary end, so we were sure that the device would be completely anchored in this area of the duct.

After retrieving the second device, we performed a third angiography in right anterior oblique view and in that moment the ductus arteriosus adopted a different

morphology, a very large ductus with no narrowing, it was classified as type C or possibly a fetal type duct (Fig. 2A). At that moment, we thought that the ductal spasm has recovered so we decided to try to use the latest device again, the ADO II; however, the length of the device did not cover the entire length of the PDA (Fig. 2B).

Finally, we chose a first-generation Amplatzer™ device (ADO I) but of a larger size (10/8mm). When the device was fully released we noticed that its final conformation was quite good, with the presence of an adequate waist. We performed a final angiography in lateral view and we observed adequate position of the device without residual shunts, so we decided to release it (Fig. 2C).

The patient showed improvement after the intervention and was discharged one day after the procedure. One month after the intervention, the patient showed improvement in his functional class with excellent clinical outcome. The Amplatzer™ device is seen in excellent shape with no residual shunts on echocardiogram.

In a study published in India, the authors aimed to report the safety and efficacy of the ADO II device in children younger than 3 years with a tubular or elongated PDA⁶. In our patient, after the second angiography was performed, the PDA was elongated and with a stenosis at the pulmonary end, so we decided to use an ADO II device. However, the result was not as favorable as we thought because the device was easily slipped out to the pulmonary trunk.

Recent reports have evaluated the Amplatzer™ Vascular Plug II (AVP II, Abbott Cardiovascular) in different anatomical variants, with encouraging results⁷. In the case that we present, we didn't use this type of device because the length of the ductus was larger than the length of the device.

Catheter closure of the PDA is among the safest interventional cardiac procedure, but rarely, the patent ductus has been found to close intermittently, because of the PDA spasm during the transcatheter closure. Discussion exist about the relative influences of various factors to the onset and maintenance of ductal spasm. In our case, after the different variations that we observed during the angiographies, we are really not sure about the behavior of the PDA. We hypothetically believe that maybe direct physical stimulation of the ductus by passing the exchange guidewire, the delivery system or after the use of the first ADO I device caused the ductal spasm. Nevertheless, even without manipulation, there have been reports of spontaneous spasm of the PDA that led to improper selection of device.

Beyond that, according to the literature, there are a number of factors contributing to the ductal spasm⁸.

However, the spasm is not a common complication during transcatheter PDA closure. Even big studies have been informed about their complications and the duct spasms is not one the commonest. Galeczka et al.⁹ published a study of 1036 patients and reported 73 periprocedural complications (7%). A higher complication rate was reported by El-Said et al.¹⁰ reaching up to 9%. None of these great publications reported spasm or other morphology variations as a complication during their procedures. In contrast, what happened in our case is something extremely interesting and represented a great problem in choosing the device that should be used and without a doubt, most importantly, it could have represented a very high risk and a serious complication for the patient.

Spasm of the patent ductus arteriosus can occur during transcatheter closure and may be an unrecognized cause of procedural failure. Besides, the variations in morphology that may occur during percutaneous closure of the ductus arteriosus must be considered a very true complication.

The awareness that these variations exist is important before attempting catheter occlusion and may improve results with more widespread clinical application.

Funding

This research has not received any specific grant from agencies in the public, commercial, or for-profit sectors.

Conflicts of interest

The authors declare no conflicts of interest.

Ethical considerations

Protection of humans and animals. The authors declare that no experiments involving humans or animals were conducted for this research.

Confidentiality, informed consent, and ethical approval. The study does not involve patient personal data nor requires ethical approval. The SAGER guidelines do not apply.

Declaration on the use of artificial intelligence. The authors declare that no generative artificial intelligence was used in the writing of this manuscript.

References

1. Mitchell SC, Korones SB, Berendes HW. Congenital heart disease in 56,109 births. Incidence and natural history. *Circulation* 1971;43:323-32.
2. Porstmann W, Wierny L, Warnke H. Closure of the persistent ductus arteriosus without thoracotomy. *Ger Med Mm* 1967;12:259-261.
3. Krichenko A, Benson LN, Burrows P, Mões CA, McLaughlin P, Freedom RM, et al. Angiographic classification of the isolated, persistently patent ductus arteriosus and implications for percutaneous catheter occlusion. *Am J Cardiol* 1989;63(12):877-80.
4. Batlivala SP, Glatz AC, Gillespie MJ, Dori Y, Rome JJ. Ductal spasm during performance of transcatheter ductal occlusion. *Catheter Cardiovasc Interv* 2013, <http://dx.doi.org/10.1002/ccd.25120> [Epub ahead of print].
5. De Decker R, Comititis G, Thomas J, Van Der Merwe E, Lawrenson J. A novel approach to ductal spasm during percutaneous device occlusion of patent ductus arteriosus. *Cardiology in the Young* (2016);26:1352-1358.
6. Kumar SM, Subramanian V, Bijulal S, Krishnamoorthy KM, Sivasankaran S, Tharakan JA. Percutaneous closure of a moderate to large tubular or elongated patent ductus arteriosus in children younger than 3 years: Is the ADO II appropriate?. *Pediatr Cardiol* 2013;34(7):1661-7.
7. Liddy S, Oslizlok P, Walsh KP. Comparison of the results of transcatheter closure of patent ductus arteriosus with newer amplatzer devices. *Catheter Cardiovasc Interv* 2013;82:253-9.
8. MacDonald ST, Bhindi R, Ormerod O, Wilson N. Ductus arteriosus spasm. *JACC Cardiovasc Interv* 2009;2(1):73.
9. Galeczka M, Szkutnik M, Białkowski J, Litwin L, Smerdzinski S, Knop M, et al. Transcatheter patent ductus arteriosus closure: what have we learned after over 25 years? A single-center experience with 1036 patients. *Kardiologia Polska* 2021;79(3):287-293.
10. El-Said HG, Bratincsak A, Foerster SR, Murphy JJ, Vincent J, Holzer R et al. Safety of percutaneous patent ductus arteriosus closure: an unselected multicenter population experience. *J Am Heart Assoc* 2013;2(6):e000424.

Hepatocellular carcinoma with inferior vena cava tumor thrombus extending into cardiac chambers: case report

Carcinoma hepatocelular con extensión cardíaca de trombo tumoral de vena cava inferior: reporte de caso

Rafael Pedraza-Jiménez¹, Roberto Anjed Velazco-Llinas¹, Valeria Sandoval-Martínez²,
and José M. Alanís-Naranjo^{3*} 

¹Department of Cardiology, Hospital Universitario Dr. José Eleuterio González, Monterrey, N.L.; ²Department of Cardiovascular Imaging, Hospital General Dr. Miguel Silva, Morelia, Mich.; ³Department of Cardiology, Hospital Regional 1° de Octubre, ISSSTE, Mexico City, Mexico

Case presentation

On a global basis, liver cancer is the third leading cause of cancer-related death, of which 75-85% are hepatocellular carcinomas (HCCs).¹ HCC frequently forms a tumor thrombus (TT) within the portal vein, while a direct invasion of the hepatic vein with TT extending into the heart chambers through the inferior vena cava (IVC) is uncommon.^{2,3}

We presented a 40-year-old patient admitted with Budd-Chiari syndrome (BCS), who was diagnosed with HCC and had an IVC TT that extended into the heart chambers.

A 40-year-old man presented to the emergency department complaining of abdominal pain for one week. The patient manifested progressive jaundice, bilateral leg edema, ascites, increased abdominal circumference, nausea, and vomiting two months prior, as well as reported excessive alcohol consumption since the age of 17 (a mean of 30 drinks per week).

On admission, he had jaundice, gynecomastia, a distended abdomen with a positive fluid shift, collateral circulation on the anterior abdomen, bilateral pitting edema of the lower extremities, in addition to normal blood pressure (110/85 mmHg), normal heart rate (90 beats per minute), and no heart murmurs.

The laboratory blood tests revealed that hepatitis B and C serology were negative, but high alpha-fetoprotein (AFP) level with abnormal liver function tests were present (Table 1). Ascites analysis showed protein of 2.2 g/dl, albumin of 0.5 g/dl, a white blood cell count of 50 cells/mm³, and negative cultures with a serum-ascites albumin gradient of 2.2 g/dl.

Multiphase chest abdomen-pelvis computed tomography (CT) scan revealed a liver with lobulated edges and an irregular mass measuring 14 x 13.6 x 9.9 cm with lobulated margins. A contrast application showed enhancement in the peripheral area in the arterial and venous phases, followed by washout in the equilibrium phase, indicating HCC (Fig. 1). The mass extended towards the IVC and ascended to the right atrium (Fig. 2); pulmonary embolism was ruled out. The patient was admitted to the gastroenterology department ward for further evaluation, with a diagnosis of secondary BCS due to advanced HCC.

Transthoracic echocardiography (TTE) revealed a left ventricular ejection fraction of 53%, normal right ventricular systolic function, and no valvulopathies. A fixed mass was found in the right atrium coming from the IVC with a wide base of implantation and irregular edges,

*Correspondence:

José M. Alanís-Naranjo
E-mail: martin.alanis.n@gmail.com

Date of reception: 11-06-2024

Date of acceptance: 17-12-2024

DOI: 10.24875/ACM.24000116

Available online: 20-02-2025

Arch Cardiol Mex. 2025;91(3):245-249

www.archivoscardiologia.com

1405-9940 / © 2024 Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez. Published by Permayer. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Table 1. Initial blood tests

	Value	Reference range
Leukocytes, mm ³	9,450	4,000-11,000
Platelets, mm ³	44,500	142,000-424,000
Hemoglobin, g/dl	14.8	12-18
Bilirubin, mg/dl	26.6	0.2-1.0
Direct bilirubin, mg/dl	15.4	0-0.2
Indirect bilirubin, mg/dl	11.2	0.2-0.8
Serum total protein, g/dl	7.5	6.1-7.9
Serum albumin, g/dl	2.7	3.2-5.5
Creatinine, mg/dl	1.7	0.6-1.4
AST, UI/L	321	10-42
ALT, UI/L	102	10-42
Alkaline phosphatase, UI/L	434	38-125
Lactate dehydrogenase, UI/L	877	91-180
Alpha-fetoprotein, ng/ml	> 2000	5-10 ng/ml
PT, sec	32.6	11-12.5
aPPT, sec	44.2	30-40
INR	2.9	0.8-1.1
HBV (ELISA)	Negative	Negative
HCV (ELISA)	Negative	Negative
HIV (ELISA)	Negative	Negative

AST: aspartate transaminase; ALT: alanine transaminase; HBV: hepatitis B virus; HCV: hepatitis C virus; HIV: human immunodeficiency virus; ELISA: enzyme-linked immunosorbent assay; PT: prothrombin time; INR: international normalized ratio; aPPT: activated partial thromboplastin time.

which invaded the interatrial septum and subtly protruded into the left atrium (Fig. 3).

The patient declined any invasive or surgical procedures and was referred to the oncology department for antineoplastic treatment for advanced and unresectable HCC. Medical treatment included sorafenib 400 mg BID, apixaban 5 mg BID, Furosemide 40 mg OD, and Spironolactone 50 mg BID.

In light of the advanced cancer stage, the patient was discharged and continued medical therapy with partial improvement in symptoms. The patient passed away three months later.

Discussion

According to the American Association for the Study of Liver Diseases (AASLD) guidelines⁴, the CT image

features of the hepatic lesion and a markedly elevated AFP level in a patient with a history of excessive alcohol consumption supported the diagnosis of HCC in this case.

Early HCC is often asymptomatic and challenging to diagnose outside of targeted surveillance programs.⁵ The main routes of HCC's spread through the heart are continuous hematogenous spread along the IVC and direct spread from various surrounding structures.⁶

Cancer-related intracardiac metastases are a rare manifestation of HCC.⁶ The incidence rate of HCC invading the IVC and then causing a TT to extend into the right atrium is usually 1 to 4%, according to the literature.² Little is known about the clinical features and effective treatments once HCC has invaded the right atrium.^{3,7}

A wide range of clinical manifestations exist for HCC with right atrial extension, mainly determined by the tumor size. Most patients remain asymptomatic (39.5%) at diagnosis, and 37.5% exhibit bilateral lower extremity edema; 31.3% suffer exertional dyspnea. Syncope, abdominal venous distension, ascites, chest pain, cough, and hemoptysis are other clinical manifestations.^{2,7}

BCS can be triggered rapidly by caval and atrial tumor extension of HCC. BCS is caused by obstruction of the hepatic vein or the IVC and can be caused by either compression or invasion by malignant tumors. Secondary BCS is found in less than 1% of HCC cases.²

Numerous cardiopulmonary complications can result from this condition, including pulmonary embolism, shock, heart failure, lethal arrhythmias, as well as systemic metastases. Heart failure and sudden cardiac death are the most common causes of death, reported in 25% of patients.^{2,7}

Echocardiography should be performed as a first diagnostic test to evaluate IVC TT with cardiac extension, just as with other cardiac masses.^{2,8,9} A TTE provides information about the size, shape, echogenicity, mobility, location, and hemodynamic effects of the cardiac mass.^{2,9} Distinguishing between benign and malignant tumors may be difficult when the image quality is suboptimal, or the echoes are complex.⁹

Contrast echocardiography (CE) has emerged as a promising technology for distinguishing between malignant and benign tumors with comparable accuracy to pathological analysis. Furthermore, ultrasound-enhancing agents can assess the blood supply within a cardiac mass. The difference in perfusion between cardiac masses may help distinguish between vascular and

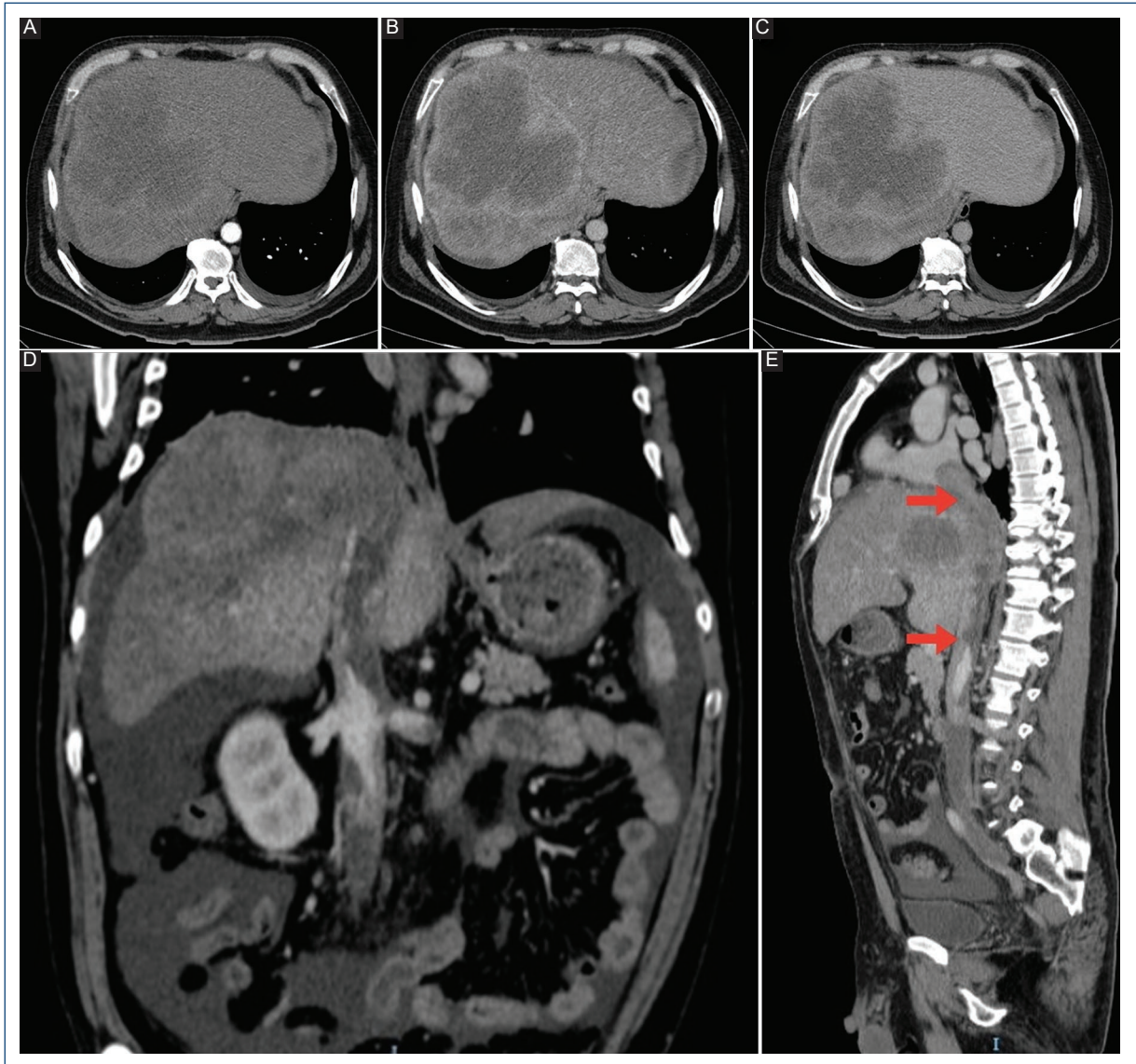


Figure 1. Multiphase CT scan showing the liver mass suggesting hepatocellular carcinoma: **A:** arterial phase, **B:** portal venous phase, **C:** equilibrium phase. Liver mass extension towards the inferior vena cava and ascending to the right atrium: **D:** coronal plane, **E:** sagittal plane (red arrow).

nonvascular tumors or thrombi. A malignant tumor demonstrates greater enhancement than the adjacent myocardium as a result of abnormal neovascularization, whereas benign tumors exhibit a sparse blood supply.^{8,9}

In addition to real-time 3-dimensional echocardiography, transesophageal echocardiogram (TEE) provides additional value in assessing the intracardiac mass.⁸ TEE can accurately define the cranial extent of TT, and its diagnostic utility increases with the level of TT extension. During surgical treatment, TEE is an essential tool for selecting and modifying the surgical technique,

performing and monitoring the procedure, increasing patient safety, and ruling out residual TT.^{10,11} In addition, it provides early detection of adverse events such as heart failure or TT embolism.¹⁰

Cardiac CT can detect a TT of HCC, but contrast enhancement is necessary, and this procedure involves radiation and risks associated with contrast agents.² In cases where CT findings of IVC TT are equivocal, cardiac magnetic resonance (CMR) may be helpful due to its superior soft tissue characterization.^{9,11}

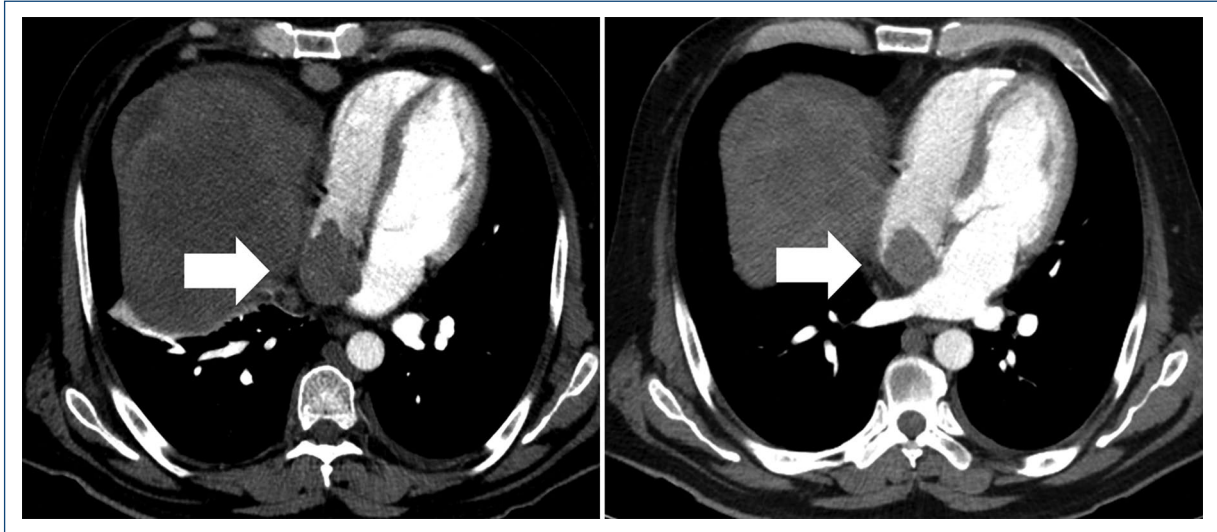


Figure 2. CT showing a mass in the right atrium coming from the inferior vena cava, which invades the interatrial septum (white arrow).

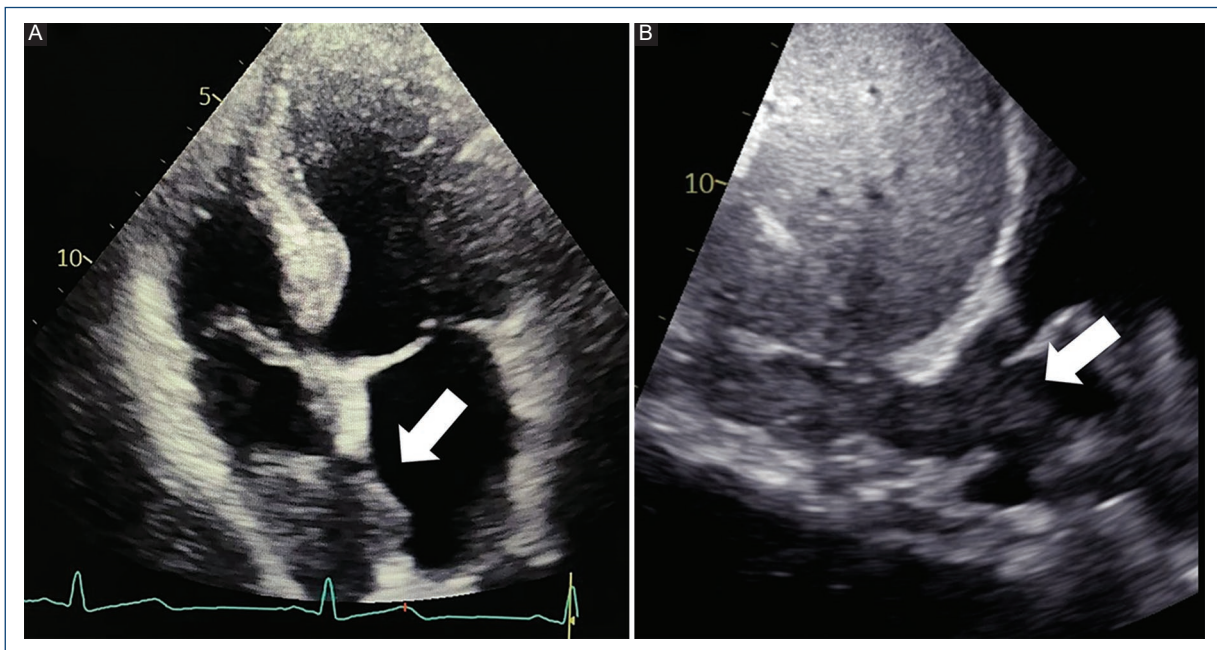


Figure 3. Transthoracic echocardiogram showing a fixed mass in the right atrium coming from the inferior vena cava, which invades the interatrial septum and protrudes into the left atrium (white arrow). **A:** apical four-chamber view, **B:** subcostal inferior vena cava view.

On CMR, TT exhibits low signal intensity on T1-weighted imaging and high signal intensity on T2-weighted imaging in the same manner as other secondary cardiac tumors.^{8,12} A TT will show heterogeneous enhancement after intravenous gadolinium administration, distinguishing it from a non-TT (which will not capture) since both can coexist.¹²

Generally, patients with HCC that extends into the right atrium are poor surgical candidates due to the complex surgical procedure involved in removing the tumor from the IVC and right atrium.⁷

Symptomatic management of HCC-related thrombus formation and its extension to the right atrium results in a median survival of five months, while cases untreated

or undiagnosed have a survival of three days to two months.^{6,7} Non-surgical approaches, such as the transarterial chemoembolization procedure, chemotherapy, and radiotherapies, have been attempted to palliate and improve quality of life, reporting a median survival rate of 4.2-10 months.^{3,6} The overall survival of patients undergoing surgery is 12 to 19 months.³

Conclusion

Cardiac extension of IVC TT due to HCC is a rare presentation of the disease with a poor prognosis. Although multiple therapies have been discussed, none have been extensively investigated, given the condition's rarity. The use of multimodal imaging provides more information, thereby facilitating a correct diagnosis and prompt treatment.

Funding

This research has not received any specific grant from agencies in the public, commercial, or for-profit sectors.

Conflicts of interest

The authors declare no conflicts of interest.

Ethical considerations

Protection of humans and animals. The authors declare that no experiments involving humans or animals were conducted for this research.

Confidentiality, informed consent, and ethical approval. The authors have followed their institution's

confidentiality protocols, obtained informed consent from patients, and received approval from the Ethics Committee. The SAGER guidelines were followed according to the nature of the study.

Declaration on the use of artificial intelligence.

The authors declare that no generative artificial intelligence was used in the writing of this manuscript.

References

1. Bray F, Laversanne M, Sung H, Ferlay J, Siegel RL, Soerjomataram I, et al. Global cancer statistics 2022: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA Cancer J Clin.* 2024 May-Jun;74(3):229-263.
2. Chen M, Huang X, Yang Q. Hepatocellular carcinoma with inferior vena cava and right atrial tumor thrombus: A case report. *Echocardiography.* 2019 Nov;36(11):2110-2113.
3. Qiu W, Wang C, Zhang R, Wei F, Shi X, Sun X, et al. Surgical treatment of a rare case of hepatocellular carcinoma with right atrial metastasis: A case report. *Medicine (Baltimore).* 2020 Aug 7;99(32):e21630.
4. Singal AG, Llovet JM, Yarchoan M, Mehta N, Heimbach JK, Dawson La, et al. AASLD Practice Guidance on prevention, diagnosis, and treatment of hepatocellular carcinoma. *Hepatology.* 2023 Dec 1;78(6):1922-1965.
5. Chaudhry H, Sohal A, Iqbal H, Chaudhary U, Roytman M. Unusual sites of hepatocellular carcinoma metastasis: Case report. *SAGE Open Med Case Rep.* 2023 Nov 14;11:2050313X231211709.
6. Amin S, Shahab A, Qazi AR, Yunus H, Saeed L, Khan AA, et al. A Rare Incidence of Hepatocellular Carcinoma With Tumor Thrombus Extending to the Right Heart. *Cureus.* 2023 Aug 23;15(8):e43965.
7. Haq MS, Fatima T, Caplan J. Hepatocellular Carcinoma With Cardiac Metastasis Presenting as Presyncope. *Cureus.* 2022 May 11;14(5):e24926.
8. Tyebally S, Chen D, Bhattacharyya S, Mughrabi A, Hussain Z, Manisty C, et al. Cardiac Tumors: JACC CardioOncology State-of-the-Art Review. *JACC CardioOncol.* 2020 Jun 16;2(2):293-311.
9. Wang Q, Wang B, Zhang X, Zhong X, Chang S, Yang J, et al. The usefulness of contrast echocardiography in the evaluation of cardiac masses: a multicenter study. *BMC Cardiovasc Disord.* 2024 Jan 13;24(1):43.
10. Łukasz Trzciniecki M, Bursiewicz W, Trzciniecka M, Mączka K, Legieć M, Sobieraj J, et al. The Role of Intraoperative Transesophageal Echocardiography in the Management of Renal Cell Carcinoma with Atrial Thrombus - Case Report. *J Ultrason.* 2023 Feb 28;23(92):28-31.
11. Calderone CE, Tuck BC, Gray SH, Porter KK, Rais-Bahrami S. The role of transesophageal echocardiography in the management of renal cell carcinoma with venous tumor thrombus. *Echocardiography.* 2018 Dec;35(12):2047-2055.
12. Cely Cely A, López-Guarch CJ, Alonso Charterina S. Masas cardiacas: multimodalidad-resonancia magnética cardiaca. *Rev Colomb Cardiol.* 2019;26:111-22.

Niveles séricos de metaloproteinasas como biomarcadores predictivos de eventos cardiovasculares adversos en hombres con infarto con elevación del segmento ST

Serum levels of metalloproteinases as predictive biomarkers of adverse cardiovascular events in male patients with ST-segment elevation myocardial infarction

María G. Soberanes-García^{1,2}, Laura Barragán-Huerta^{1,3}, Malinalli Brianza-Padilla¹, Yaneli Juárez-Vicuña¹, Héctor González-Pacheco⁴ y Luis M. Amezcua-Guerra^{1,3*} 

¹Departamento de Inmunología, Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez, Ciudad de México; ²Facultad de Medicina, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Tabasco; ³Departamento de Atención a la Salud, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, Ciudad de México; ⁴Unidad de Cuidados Coronarios, Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez, Ciudad de México. México

Presentación del caso

El infarto agudo de miocardio con elevación del segmento ST (IAMCEST) es una condición clínica compleja caracterizada por la oclusión aguda de una arteria coronaria, derivada de la ruptura o erosión de una placa aterosclerótica¹. Una de las complicaciones más relevantes del IAMCEST es el desarrollo de eventos cardiovasculares adversos mayores (MACE, por sus siglas en inglés), los cuales influyen negativamente en la supervivencia del paciente².

La identificación temprana de pacientes con mayor riesgo de desarrollar MACE es crucial para implementar estrategias terapéuticas oportunas y optimizar el seguimiento clínico². Actualmente se utilizan índices de riesgo como la escala de GRACE y el puntaje de riesgo basado en inflamación³. Además, se evalúan biomarcadores que reflejan procesos subyacentes, como la inflamación o el remodelado tisular. Entre estos biomarcadores, las metaloproteinasas de matriz (MMP) han sido identificadas como moléculas relevantes debido a su papel en la degradación de la matriz extracelular y en la progresión de la inestabilidad vascular⁴.

El presente estudio tuvo como objetivo determinar si los niveles séricos de MMP-2, MMP-3 y MMP-9, medidos al ingreso hospitalario, pueden predecir el desarrollo de MACE en hombres con IAMCEST.

Se incluyeron 80 hombres ingresados en el Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez en 2021 con diagnóstico de IAMCEST, dentro de las primeras 24 horas del inicio de síntomas y sin tratamiento de reperfusión previo (protocolo 14-886)¹. Se excluyeron pacientes con enfermedades autoinmunes, neoplasias o infecciones activas. Se tomaron muestras de sangre periférica al ingreso y el suero fue almacenado a -70 °C hasta su análisis. Todo el abordaje diagnóstico y terapéutico fue realizado por el personal médico del instituto, sin influencia de este proyecto en las decisiones clínicas.

Los niveles séricos de MMP-2, MMP-3 y MMP-9 se cuantificaron utilizando un ensayo multiplexado basado en perlas (ProcartaPlex human MMP II Panel; ThermoFisher Scientific, EE.UU.). Se recolectó información demográfica y clínica, y se revisó la evolución intrahospitalaria para identificar MACE, definidos como muerte cardiovascular, accidente cerebrovascular, insuficiencia

*Correspondencia:

Luis M. Amezcua-Guerra
E-mail: lmamezcua@gmail.com

Fecha de recepción: 28-08-2024

Fecha de aceptación: 07-01-2025

DOI: 10.24875/ACM.24000160

Disponible en internet: 11-02-2025

Arch Cardiol Mex. 2025;95(3):250-254

www.archivoscardiologia.com

1405-9940 / © 2025 Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez. Publicado por Permanyer. Este es un artículo *open access* bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

cardiaca aguda, angina postinfarto, taquicardia ventricular o bloqueo auriculoventricular avanzado.

Por el tamaño muestral y la robustez para identificar desviaciones extremas, se usó la prueba de D'Agostino-Pearson para evaluar la normalidad de los datos. Se utilizaron medianas (y rango intercuartílico) para describir variables continuas y porcentajes para variables discretas. Se aplicaron las pruebas U de Mann-Whitney y exacta de Fisher para identificar diferencias entre grupos, respectivamente. Las correlaciones se analizaron con el coeficiente rho de Spearman. Se fijó un valor de $p < 0.05$ para la significancia estadística. Los cálculos se realizaron utilizando el *software* GraphPad Prism versión 9.4.1 (GraphPad Inc, EE.UU.).

De los 80 hombres estudiados (mediana de edad: 59 años), 29 desarrollaron MACE durante el seguimiento intrahospitalario (Tabla 1). Se cuantificó un puntaje en la escala de GRACE de 110 (98-122) y un puntaje de riesgo basado en inflamación de 4 (3-5) al ingreso. Los MACE más frecuentes fueron el bloqueo auriculoventricular (15%) y la insuficiencia cardiaca aguda (13%). Solo un paciente falleció (1%).

No se encontraron diferencias significativas en variables como edad, índice de masa corporal, mediadores de inflamación o lisis miocárdica, ni en las escalas de riesgo cardiovascular o la carga aterosclerótica entre los pacientes que desarrollaron MACE y los que no. Sin embargo, se observó una diferencia relevante en el uso de betabloqueadores (79 vs. 37%).

Los niveles séricos de MMP no mostraron diferencias significativas entre los grupos con y sin MACE (Fig. 1A): MMP-2, 277 (260-303) vs. 268 (234-292) pg/ml; MMP-3, 309 (172-430) vs. 284 (198-423) pg/ml, y MMP-9, 1,757 (765-2,444) vs. 1,573 (888-2,219) pg/ml.

En los análisis de asociación (Fig. 1B) se observó una correlación positiva entre MMP-3 y MMP-9, mientras que la MMP-2 no mostró ninguna correlación significativa. La proteína C reactiva correlacionó directamente con el fragmento N-terminal del péptido natriurético tipo B (NT-proBNP) y con el puntaje de riesgo basado en inflamación. La creatinina MB correlacionó con el NT-proBNP, troponina cardiaca T (cTnT) y la escala de GRACE, y esta última también correlacionó con los niveles de NT-proBNP y cTnT.

Aunque diversos estudios han demostrado la relevancia de las MMP en el remodelado vascular y la predicción de MACE^{5,6}, en este estudio no se observaron diferencias significativas en los niveles de MMP-2, MMP-3 y MMP-9 entre los grupos con y sin MACE.

Sluijter et al. analizaron MMP y su inductor EMMPRIN en placas carotídeas de pacientes sometidos a

endarterectomía. Observaron mayor actividad de MMP-8 y MMP-9 en lesiones ricas en macrófagos, mientras que las lesiones con predominio de células de músculo liso mostraron mayor actividad de MMP-2. Además, reportaron que la glucosilación de EMMPRIN podría desempeñar un papel clave en la regulación de las MMP y la desestabilización de la placa⁶. Por su parte, Žaliaduonytė-Pekšienė et al. identificaron que polimorfismos en el gen de MMP-3, pero no en MMP-2 o MMP-9, incrementan el riesgo de IAMCEST⁷. El *Framingham Heart Study* también asoció niveles plasmáticos del inhibidor tisular de MMP (TIMP-1) con factores de riesgo cardiovascular e índices de hipertrofia y disfunción ventricular izquierda⁸. Kulczkowski et al. describieron un aumento en MMP-2 y MMP-9 durante la fase aguda del IAMCEST, seguido de una disminución 12 horas después de la intervención coronaria, mientras que los niveles de TIMP-1 aumentaron hasta 48 horas posteriores⁹. En estudios previos de nuestro grupo demostramos que los monocitos de pacientes con angina inestable, pero no de individuos sanos, incrementan significativamente la relación MMP-9/TIMP-1 tras estimulación con interferón gama, un mediador inflamatorio clave⁵.

En relación con la observación de un mayor uso de betabloqueadores entre los pacientes que desarrollaron MACE, es importante destacar que, aunque las guías de tratamiento habitualmente sugieren el uso de betabloqueadores en pacientes post-IAMCEST, particularmente en aquellos con disfunción sistólica del ventrículo izquierdo, un estudio realizado en 91,895 pacientes con IAMCEST sin insuficiencia cardiaca no encontró una asociación entre el uso de betabloqueadores y un menor riesgo de muerte¹⁰.

La técnica de multiplexado resulta ideal para estudios de biomarcadores en investigaciones clínicas y traslacionales, ya que ofrece ventajas sobre los inmunoensayos enzimáticos y la electrotransferencia (*Western blot*), incluyendo la capacidad de medir múltiples moléculas simultáneamente, alta sensibilidad, bajo volumen de muestra requerido y tiempos de respuesta cortos. No obstante, esta técnica está limitada por su costo y la disponibilidad relativamente baja.

La falta de asociación entre los niveles de MMP y el desarrollo de MACE en nuestro estudio podría explicarse por diversos factores, como el perfil étnico-racial de nuestra población, la inclusión exclusiva de hombres (lo que limita la generalización de nuestros resultados a mujeres), el relativamente pequeño número de pacientes incluidos y el tiempo de recolección de muestras (< 24 horas). Además, es relevante considerar que el uso de antibióticos,

Tabla 1. Características clínicas de los participantes*

	Total (n = 80)	Con MACE (n = 29)	Sin MACE (n = 51)	p
Edad, años	59 (56-62)	58 (46-66)	58 (44-69)	0.824
Índice de masa corporal, kg/m ²	27.5 (25.0-30.0)	27.4 (24.6-29.2)	27.5 (24.2-29.9)	0.415
Comorbilidades, n (%)				
Hipertensión	29 (36)	9 (31)	20 (69)	0.475
Diabetes	29 (36)	10 (34.4)	19 (65.6)	> 0.999
Dislipidemia	21 (26)	10 (47.6)	11 (53.4)	0.290
Valores de laboratorio				
CK-MB, ng/ml	77 (13-276)	134 (9-300)	67 (16-272)	0.724
cTnT, pg/ml	2308 (473-9167)	2441 (488-9878)	2308 (574-25210)	0.712
Leucocitos, 1×10 ³ /mm ³	11.9 (10.1-15.3)	13.0 (11.3-15.6)	11.6 (9.7-14.8)	0.101
Plaquetas, 1×10 ³ /mm ³	242 (197-295)	233 (193-265)	248 (203-312)	0.130
Hemoglobina, g/dl	15.2 (16.0-16.8)	15.7 (15.3-16.6)	16.1 (14.7-16.8)	0.602
PCR, mg/l	6.3 (2.4-40.3)	9.8 (4.4-127.5)	5.6 (2.4-38.8)	0.164
Glucosa, mg/dl	137 (118-174)	156 (119-188)	136 (115-167)	0.205
Creatinina, mg/dl	1.0 (0.8-1.2)	1.0 (0.9-1.3)	1.0 (0.8-1.1)	0.303
Albúmina, g/dl	4.1 (3.7-3.7)	4.2 (3.9-4.4)	4.0 (3.7-4.2)	0.059
Colesterol, mg/dl	159 (132-194)	165 (129-193)	160 (133-198)	0.840
c-LDL, mg/dl	103 (75-135)	98 (74-128)	106 (80-144)	0.447
c-HDL, mg/dl	35 (30-40)	35 (31-40)	36 (30-41)	0.989
Triglicéridos, mg/dl	148 (110-192)	160 (108-194)	150 (113-193)	0.864
Ácido úrico, mg/dl	6.2 (5.4-5.3)	6.2 (5.6-7.6)	6.3 (5.1-7.1)	0.501
Puntajes de riesgo cardiovascular				
GRACE	110 (98-122)	112 (102-133)	108 (98-117)	0.137
Puntaje de riesgo basado en inflamación	4 (3-5)	4 (3-6)	4 (3-5)	0.432
FEV1, %	46 (39-53)	44 (37-50)	50 (43-57)	0.042
Carga aterosclerótica en la angiografía, n (%)				
1 vaso	23 (28)	8 (27)	15 (29)	> 0.999
2 vasos	29 (36)	12 (41)	17 (33)	0.480
3 vasos	21 (26)	7 (24)	14 (27)	0.797
3 vasos+tronco	2 (2)	2 (6)	0	0.128
Terapia farmacológica, n (%)				
Estatinas	78 (97)	29 (100)	49 (96)	0.532
Betabloqueadores	42 (52)	23 (79)	19 (37)	0.004
Antiagregantes plaquetarios	78 (97)	28 (96)	50 (98)	> 0.999
Inhibidores del eje RAA	24 (30)	12 (41)	12 (23)	0.112
Trombolíticos	71 (88)	16 (55)	34 (66)	0.343
PCI primaria, n (%)	27 (33)	11 (37)	16 (31)	0.625
Complicaciones intrahospitalarias, n (%)				
Muerte	1 (1)	1 (3)	-	-
Accidente cerebrovascular	1 (1)	1 (3)	-	-
Insuficiencia cardíaca aguda	11 (13)	11 (37)	-	-
Bloqueo auriculoventricular	12 (15)	12 (41)	-	-
Angina	1 (1)	1 (3)	-	-
Taquicardia ventricular	3 (3)	3 (10)	-	-

*Los datos se expresan en medianas y rangos intercuartílicos (Q1-Q3), a menos que se especifique lo contrario.

c-HDL: colesterol vinculado a lipoproteínas de alta densidad; c-LDL: colesterol vinculado a lipoproteínas de baja densidad; CK-MB: creatinina MB; cTnT: troponina cardíaca T; FEV1: fracción de expulsión de ventrículo izquierdo; MACE: eventos cardiovasculares adversos mayores; PCI: intervención coronaria percutánea; PCR: proteína C reactiva de alta sensibilidad; RAA: renina-angiotensina-aldosterona.

estatinas y bloqueadores del receptor de angiotensina II podrían interferir con la producción de MMP.

En conclusión, los niveles séricos de MMP-2, MMP-3 y MMP-9 no mostraron diferencias significativas entre los pacientes con IAMCEST que desarrollaron MACE

y aquellos que no. Dado que la identificación de pacientes en riesgo sigue siendo crucial para mejorar los desenlaces clínicos, se requieren estudios adicionales en poblaciones diversas para esclarecer el papel de las MMP como biomarcadores en el IAMCEST.

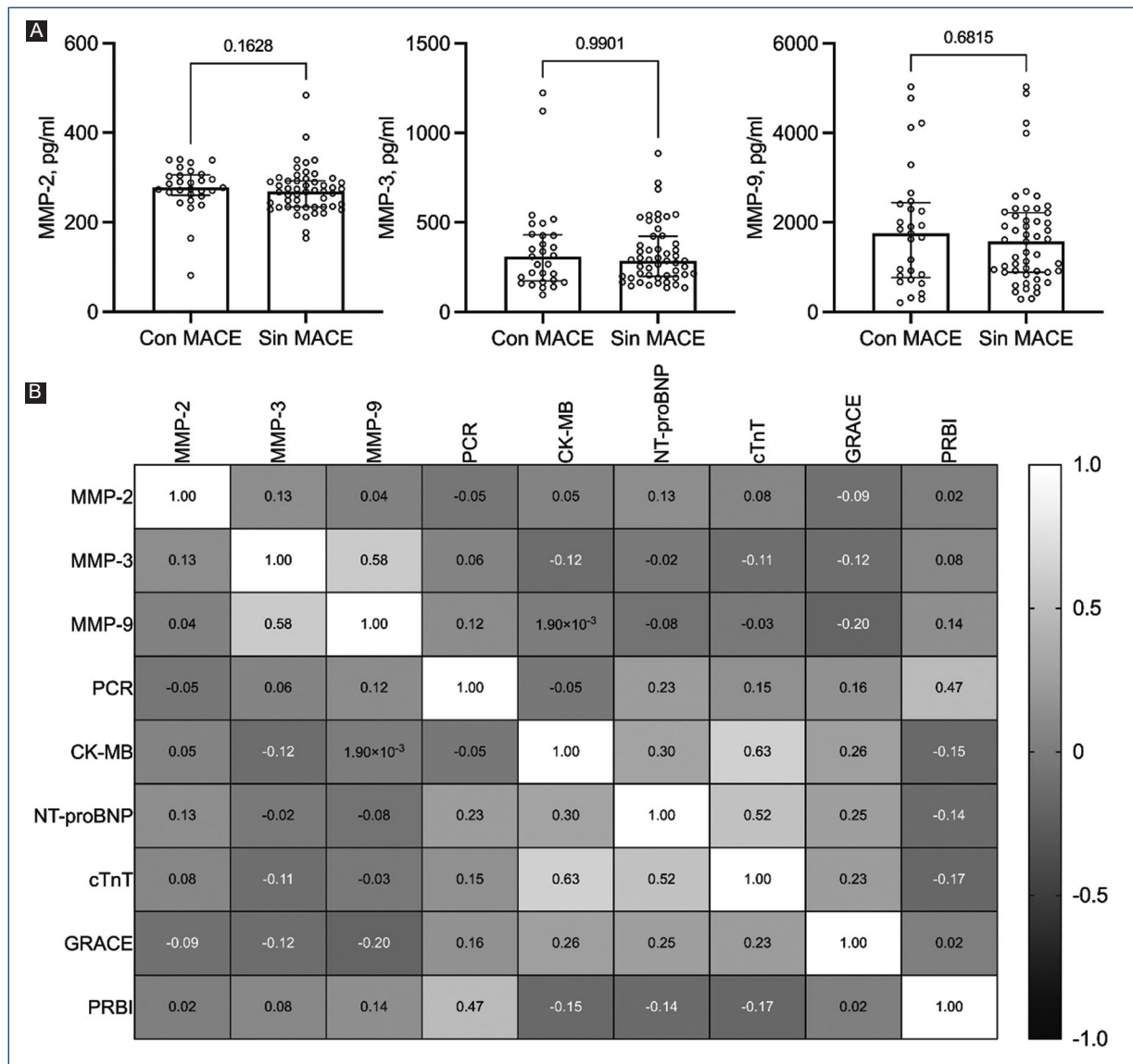


Figura 1. A: niveles séricos de MMP en pacientes que desarrollaron MACE en comparación con aquellos que no los desarrollaron. **B:** matriz de correlación que muestra el grado de asociación, representado por el coeficiente de correlación de Spearman, entre los niveles de MMP, PCR, CK-MB, NT-proBNP, cTnT, la escala de GRACE y el PRBI. La escala de grises representa el grado de correlación, variando de -1.0 (negro) a 1.0 (blanco). CK-MB: creatinina MB; cTnT: troponina cardiaca T; MACE: eventos cardiovasculares adversos mayores; MMP: metaloproteinasas de matriz; NT-proBNP: fragmento N-terminal del péptido natriurético tipo B; PCR: proteína C reactiva; PRBI: puntaje de riesgo basado en inflamación.

Financiamiento

La presente investigación no ha recibido ninguna beca específica de agencias de los sectores públicos, comercial o con ánimo de lucro.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Consideraciones éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que los procedimientos seguidos se conformaron a las normas éticas del comité de experimentación humana responsable y de acuerdo con la Asociación Médica Mundial y la Declaración de Helsinki. Los procedimientos fueron autorizados por el Comité de Ética de la institución.

Confidencialidad, consentimiento informado y aprobación ética. Los autores han seguido los protocolos de confidencialidad de su institución, han obtenido el consentimiento informado de los pacientes, y cuentan con la aprobación del Comité de Ética. Se han seguido las recomendaciones de las guías SAGER, según la naturaleza del estudio.

Declaración sobre el uso de inteligencia artificial. Los autores declaran que no utilizaron algún tipo de inteligencia artificial generativa para la redacción de este manuscrito.

Referencias

1. Thygesen K, Alpert JS, Jaffe AS, Chaitman BR, Bax JJ, Morrow DA, et al. Fourth universal definition of myocardial infarction (2018). *Circulation*. 2018;138:e618-51.
2. Abu-Assi E, López-López A, González-Salvado V, Redondo-Diéguez A, Peña-Gil C, Bouzas-Cruz N, et al. The risk of cardiovascular events after an acute coronary event remains high, especially during the first year, despite revascularization. *Rev Esp Cardiol*. 2016;69:11-8.
3. González-Pacheco H, Bojalil R, Amezcua-Guerra LM, Sandoval J, Eid-Lidt G, Arias-Mendoza A, et al. Derivation and validation of a simple inflammation-based risk score system for predicting in-hospital mortality in acute coronary syndrome patients. *J Cardiol*. 2019;73:416-24.
4. Wei M, Pan H, Guo K. Association between plasma ADAMTS-9 levels and severity of coronary artery disease. *Angiology*. 2021;72:371-80.
5. Springall R, Amezcua-Guerra LM, Gonzalez-Pacheco H, Furuzawa-Carballeda J, Gomez-Garcia L, Marquez-Velasco R, et al. Interferon-gamma increases the ratio of matrix metalloproteinase-9/tissue inhibitor of metalloproteinase-1 in peripheral monocytes from patients with coronary artery disease. *PLoS One*. 2013;8:e72291.
6. Sluijter JP, Pulskens WP, Schoneveld AH, Velema E, Strijder CF, Moll F, et al. Matrix metalloproteinase 2 is associated with stable and matrix metalloproteinases 8 and 9 with vulnerable carotid atherosclerotic lesions: a study in human endarterectomy specimen pointing to a role for different extracellular matrix metalloproteinase inducer glycosylation forms. *Stroke*. 2006;37:235-9.
7. Žaliaduonytė-Pekšienė D, Lesauskaitė V, Liutkevičienė R, Tamakauskas V, Kviesulaitis V, Šinkūnaitė-Maršalkienė G, et al. Association of the genetic and traditional risk factors of ischaemic heart disease with STEMI and NSTEMI development. *J Renin Angiotensin Aldosterone Syst*. 2017;18:1470320317739987.
8. Sundström J, Evans JC, Benjamin EJ, Levy D, Larson MG, Sawyer DB, et al. Relations of plasma total TIMP-1 levels to cardiovascular risk factors and echocardiographic measures: the Framingham heart. *Eur Heart J*. 2005;26(4):418; author reply 418-9.
9. Kuliczowski W, Urbaniak J, Hallén J, Woźniak M, Poloński L, Mysiak A, et al. Matrix metalloproteinases and the activity of their tissue inhibitors in patients with ST-elevation myocardial infarction treated with primary angioplasty. *Kardiol Pol*. 2013;71:453-63.
10. Dondo TB, Hall M, West RM, Jernberg T, Lindahl B, Bueno H, et al. β -Blockers and mortality after acute myocardial infarction in patients without heart failure or ventricular dysfunction. *J Am Coll Cardiol*. 2017;69:2710-20.

Transcatheter resolution of mechanical aortic valve dysfunction in a pediatric patient

Resolución transcáteter de disfunción de una válvula aórtica mecánica en un paciente pediátrico

José L. Colín-Ortiz^{1*}, Jorge A. Silva-Estrada¹, Paola S. García-Vargas¹, and Yigal Pina-Reyna²

¹Department of Pediatric Cardiology, Instituto Nacional de Pediatría; ²Department of Interventional Cardiology, Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez. Mexico City, Mexico

Case presentation

Male 13-year-old with a history of ductus arteriosus closure in another hospital through lateral thoracotomy in the 1st year of live. 12 years after; he was referred to our center by several months with progressive dyspnea, orthopnea, and 1-time syncope. His weight fell below the 3rd percentile and a physical examination revealed crackling rales in both lungs, hyperdynamic left ventricle impulse, ejective II/VI aortic systolic murmur, and III/VI aortic diastolic murmur with a gallop rhythm and water hammer pulse. Chest X-ray, electrocardiogram (ECG), transthoracic echocardiogram, contrast-enhanced cardiac computed tomography, and cardiac magnetic resonance were requested. We found an aneurysmal dilation of the aortic root and ascending aorta (Fig. 1A) with severe aortic regurgitation, small ductus, and severe left ventricle systolic dysfunction with ejection fraction of 33%. Bentall surgery was performed with polytetrafluoroethylene (PTFE) conduit carrying a 25 mm St. Jude mechanical valve and 8 mm dacron grafts for coronary reimplant, a fibrin bio-sealant was sprayed in the suture points of the valved conduit (Tysseel® Baxter International Inc. Deerfield, Illinois U.S.). Cardiopulmonary bypass time was 7 h and aortic

cross-clamp time was 4 h. Patient received 7 days of veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) with 95 mL/kg flow, 2 L/min sweep flow, FiO₂ 80%, negative pressure of 90 mmHg, and a 100-mmHg transmembrane gradient. Due to sudden economic restraints, ECMO had to be withdrawn, myocardial ischemia with ST-segment depressions was documented immediately after. The metallic second heart sound was significantly decreased. Days after; a pneumothorax led to cardiac arrest which required 18 min of cardiopulmonary resuscitation (CPR). After stabilization, urgent coronary angiography was performed. Clinical suspicion was that coronary grafts would have significant stenoses. A peak-to-peak gradient of 50 mmHg was recorded during left ventricle to ascending aorta pullback tracing (Fig. 1B). During a second (with end hole) catheter withdrawal attempt, the patient had ventricular fibrillation and required 4-min CPR and defibrillation in two occasions. After normalization to sinus rhythm, angiography revealed the absence of single-disc opening with low anterograde flow (Fig. 1C). Both coronary implants were patent, with < 30% stenosis. We were able to restore the normal functioning of the mechanical valve with a pigtail catheter; in the 1st time an attempt was made with a

*Correspondence:

José L. Colín-Ortiz

E-mail: colin_jldgo@yahoo.com.mx

1405-9940 / © 2025 Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez. Published by Permanyer. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Date of reception: 19-07-2024

Date of acceptance: 30-01-2025

DOI: 10.24875/ACM.24000136

Available online: 12-03-2025

Arch Cardiol Mex. 2025;95(3):255-258

www.archivoscardiologia.com

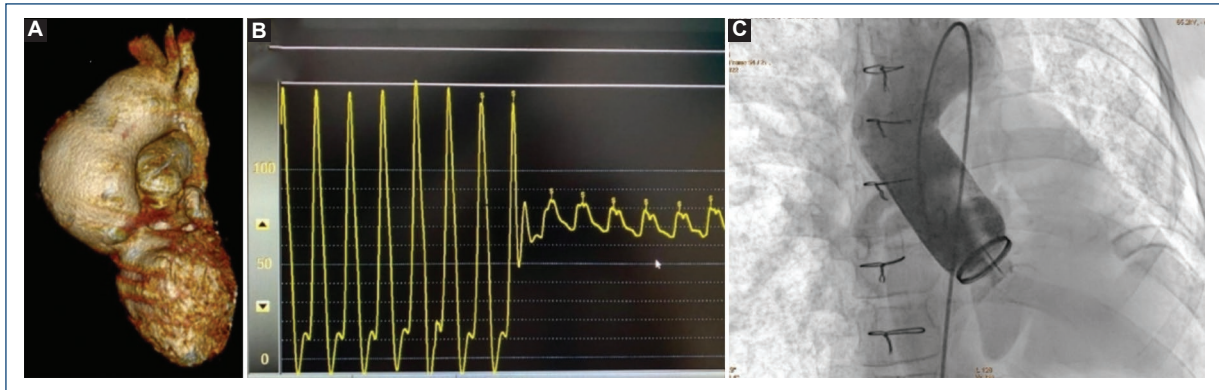


Figure 1: **A:** cardiac computed tomography 3D volume-rendering reconstruction shows aneurysmal dilatation of aortic root and ascending aorta. **B:** pullback tracing from left ventricle to aorta. **C:** valved conduit angiography shows a lack of opening of one disc in systole.

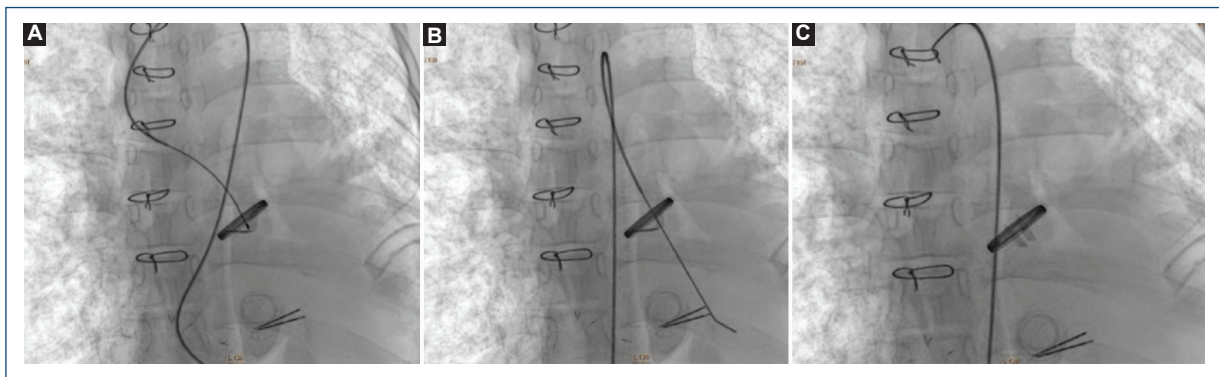


Figure 2: **A:** pigtail catheter with stiff proximal shaft of a 0.035" guide wire on dysfunctional disc. **B:** stiff proximal shaft guide-wire crossing the mechanical valve. **C:** immediate mobilization of dysfunctional disc right after guide-wire withdrawal.

multipurpose 6 Fr catheter placed over the dysfunctional disc and using the stiff proximal shaft of a PTFE-coated guide wire, but it was unsuccessful. Mobility of the dysfunctional disc was successfully achieved with a 6 Fr pigtail catheter and the same PTFE-coated guidewire; however, the stiff proximal shaft was modified with a 45° angulation allowing forceful compression on the disc until full mobility was restored (Fig. 2). An initial heparin dose of 110 UI/kg was infused to continue with a continuous infusion of 20 UI/kg/h. Transesophageal echocardiogram showed an absence of aortic regurgitation. Fluoroscopy demonstrated normal opening and closure of both mechanical discs (Fig. 2C). After catheterization the patient showed slight hemodynamical improvement, allowing a decrease of inotropes. In the next 72 h, the patient had several episodes of ventricular tachycardia and had a cardiac arrest due

to ventricular fibrillation without response to CPR. The postmortem study was not performed.

The first mechanical valve replacement in a human was performed in 1947 with a cage-ball prosthesis developed by Charles Hufnagel. Afterward, in 1951 Hufnagel and Campbell separately developed similar models and in 1952 the former placed a caged-ball mechanical valve in the descending aorta in a patient with severe aortic regurgitation. This surgery was performed before the introduction of cardiopulmonary bypass and paved the way for upcoming era of heart valve replacement. Based on Hufnagel and Campbell's work, Harken in 1960 placed an aortic mechanical valve in a subcoronary position and marked the beginning of valve replacement under cardiopulmonary bypass. Later on, that year, Starr-Edwards mechanical valve was utilized for mitral valve replacement. After,

the 1960's the ball occlude device was replaced with a lenticular disc which kept the lateral flow principle^{1,2}.

Finally, single-disc and double-disc mechanical valves were introduced. The latter showed good outcomes and ushered in a modern era of surgical valve replacement with growing experience in heart centers all over the world, albeit not without setbacks. Diverse complications in the short and long term have been reported with these new mechanical valves such as thrombosis, embolism, endocarditis, paravalvular leak, hemolysis, valve malposition, and dysfunction either due to lack of closure or opening.

Lack of opening of a mechanical valve is very rare, most cases being reported in mitral valves due to thrombus and/or pannus, additionally, mechanical valve dysfunction has been reported in which immobilization of a disc is due to surgical bio-sealant used during cardiac surgery^{3,4}.

Only two reports in children have been published; the first one in a 13-month-old girl who had thrombosis in a mitral mechanical valve, in this patient left heart catheterization through transseptal puncture was performed and disc mobility was restored with a 5 Fr 4.0 curve JR guide catheter reinforced with a tip-deflecting wire⁵, the second is a case series describing five patients who received thrombolysis with good outcomes⁶.

Hariram⁷ described five adult patients with obstructed mitral mechanical valves and successful transcatheter manipulation (6 Fr right Judkins) without complications after failed thrombolysis. No additional procedure was required in any of these patients other than heparin infusion and optimal international normalized ratio target.

Bentall surgery for replacement of ascending aorta was introduced in 1968, ever since, it has suffered various modifications to decrease complications; however, its morbidity and mortality remain significant in high-risk cases⁸.

The aim of this manuscript is sharing the case of a pediatric patient in whom the one of discs of the mechanical valve was immobile more probability by the used the bio-sealant during cardiac surgery, and it was possible its resolution by transcatheter route.

In pediatric patients, surgical valvuloplasty or biological prostheses are usually preferred over mechanical valves for surgical treatment of valve disease. In the aortic valve; Ross surgery is an option for valve replacement. However, with ascending aorta aneurysm, Bentall surgery is the first-line treatment, oftentimes with a valved conduit. This case shows a rare early complication of a mechanical valve presumably secondary to bio-sealant use. We conducted a literature research and found only two reports of the absence of opening of mechanical valves in children, both in mitral position^{5,6}.

An important clinic sign of mechanical valve dysfunction is a decrease in the intensity of the closure sound of the mechanical valve. Whenever this sign is encountered, imaging studies must verify the normal functioning of the valve. Echocardiography is first-line investigation, but; it has a poor acoustic window, even for transesophageal views might hinder adequate visualization. Cardiac computed tomography with retrospective ECG-gated acquisitions is an excellent modality for visualization of a mechanical valve with high spatial resolution. In our case, cardiac catheterization was performed due to hemodynamic instability and suspicion of coronary stenosis. It is important to seek for best view; where both discs can be visualized separately without overlapping images.

Theoretical complications after advancing a catheter across a mechanical valve are regurgitation or obstruction due to disc immobilization or entrapment with the guidewire/catheter between a disc and the valve ring. In the last 20 years, several techniques to perform left ventricle to ascending aorta pullback tracing in patients with mechanical valve have shown minimal risks without mechanical valve complications after crossing of the discs^{9,10}. During both selective coronary angiography and endovascular paravalvular leak treatment, catheters may inadvertently contact mechanical discs without causing any complications. In conclusion, catheter crossing and even inadvertent manipulation of mechanical valves entail a minimum risk of mechanical valve dysfunction or catheter entrapment.

In our patient with a St. Jude 25 mm valved conduit after Bentall surgery, mechanical valve dysfunction due to the absence of one disc opening led up to myocardial ischemia. Mechanical valve obstruction compromised stroke volume, systemic arterial pressure, and coronary perfusion. This hemodynamic derangement in the setting of systolic and diastolic left ventricle dysfunction predicted a poor prognosis.

After confirmation of mechanical valve disc immobilization, the cardiovascular team must choose among pharmacological, interventional, and surgical approaches. Thrombolysis can be attempted depending of coagulation profile and bleeding risks. Another option is surgical reintervention, which in our patient was a high-mortality approach. Hybrid procedures have been reported as well with good outcomes in adults¹¹. In our case, attempting to restore mobility with catheter manipulation proved a safe and effective approach.

Adequate anticoagulation is of utmost importance to avoid thrombosis/embolism and disc immobilization after mechanical valve implantation. This might have

been the cause of mechanical valve dysfunction in our patient, in whom, due to bleeding risks, heparin dose was infra-therapeutic and eventually suspended. Pan-nus is another potential factor for disc immobilization, but; it takes a longer time and should not be a cause in acute or sub-acute scenarios. In the third place, the bio-sealant used during Bentall procedure as a potential reason for mechanical valve dysfunction is plausible. We are not sure at what point after surgery valve dysfunction ensued. Restoration of disc mobility after several guide-wire attempts makes us think that dysfunction had been established for several days, ECMO utilization as a bridge for ventricular function restoration might have concealed the disc dysfunction. The possibility that the catheter itself had been the cause of dysfunction is unlikely, since, no catheter/guide wire entrapment was reported. Cause of dysfunction valve in our case was more likely a combination of two factors: first; bio-sealant use and then; insufficient heparin.

Whenever, if there is a decrease in the metallic component of any of the heart sounds, alongside hemodynamic compromise in patients with mechanical valves it is imperative to confirm adequate discs mobility, regardless of echocardiogram findings. In the event of immobility of one of valve discs, thrombolysis is the first-line therapy. Percutaneous manipulation of the mechanical valve is a safe and effective second-line therapy. Surgical exploration is the last option and must be deferred as it entails higher mortality.

Funding

This research has not received any specific grant from agencies in the public, commercial, or for-profit sectors.

Conflicts of interest

The authors declare no conflicts of interest.

Ethical considerations

Protection of humans and animals. The authors declare that no experiments involving humans or animals were conducted for this research.

Confidentiality, informed consent, and ethical approval. The authors have followed their institution's confidentiality protocols, obtained informed consent from patients, and received approval from the Ethics Committee. The SAGER guidelines were followed according to the nature of the study.

Declaration on the use of artificial intelligence. The authors declare that no generative artificial intelligence was used in the writing of this manuscript.

References

1. Azpitarte J, Alonso AM, García Gallego F, González Santos JM, Paré C, Tello A. Guías de práctica clínica de la sociedad española de cardiología en valvulopatías guidelines of the spanish society of cardiology on valve heart disease. *Rev Esp Cardiol*. 2000;53:1209-78.
2. Harken DE, Soroff HS, Taylor WJ, Lefemine AA, Gupta SK, Lunzer S. Partial and complete prostheses in aortic insufficiency. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1960;40:744-62.
3. Gabrijelcic T. Blockage of a mechanical aortic valve leaflet with bioglu: a case report. *Heart Surg Forum*. 2012;15:E310-2.
4. Smeltz AM, Caranasos TG, Teeter EG. BioGlue-associated loss of aortic valve leaflet motility sonographically masked by both newly replaced mechanical aortic and mitral valves. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth*. 2018;22:91-4.
5. Arar Y, Hong J, Veeram Reddy S. Transcatheter mechanical manipulation of obstructed prosthetic mitral valve in an infant. *Cardiol Young*. 2020;30:1747-9.
6. Mashali MH, Ahmad Z, Omar Galal M, Al-Kouatli A. Effectiveness of alteplase infusion for the management of prosthetic mitral valve thrombosis in paediatric age group and proposed algorithm. *Cardiol Young*. 2022;33:747-53.
7. Hariram V. Percutaneous management of prosthetic valve thrombosis. *Indian Heart J*. 2014;66:427-9.
8. Mookhoek A, Korteland NM, Arabkhani B, Di Centa I, Lansac E, Bekkers JA, et al. Bentall procedure: a systematic review and meta-analysis. *Ann Thorac Surg*. 2016;101:1684-9.
9. Owan TE, Reddy BT, Michaels AD. Retrograde left-ventricular hemodynamic assessment of mechanical aortic and mitral valve gradients using a high-fidelity pressure wire: a case series. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2010;76:621-5.
10. Moharram MA, Yong AS, Khoury V, Lowe HC. Arriving safely and avoiding a puncture: use of a Radi PressureWire to cross an ATS prosthetic aortic valve for direct measurement of left ventricular pressure. *Tex Heart Inst J*. 2011;38:50-1.
11. Koehle M, Strote JA, Guadagnoli M, Oldemeyer JB. A novel mechanical mitral valve replacement using Sapien XT. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2018;92:983-7.

***Staphylococcus lugdunensis* endocarditis causing prosthetic aortic valve dysfunction after TAVR**

Disfunción protésica aórtica debido a endocarditis por *Staphylococcus lugdunensis* posterior a TAVI

Carlos Á. Monterrey-García^{1*}, Elvira Flores-Ibarra¹, José M. Alanís-Naranjo¹, Julio C. Rivera-Hermosillo¹, and Diana C. Méndez-Tino²

¹Department of Cardiology; ²Department of Echocardiography. Hospital Regional 1° de Octubre, ISSSTE. Mexico City, Mexico

A 78-year-old male complained of persistent fever, malaise, and chills for several days. In addition to hypertension, he had severe degenerative aortic stenosis that required transcatheter aortic valve replacement (TAVR) 3 months prior due to his advanced age (Evolut R 23 mm, Medtronic, Minneapolis, Minnesota). The procedure was uncomplicated, and the control transthoracic echocardiogram (TTE) showed a peak velocity of 1.8 m/s, peak and mean gradients of 13 and 7 mmHg, respectively, across the valve, and no perivalvular regurgitation. The examination was relevant due to a temperature of 37.8°C and a grade 4 systolic ejection murmur in the aortic area. Laboratory studies revealed high levels of leukocytes (11,500 mm³) and procalcitonin (10 ng/mL). Despite the non-diagnostic imaging studies for infection foci, pair of blood cultures was obtained, and subsequent intravenous antibiotic was initiated based on suspicion of infective endocarditis (IE). TTE revealed significant structural valve

deterioration (Fig. 1), and a single photon emission computed tomography-computed tomography scan revealed focal uptake in the prosthetic aortic valve area (Fig. 2A). The patient's blood cultures were positive for multisensitive *Staphylococcus lugdunensis*; however, despite guided antibiotic treatment, he persisted with fever and positive blood culture after 12 days. The patient was taken for urgent surgery, and he underwent TAVR valve explantation followed by surgical aortic valve replacement (Fig. 2B); antibiotics were continued, and blood cultures were negative postoperatively. The post-operative hospital course was uneventful, and the patient was discharged symptom-free.

Even though the incidence of IE after TAVR is rare, it is expected to increase exponentially due to the growing number of procedures and their expansion into younger patients¹. The in-hospital mortality rate associated with TAVR-IE is 36%². The risk of IE is 6 times higher in the early peri-TAVR period

***Correspondence:**

Carlos Á. Monterrey-García

E-mail: cmonterreygarcia@gmail.com

Date of reception: 11-12-2024

Date of acceptance: 25-12-2024

DOI: 10.24875/ACM.24000236

Available online: 03-03-2025

Arch Cardiol Mex. 2025;95(3):259-261

www.archivoscardiologia.com

1405-9940 / © 2024 Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez. Published by Permanyer. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

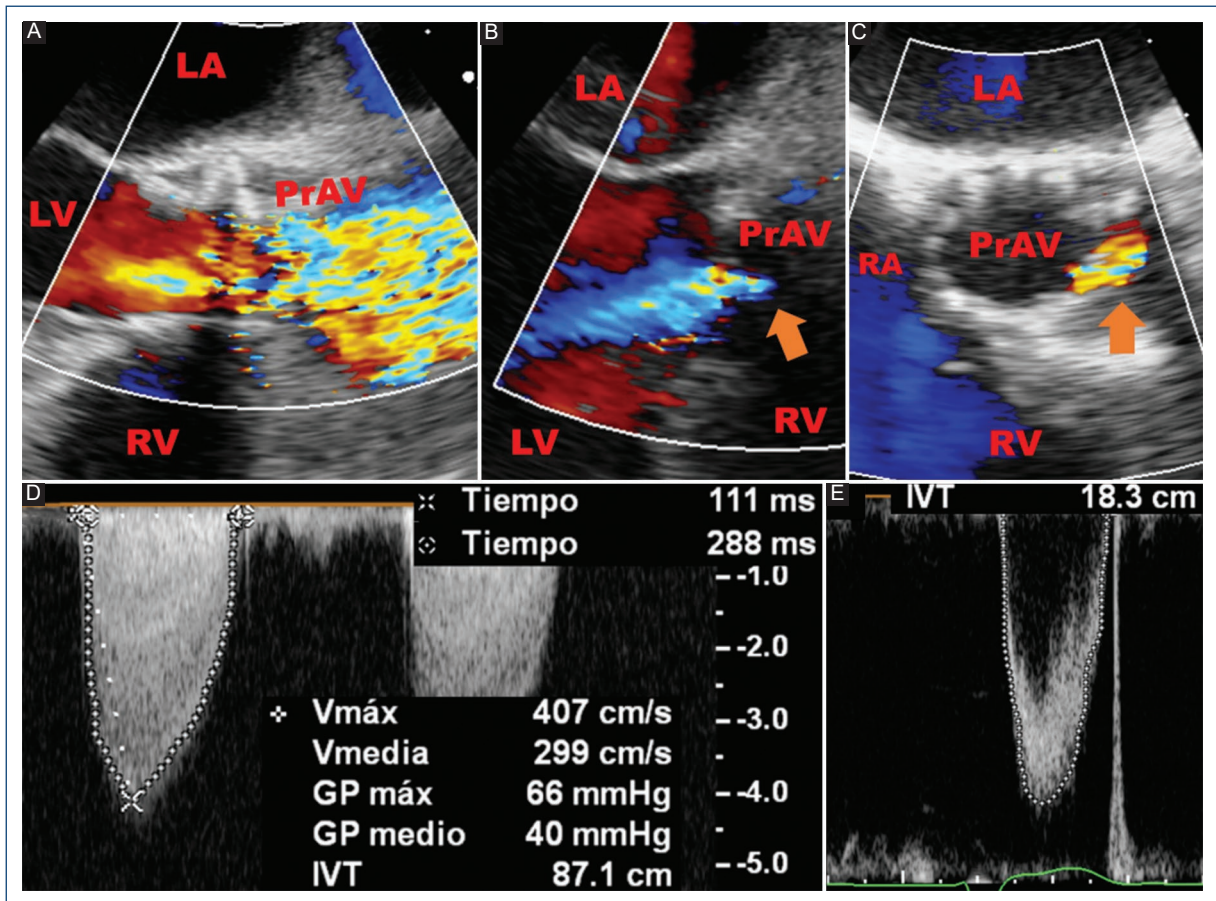


Figure 1. Transesophageal echocardiography: Prosthetic aortic valve with thickened transcatheter aortic valve replacement leaflets with abnormal mobility, valvular stenosis, and new occurrence of moderate regurgitation (orange arrow). Parameters: AT 111 ms, LVET 288 ms. AT/LVET ratio 0.38, peak velocity 4.07 m/s, peak gradient 66 mmHg, mean gradient 40 mmHg, VTI_{LVOT} 18.3 cm, VTI_{PrAV} 87.1 cm, DVI 0.2 (baseline 0.58), EOA 0.6 cm² (baseline 1.32 cm²). **A:** 2D image with color Doppler, mid-esophageal view at 135° (long axis). **B:** 2D image with color Doppler, mid-esophageal view at 135° (long axis). **C:** 2D image with color Doppler, mid-esophageal view at 45°. **D:** continuous-wave Doppler across prosthetic aortic valve. **E:** pulse-wave Doppler in the left ventricle outflow tract. AT: acceleration time; EOA: effective orifice area; DVI: Doppler velocity index; LA: left atrium; LV: left ventricle; LVET: left ventricular ejection time; RA: right atrium; RV: right ventricle; PrAV: prosthetic aortic valve; VTI_{LVOT} : left ventricular outflow tract velocity-time integral; VTI_{PrAV} : prosthetic aortic valve velocity-time integral.

(< 100 days), with early IE (< 1 year) representing the majority of cases of TAVR-IE (64%)¹. Enterococci, *staphylococcus aureus*, coagulase-negative staphylococci, and streptococci are the most common causative microorganisms^{1,2}. Even though more than half of the TAVR-IE cases are classified as health-care-associated, the source of the infection remains unknown in almost 70% of cases despite thorough evaluations¹. Despite its rarity in cases of TAVR-IE, *S. lugdunensis* is a highly virulent pathogen that can grow on both bioprosthetic materials and native tissues due to its ability to produce and adhere to biofilms; in cases of TAVR-IE, however, remains unclear how patients

acquired *S. lugdunensis* bacteremia beforehand^{1,2}. The diagnosis of TAVR-IE can be challenging since over 40% of echocardiographic findings are inconclusive; hence, a multimodality imaging approach is essential in these cases^{1,2}. As conservative management is often inadequate, the valve must be replaced surgically; in uncomplicated cases with a sensitive organism, surgery should be considered if complications arise². The indications for surgery in this population are usually individualized according to the local experience, surgical risk, concomitant clinical conditions, and anatomical factors affecting surgery performance¹.

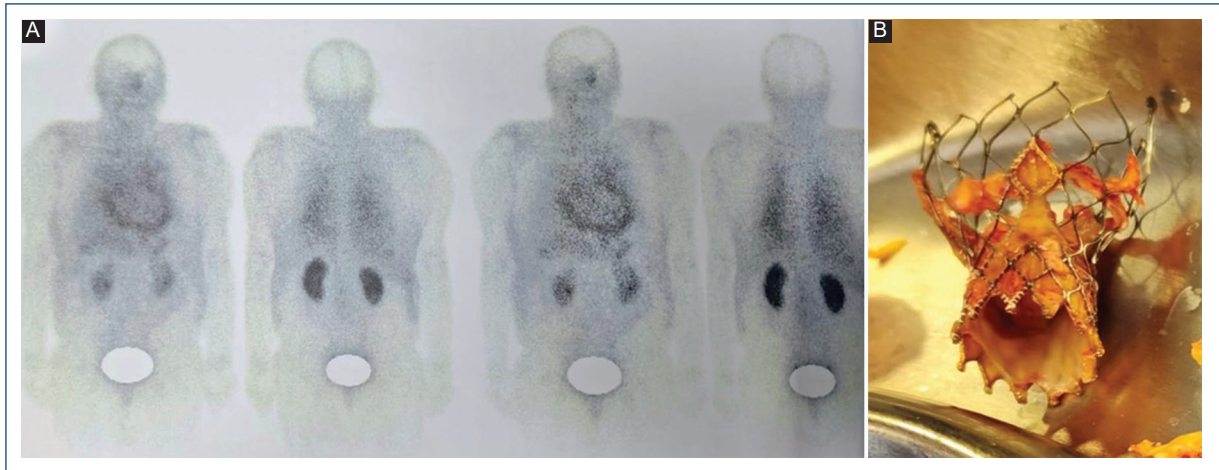


Figure 2. **A:** technetium-99m-ubiquicidin 29-41 SPECT-CT scan: focal uptake in the prosthetic aortic valve area and pericardium. **B:** transcatheter aortic valve replacement endoprosthesis extracted with fibrin and signs of edema on the prosthetic leaflets and skirt. SPECT-CT: single photon emission computed tomography-computed tomography.

Funding

This research has not received any specific grant from agencies in the public, commercial, or for-profit sectors.

Conflicts of interest

The authors declare no conflicts of interest.

Ethical considerations

Protection of humans and animals. The authors declare that no experiments involving humans or animals were conducted for this research.

Confidentiality, informed consent, and ethical approval. The authors have followed their institution's

confidentiality protocols, obtained informed consent from patients, and received approval from the Ethics Committee. The SAGER guidelines were followed according to the nature of the study.

Declaration on the use of artificial intelligence. The authors declare that no generative artificial intelligence was used in the writing of this manuscript.

References

1. Del Val D, Panagides V, Mestres CA, Miró JM, Rodés-Cabau J. Infective endocarditis after transcatheter aortic valve replacement: JACC state-of-the-art review. *J Am Coll Cardiol.* 2023;81:394-412.
2. Singhal P, Kanjanathai S, Kwan W. Recurrent multivalvular *Staphylococcus lugdunensis* endocarditis causing complete heart block after TAVR. *Case Rep Cardiol.* 2021;2021:5334088.

Lambl's excrescence on the aortic valve

Excrecencia de Lambl en la válvula aórtica

José M. Alanís-Naranjo*, Elvira Flores-Ibarra, Carlos Á. Monterrey-García, Cielmar Galeana-Abarca, and Julio C. Rivera-Hermosillo

Department of Cardiology, Hospital Regional 1° de Octubre, ISSSTE, Mexico City, Mexico

A 29-year-old female with systemic lupus erythematosus was admitted due to persistent fever. Imaging studies and transthoracic echocardiography (TTE) were non-diagnostic for infectious foci. *Salmonella* Typhi was detected in three separate blood cultures, and an intravenous antibiotic was prescribed; however, the fever persisted and the blood cultures remained positive. Transesophageal echocardiography (TEE) revealed a low-density, thin, hypermobile, filiform lesion on the ventricular surface of the aortic valve, consistent with Lambl's excrescence (LE) (Fig. 1A-E). Despite the TEE findings, the infectious disease department switched antibiotics, alleviating symptoms and resolving the fever. On the 14th day, blood cultures were negative, whereas follow-up TEE revealed no change in the filamentous structure. The patient was discharged symptom-free and completed 6 weeks of oral antibiotics without recurrence of fever. A 6-month follow-up TEE revealed no changes in the mobile structure or evidence of valvular disease (Fig. 1F and G).

Dr. Vilém Dušan Lambl first described LEs in 1856. Usually located at the Arantius nodules, these filiform structures (≤ 2 mm thick and ≥ 3 mm long), with

hypermobility, originate at the closure margins of valve leaflets^{1,2}. LEs are most common on the atrial surface of the mitral valve (68-76%) and the ventricular surface of the aortic valve (38-50%), and are rarely seen on native right-sided valves and prosthetic valves^{1,3}. Endothelial injury caused by valvular wear and tear contributes to excrescence development^{1,2}. The majority of LEs are asymptomatic and are found incidentally during echocardiography or autopsy^{2,3}. Nevertheless, they are considered rare causes of thromboembolism, usually due to fragmentation or microthrombus formation on top of the lesions, more often in the excrescences of the aortic valve. TEE remains the gold standard for diagnosis, with greater sensitivity and specificity than TTE^{1,2}. In light of the rarity of LEs, there is no standard management guideline^{2,3}; asymptomatic patients should be closely monitored and followed up with TEE³, while patients with embolic events should be managed individually, considering antiplatelets, anticoagulants or surgery^{2,3}. LEs should be considered in the differential diagnosis of infective endocarditis and other cardiac masses, with close monitoring and follow-up TEE in asymptomatic patients.

*Correspondence:

José M. Alanís-Naranjo

E-mail: martin.alanis.n@gmail.com

Date of reception: 27-08-2024

Date of acceptance: 31-01-2025

DOI: 10.24875/ACM.24000157

Available online: 04-08-2025

Arch Cardiol Mex. 2025;95(3):262-263

www.archivoscardiologia.com

1405-9940 / © 2025 Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez. Published by Permanyer. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

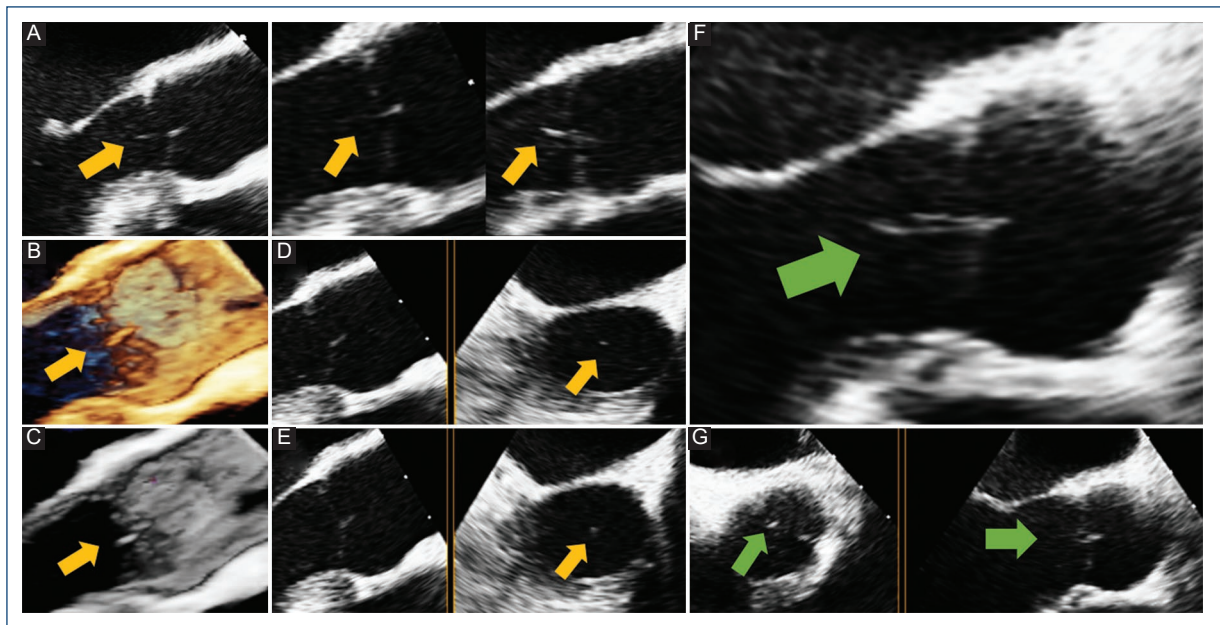


Figure 1. TEE shows Lambl's excrescence on the aortic valve. Initial TEE (yellow arrow): **A:** mid-esophageal long axis view depicting a filamentous structure attached to the ventricle surface of the aortic valve; **B** and **C:** 3-D reconstruction; **D** and **E:** mid-esophageal long axis view in X-plane mode demonstrating the mobile structure in the left ventricular outflow tract. Follow-up TEE, 6 months later, showing no change in the linear mobile structure (green arrow): **F:** mid-esophageal long-axis view and **G:** mid-esophageal aortic valve short-axis view in X-plane mode. TEE: transesophageal echocardiogram.

Funding

This research has not received any specific grant from agencies in the public, commercial, or for-profit sectors.

Conflicts of interest

The authors declare no conflicts of interest.

Ethical considerations

Protection of humans and animals. The authors declare that no experiments involving humans or animals were conducted for this research.

Confidentiality, informed consent, and ethical approval. The authors have followed their institution's

confidentiality protocols, obtained informed consent from patients, and received approval from the Ethics Committee. The SAGER guidelines were followed according to the nature of the study.

Declaration on the use of artificial intelligence.

The authors declare that no generative artificial intelligence was used in the writing of this manuscript.

References

1. Ammannaya GK. Lambl's excrescences: current diagnosis and management. *Cardiol Res.* 2019;10:207-10.
2. Alajjuri MA, Alajjuri OA, Alani FR. Lambl's excrescence as an etiology of thromboembolism: case report and literature review. *Clin Med Insights Case Rep.* 2023;16:1-6.
3. Shrestha B, Pokhrel A, Oke I, Paudel A, Timlisina B, Parajuli P, et al. Lambl's excrescences associated with cardioembolic stroke. *Am J Case Rep.* 2022;23:e934859.

Conexión anómala de venas pulmonares supracardiacas: el valor de la resonancia magnética cardiaca y el uso del flujo 4D en su evaluación

Anomalous connection of supracardiac pulmonary veins: the value of cardiac magnetic resonance imaging and the use of 4D flow in its evaluation

Rubén A. León-Laredo^{1,2}, Miguel A. Cruz-Marmolejo³, Miguel F. Barrera-Colin³, Karla Y. Franco-Rodríguez¹, Diego S. Claudio-Moreno^{1,4}, Luis F. Chávez-Vázquez^{1,2}, David Flores-Castañeda^{1,2}, María F. Rosas-Anaya^{1,4}, Ingrid J. Pratt-Rosales², Aloha Meave-González³ y Erick Alexanderson-Rosas^{1*}

¹Departamento de Cardiología Nuclear, Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez, Ciudad de México; ²Departamento de Ciencias de la Salud, Universidad Anáhuac México, EDOMEX; ³Departamento de Resonancia Magnética, Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez, Ciudad de México; ⁴Departamento de Medicina, UNAM, EDOMEX. México

La conexión anómala total de las venas pulmonares es un defecto congénito en el que todas las venas pulmonares conectan a una ubicación anómala, siendo el sitio de conexión la aurícula derecha o un vaso venoso sistémico en lugar de la aurícula izquierda. Su incidencia va del 1% al 3% de todos los casos de cardiopatías congénitas. Sus diferentes tipos pueden presentarse con conexiones a diferentes estructuras, de acuerdo a si son supracardiacas (45%), intracardiacas (25%), infracardiacas (25%) o mixtas (5%). La conexión a nivel supracardiaco puede ser a vena vertical y vena cava superior; a nivel intracardiaco, a seno coronario o de forma directa a aurícula derecha; y a nivel infracardiaco (Fig. 1), con paso del retorno venoso pulmonar a través del sistema porta y las venas hepáticas^{1,2}.

La presentación clínica de la conexión anómala total de venas pulmonares dependerá de si hay obstrucción en su trayecto, de los sitios de conexión o de si existe un cortocircuito restrictivo a nivel del tabique interauricular. Esta afección produce cianosis y sobrecarga de

volumen en el ventrículo derecho debido a que la sangre venosa pulmonar (oxigenada) drena hacia la aurícula derecha, en donde se mezcla con la sangre del retorno venoso sistémico (desoxigenada) obteniendo como resultado sangre mixta. Es necesario un cortocircuito en el tabique interauricular para que la cardiopatía sea compatible con la vida. La repercusión hemodinámica del cortocircuito condicionará dilatación de cavidades derechas secundaria a hiperflujo. Con el tiempo, estas alteraciones estructurales y funcionales pueden evolucionar hacia disfunción biventricular y remodelado vascular pulmonar, que culmina en insuficiencia cardiaca^{1,3,4}.

Es importante identificar los subtipos morfológicos de la conexión anómala total de las venas pulmonares para conocer el pronóstico, las complicaciones y los posibles abordajes terapéuticos (Fig. 2). La resonancia magnética cardiaca (RMC) permite un análisis anatómico, funcional, estructural y hemodinámico para la planificación prequirúrgica y el manejo posoperatorio^{3,5}.

*Correspondencia:

Erick Alexanderson-Rosas
E-mail: ealexanderson.edu@gmail.com

Fecha de recepción: 16-10-2024

Fecha de aceptación: 01-03-2025

DOI: 10.24875/ACM.24000193

Disponible en internet: 29-04-2025

Arch Cardiol Mex. 2025;95(3):264-266

www.archivoscardiologia.com

1405-9940 / © 2025 Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez. Publicado por Permanyer. Este es un artículo *open access* bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

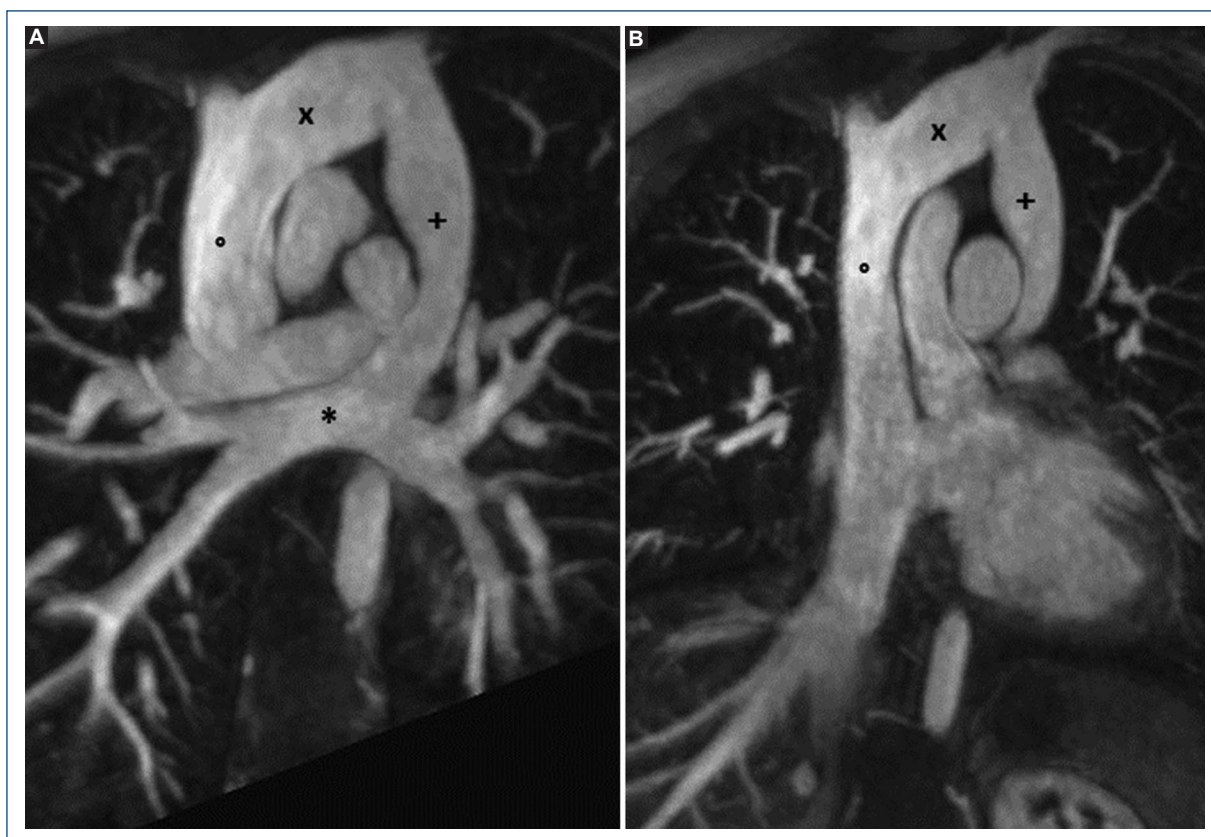


Figura 1. **A:** vista coronal oblicua que muestra la confluencia de las cuatro venas pulmonares a colector común (*), con drenaje a vena vertical (+), vena innominada (x) y vena cava superior (°). **B:** angiografía por resonancia magnética que muestra la confluencia de la vena cava superior a la aurícula derecha.

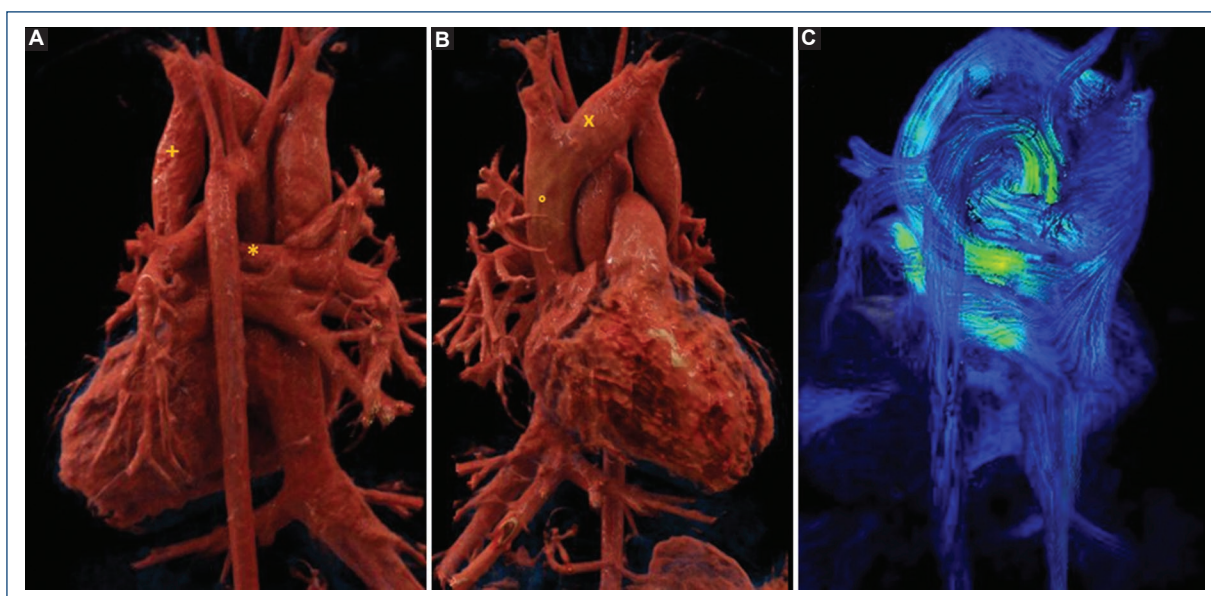


Figura 2. **A:** reconstrucción volumétrica, vista posterior, visualizando la confluencia de las venas pulmonares a colector común (*), con drenaje a vena vertical (+) y vena innominada (x). **B:** reconstrucción volumétrica, vista coronal, mostrando la confluencia de vena innominada a vena cava superior (°). **C:** valoración de la dinámica de flujos con secuencia de flujo 4D, evidenciando flujo laminar sin zonas de obstrucción.

La dinámica de flujos en cuatro dimensiones (4D) se ha estudiado como secuencia específica en los estudios de RMC basados en técnica de contraste de fase en 4D. Esta técnica proporciona información funcional por medio de la cuantificación y la visualización precisa de los patrones de flujo sanguíneo de forma no invasiva, ofreciendo ventajas sobre las técnicas convencionales en 2D. En el contexto de la conexión anómala total de las venas pulmonares facilita la identificación y el mapeo de los flujos anómalos en el trayecto de las venas pulmonares con la finalidad de hacer una valoración visual y cuantitativa de sitios de obstrucción, lo que podría ser de utilidad en el diagnóstico y la planeación prequirúrgica en casos que se encuentren con limitaciones ecocardiográficas y se busque una valoración 2D y 3D anatómica y funcional^{6,7}.

Financiamiento

La presente investigación no ha recibido ninguna beca específica de agencias de los sectores públicos, comercial o con ánimo de lucro.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Consideraciones éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad, consentimiento informado y aprobación ética. El estudio no involucra datos personales de pacientes ni requiere aprobación ética. No se aplican las guías SAGER.

Declaración sobre el uso de inteligencia artificial. Los autores declaran que no utilizaron algún tipo de inteligencia artificial generativa para la redacción de este manuscrito.

Referencias

1. Stout KK, Daniels CJ, Aboulhosn JA, Bozkurt B, Broberg CS, Colman JM, et al. AHA/ACC Guideline for the management of adults with congenital heart disease: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. *Circulation*. 2018;139:e698-800.
2. Muñoz Castellanos L, Sánchez Vargas CA, Kuri Nivón M. Estudio morfológico de la conexión anómala total de venas pulmonares. *Arch Cardiol Mex*. 2007;77:265-74.
3. Fogel MA, Anwar S, Broberg C, Browne L, Chung T, Johnson T, et al. Society for Cardiovascular Magnetic Resonance/European Society of Cardiovascular Imaging/American Society of Echocardiography/Society for Pediatric Radiology/North American Society for Cardiovascular Imaging Guidelines for the use of cardiovascular magnetic resonance in pediatric congenital and acquired heart disease: endorsed by the American Heart Association. *J Cardiovasc Magn Reson*. 2022;24:37.
4. Shah AH, Oechslin E, Benson L, Crean AM, Silversides C, Bach Y, et al. Long-term outcomes of unrepaired isolated partial anomalous pulmonary venous connection with an intact atrial septum. *Am J Cardiol*. 2023;201:232-8.
5. Abdel Razek AAK, Al-Marsafawy H, Elmansy M, El-Latif MA, Sobh D. Computed tomography angiography and magnetic resonance angiography of congenital anomalies of pulmonary veins. *J Comput Assist Tomogr*. 2019;43:399-405.
6. Kandler D, Lücke C, Grothoff M, Andres C, Lehmkuhl L, Nitzsche S, et al. The relation between hypointense core, microvascular obstruction and intramyocardial haemorrhage in acute reperfused myocardial infarction assessed by cardiac magnetic resonance imaging. *Eur Radiol*. 2014;24:3277-88.
7. Beijink CWH, van der Hoeven NW, Konijnenberg LSF, Kim RJ, Bekkers SCAM, Kloner RA, et al. Cardiac MRI to visualize myocardial damage after ST-segment elevation myocardial infarction: a review of its histologic validation. *Radiology*. 2021;301:4-18.

Protección radiológica en cardiología intervencionista pediátrica en América Latina y el Caribe: colaboración y retos en México

Radiological protection in pediatric interventional cardiology in Latin America and the Caribbean: collaboration and challenges in Mexico

Silvia C. Britton-Robles^{1*}, Carlos A. Ubeda-de la Cerda² y María C. Franco-Cabrera¹

¹Departamento de Cardiología Pediátrica, Hospital Zambrano Hellion, Tecnológico de Monterrey, Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud, Monterrey, N.L., México; ²Departamento de Tecnología Médica, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Tarapacá, Arica, Chile

Estimado Editor:

Nos dirigimos a usted para expresar nuestra preocupación sobre la optimización de la protección en radiología intervencionista pediátrica en América Latina y el Caribe, y los desafíos que enfrenta México en este ámbito.

La principal fuente de exposición artificial de la población mundial a las radiaciones ionizantes está dada por las aplicaciones médicas, principalmente en tomografía computarizada y radiología intervencionista, según el Comité Científico de las Naciones Unidas sobre el Efecto de las Radiaciones Atómicas (UNSCEAR). En el ámbito de la intervención, la cardiología intervencionista aporta el mayor porcentaje a estas exposiciones¹. El crecimiento en el número de procedimientos de cardiología intervencionista pediátrica y las mejoras en precisión y eficacia que permite la tecnología de imagen suponen enormes beneficios clínicos a la población, pero también representan un desafío en protección radiológica. Los pacientes pediátricos requieren especial atención, dada su mayor expectativa de vida para manifestar efectos adversos probabilísticos como el cáncer radioinducido².

En México se carece de estudios que reflejen el estado del conocimiento y la práctica de protección

radiológica en el medio. La falta de regulaciones congruentes con la tecnología de imagen en intervencionismo y la escasez de capacitación específica en protección radiológica son otros obstáculos. Aunque hay esfuerzos aislados de instituciones y profesionales de la salud, persisten brechas en la implementación de prácticas de protección radiológica estandarizadas y en la disponibilidad de recursos adecuados.

La Organización Panamericana de la Salud y la Organización Mundial de la Salud, en cooperación con el Organismo Internacional de Energía Atómica, aprobaron en 2018 la creación del programa OPRIPALC (Optimización de la Protección en Radiología Intervencionista Pediátrica en América Latina y el Caribe) como una respuesta conjunta para ayudar a sus Estados miembros a cumplir con las Normas Básicas Internacionales de Seguridad. Esta iniciativa busca promover la colaboración entre los países participantes, diseñar estrategias y llevar a cabo acciones coordinadas con el fin de que las exposiciones a radiación de los pacientes pediátricos sean óptimas para conseguir los objetivos diagnósticos y terapéuticos en los procedimientos de intervención³. OPRIPALC tiene en etapa de revisión final la publicación de uno de sus entregables más importantes, que es un documento de consenso para

*Correspondencia:

Silvia C. Britton-Robles

E-mail: ceciliabritton@yahoo.com.mx

Fecha de recepción: 09-07-2024

Fecha de aceptación: 21-11-2024

DOI: 10.24875/ACM.24000122

Disponible en internet: 11-02-2025

Arch Cardiol Mex. 2025;95(3):267-268

www.archivoscardiologia.com

1405-9940 / © 2024 Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez. Publicado por Permanyer. Este es un artículo *open access* bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

la región de América Latina y el Caribe que ofrece orientación para la optimización de la protección radiológica y el uso de niveles de referencia para diagnósticos para el monitoreo y la gestión de la dosis a los pacientes. Esta será una importante herramienta de difusión de conocimiento y recomendaciones accionables en los centros de intervencionismo de la región.

En octubre de 2023, México reforzó su participación en el programa OPRIPALC integrando a un equipo de especialistas de cardiología intervencionista, radiología y física médica del sistema de salud del Tecnológico de Monterrey. Los objetivos primordiales son promover la cultura de seguridad radiológica en el intervencionismo pediátrico y mejorar la calidad de estos procedimientos en los centros que se integren a este esfuerzo en el país.

Es fundamental que los órganos reguladores, las instituciones de salud y los profesionales del sector trabajemos en conjunto para abordar los desafíos en seguridad radiológica de nuestra práctica. Se requieren una mayor inversión en educación y más entrenamiento en protección radiológica, así como el desarrollo de normativas y programas de gestión de calidad en radiología intervencionista que garanticen prácticas seguras y consistentes.

Instamos a las autoridades y los liderazgos pertinentes a tomar medidas concretas para mejorar la protección radiológica ante los desafíos que enfrenta México. Solo mediante un enfoque integral y colaborativo podremos garantizar la seguridad de los pacientes y de los profesionales de la salud en cardiología intervencionista pediátrica.

Agradecemos la atención prestada a esta preocupación urgente y quedamos a disposición para colaborar en cualquier iniciativa destinada a abordar tan importante tema.

Financiamiento

La presente investigación no ha recibido ninguna beca específica de agencias de los sectores públicos, comercial o con ánimo de lucro.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Consideraciones éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad, consentimiento informado y aprobación ética. El estudio no involucra datos personales de pacientes ni requiere aprobación ética. No se aplican las guías SAGER.

Declaración sobre el uso de inteligencia artificial. Los autores declaran que no utilizaron algún tipo de inteligencia artificial generativa para la redacción de este manuscrito.

Referencias

1. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, UNSCEAR. Sources, effects and risks of ionizing radiation. UNSCEAR 2020/2021 Report. Volume I. Scientific Annex A. Evaluation of medical exposure to ionizing radiation. United Nations: New York, NY, USA; 2022. Disponible en: https://www.unscear.org/unscear/en/publications/2020_2021_1.html
2. Linet MS, Kim KP, Rajaraman P. Children's exposure to diagnostic medical radiation and cancer risk: epidemiologic and dosimetric considerations. *Pediatr Radiol.* 2009;39:4-26.
3. Ubeda C, Vano E, Pérez MD, Jiménez P, Ramírez R, Nader A, et al. Setting up regional diagnostic reference levels for pediatric interventional cardiology in Latin America and the Caribbean countries: preliminary results and identified challenges. *J Radiol Prot.* 2022;42:031513.

Comentario del estudio de las primeras perspectivas de hipertensión arterial en México (RIHTA): ¿estamos haciendo las cosas bien?

Comment on the firsts insights of the arterial hypertension study in México (RIHTA): are we doing things right?

Regina Aguilar-López, Gustavo Rojas-Velasco y Renata Toledo-Elías*

Unidad de Terapia Intensiva Cardiovascular, Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez, Ciudad de México, México

Sr. Editor:

Leímos con gran interés el estudio *Pacientes viviendo con hipertensión arterial en México: primeras perspectivas del registro mexicano de hipertensión arterial (RIHTA)*, que incluyó 5590 participantes. Su objetivo principal fue analizar la prevalencia de hipertensión arterial (HTA) descontrolada en México, al igual que presentar las características demográficas de la población, su comorbilidad y su tratamiento¹.

Un hallazgo destacable del estudio RIHTA es que, dependiendo de la guía utilizada, la prevalencia de HTA descontrolada puede variar significativamente, siendo casi tres veces mayor (59%) si se toma la definición de las guías americanas (American College of Cardiology y American Heart Association [ACC/AHA]) en comparación con la de las europeas (European Society of Cardiology y European Society of Hypertension [ESC/ESH]) (20.1%)¹. Al hacer una búsqueda de estudios similares, basados en los criterios de las guías europeas, encontramos un estudio multicéntrico en el que se describe una prevalencia de HTA descontrolada del 29.3%² y un análisis semisistemático en el que se reportó que alrededor del 50% de los pacientes no se encontraban controlados³. Adicionalmente, en la última Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) se estimó que más de la mitad de los pacientes

hipertensos (67%) tenían cifras fuera de metas de control⁴.

La variabilidad de la prevalencia de HTA descontrolada en los distintos registros nos habla de la necesidad de homogeneizar el punto de corte utilizado y de considerar los factores propios de la población estudiada, lo cual tiene un impacto significativo en la proporción de pacientes que viven con hipertensión descontrolada.

En las últimas recomendaciones de la guía ACC/AHA se disminuyó la meta de control basándose en evidencia que sugiere que unos puntos de corte más elevados se asocian con mayor riesgo cardiovascular. Sin embargo, diversos estudios señalan las desventajas del sobretratamiento y el incremento en los costos de atención^{5,6}. En nuestra opinión, México requiere una regulación estricta en las metas de presión arterial, como recomiendan las guías americanas, considerando el alto riesgo cardiovascular y el descontrol encontrados en nuestra población.

Típicamente, la HTA se encuentra asociada a otros factores de riesgo cardiovascular^{5,6}. En el estudio RIHTA se destaca que más del 80% de la población presentaba sobrepeso u obesidad, el 54% sedentarismo y solo el 28% llevaba una dieta de restricción calórica; así mismo, los pacientes presentaban niveles

*Correspondencia:

Renata Toledo-Elías

E-mail: rentoledo1999@gmail.com

Fecha de recepción: 23-05-2024

Fecha de aceptación: 24-10-2024

DOI: 10.24875/ACM.24000100

Disponible en internet: 02-12-2024

Arch Cardiol Mex. 2025;95(3):269-270

www.archivoscardiologia.com

1405-9940 / © 2024 Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez. Publicado por Permanyer. Este es un artículo *open access* bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

elevados de colesterol unido a lipoproteínas de baja densidad (59%) y de triglicéridos (56%), y diabetes *mellitus* tipo 2 (39%). Sin embargo, solo el 12.3% se encontraban en tratamiento con estatinas y el 6% con fibratos, lo cual evidencia que muchos pacientes no tienen la cobertura necesaria¹. De acuerdo con la investigación, hasta el 40% de los participantes solo contaban con esquemas de tratamiento farmacológico, dejando a un lado los beneficios que confieren los cambios en el estilo de vida para lograr el control de las cifras de presión arterial.

En la actualidad, las recomendaciones establecen un esquema de doble terapia farmacológica en la mayoría de los pacientes. A pesar de que los regímenes de monoterapia eran utilizados anteriormente, se observó que incrementar las dosis del fármaco confiere pocos beneficios y aumenta los efectos adversos^{5,6}. Gracias al estudio RIHTA podemos tener un panorama de los esquemas en nuestro país, con resultados que invitan al análisis y la adecuación de los mismos. Se constató que el 37.9% de los pacientes se encontraban en un régimen de monoterapia, lo cual minimiza la probabilidad de mantener metas de protección cardiovascular¹. Por consiguiente, se requiere insistir acerca de los beneficios de la doble terapia, individualizando cada caso.

La HTA es una enfermedad con un gran impacto social y económico en todo el mundo. En México y Latinoamérica existen escasos estudios que describan sus características y comportamiento en nuestra población. Es fundamental que, como personal de salud, nos enfoquemos en el manejo integral de nuestros pacientes, tomando en cuenta la adherencia, la indicación correcta de los fármacos, el manejo adecuado de la comorbilidad y la implementación de medidas no farmacológicas para alcanzar un control óptimo de la HTA.

Como es mencionado por los autores, una de las limitaciones del estudio es su restricción a una población que cuenta con seguridad social, lo cual les brinda el acceso a medicamentos¹. Lo anterior excluye a poblaciones vulnerables, en las que es probable que exista un mayor descontrol de la HTA y más complicaciones cardiovasculares.

Consideramos que la realización del estudio brinda información valiosa y de gran utilidad para el personal de salud de cualquier nivel de atención, para comprender la situación actual de la HTA en nuestro país. Sin embargo, es fundamental llevar a cabo más estudios multicéntricos y estandarizar los criterios diagnósticos para lograr una estimación precisa del comportamiento

de esta patología en México. A pesar del incremento en los esfuerzos para el correcto control y el tratamiento de la HTA, en la actualidad nos enfrentamos al reto de establecer medidas adecuadas que contribuyan a reducir el riesgo de complicaciones asociadas.

Financiamiento

La presente investigación no ha recibido ninguna beca específica de agencias de los sectores públicos, comercial o con ánimo de lucro.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Consideraciones éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad, consentimiento informado y aprobación ética. El estudio no involucra datos personales de pacientes ni requiere aprobación ética. No se aplican las guías SAGER.

Declaración sobre el uso de inteligencia artificial. Los autores declaran que no utilizaron ningún tipo de inteligencia artificial generativa para la redacción de este manuscrito.

Referencias

1. Palomo-Piñón S, Antonio-Villa NE, García-Cortés LR, Moreno-Noguez M, Alcocer L, Álvarez-López H, et al. Patients living with arterial hypertension in Mexico: first insights of the Mexican Registry of Arterial Hypertension (RIHTA Study). *Am J Hypertens*. 2024;37:503-13.
2. Palomo-Piñón S, Antonio-Villa NE, García-Cortés LR, Álvarez-Aguilar C, González-Palomo E, Bertadillo-Mendoza OM, et al. Prevalence and characterization of undiagnosed arterial hypertension in the eastern zone of Mexico. *J Clin Hypertens (Greenwich)*. 2022;24:131-9.
3. Morales-Villegas EC, Yarleque C, Almeida ML. Management of hypertension and dyslipidemia in Mexico: evidence, gaps, and approach. *Arch Cardiol Mex*. 2023;93:77-87.
4. Campos-Nonato I, Oviedo-Solís C, Vargas-Meza J, Ramírez-Villalobos D, Medina-García C, Gómez-Álvarez E, et al. Prevalencia, tratamiento y control de la hipertensión arterial en adultos mexicanos: resultados de la Ensanut 2022. *Salud Publica Mex*. 2023;65:s169-80.
5. Whelton PK, Carey RM, Aronow WS, Casey DE Jr, Collins KJ, Dennison Himmelfarb C. 2017 ACC/AHA/AAPA/ABC/ACPM/AGS/APhA/ASH/ASPC/NMA/PCNA guideline for the prevention, detection, evaluation, and management of high blood pressure in adults: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. *Hypertension*. 2018;71:e13-e115.
6. Williams B, Mancia G, Spiering W, Agabiti Rosei E, Azizi M, Burnier M, et al. 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension. *Eur Heart J*. 2018;39:3021-104.