ISSN 0329-0433 | ISSN 1853-2357 (en línea)

REVISIÓN POR EXPERTOS

**¿Qué es importante saber sobre cardiooncología?**

*Natalia Zareba, María Jimena Gambarte, Rita Tepper*

# CONAREC

Julio - Agosto de 2024 - Año 40 - Nº 175

REVISIÓN ANUAL

## Dominios de la Cardiología del Deporte y el Ejercicio

*Araceli Boraita, Sebastián Wolff*


MONOGRAFÍA SELECCIONADA

Cardiología intervencionista en la era de la inteligencia artificial
*Giordano M*

ARTÍCULOS ORIGINALES

Importancia de la hipertensión arterial en el período preoperatorio de cirugías programadas no cardíacas
*Roggero MA y cols.*

Análisis de mortalidad en pacientes con infarto agudo de miocardio con elevación del segmento ST con presentación menor a 12 horas sometidos a intervención percutánea coronaria
*Pérez Nieto F y cols.*

CASOS CLÍNICOS

Insuficiencia tricuspídea masiva. ¿Más que un trauma?
*Ceballos B y cols.*

Tratamiento antibiótico supresivo en endocarditis infecciosa por Enterococcus faecalis en válvula aórtica mecánica
*Otero Gómez LA y cols.*

Disección espontánea de arteria coronaria: un diagnóstico inesperado
*Giudicatti B y cols.*

IMÁGENES EN CARDIOLOGÍA

Tumor quístico del nodo atrioventricular de localización atípica
*Bassino P y cols.*


PUBLICACIONES LATINOAMERICANAS S.R.L.
www.publat.com.ar

Publicación Científica del CONAREC
www.conarec.org

**NOVEDAD**
TERAPÉUTICA

# Bempenal®
Ácido Bempedoico

# Bempezet®
Ácido Bempedoico
/ Ezetimibe

La **meta** es **POSIBLE**

Adium | Línea **Cardiometabólica**

**BEMPENAL®**

**PRESENTACIÓN**
**180 mg** x 30 comprimidos.

INFORMACIÓN
PARA PRESCRIBIR
**BEMPENAL®**
ESCANEE EL CÓDIGO QR

**BEMPEZET®**

**PRESENTACIÓN**
**180 mg / 10 mg** x 30 comprimidos.

INFORMACIÓN
PARA PRESCRIBIR
**BEMPEZET®**
ESCANEE EL CÓDIGO QR

**Productos comercializados por Monte Verde S.A.**
**MATERIAL EXCLUSIVO PARA PROFESIONALES DE LA SALUD.**
Para reportar un evento adverso o queja de producto favor de enviar un correo a: **fvigilancia@adium.com.ar**
**Monte Verde S.A. es una empresa del Grupo Adium (www.adiumpharma.com). ADIUM® es una marca registrada del Grupo Adium.**

Adium

Información disponible para Profesionales: **Dpto. Médico Adium: Tel (011) 4509-7100**
Complejo Empresarial Urbana 1. Int. Cnel. Amaro Ávalos 2829 3° Piso (B1605 EBQ)
Munro / Buenos Aires / Argentina.
**adium.com.ar**

# DAPAX

## Dapagliflozina 5/10 mg

## Poder **cardio renoprotector**

- Significativa reducción de la morbimortalidad en IC.
- Mejora la calidad de vida y reduce las hospitalizaciones por IC descompensada.
- Mayor control glucémico independiente de la secreción de insulina y de la insulinorresistencia.
- Tratamiento adyuvante de todos los antidiabéticos orales y de la insulina.
- Bajo riesgo de hipoglucemia.
- Evita la progresión del deterioro de la función renal en pacientes con y sin diabetes.

## POSOLOGÍA

| | |
|---|---|
| Insuficiencia cardíaca | 10 mg una vez al día |
| Insuficiencia renal crónica | |
| Diabetes Mellitus tipo 2 | 5 a 10 mg una vez al día |

Cómoda posología: 1 toma diaria con o fuera de las comidas.

PRESENTACIONES: Comprimidos recubiertos x 30

PAMI INSSJP

pap Programa de ayuda al paciente

MPN MEDICAMENTOS DE PRIMER NIVEL

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

Dapax 5/10 se encuentra sujeto a un Plan de Gestión de Riesgos (PGR) aprobado por la ANMAT.

**Baliarda**
*Vida con salud*
www.baliarda.com.ar

# AUTORIDADES - REVISTA CONAREC 2024


## DIRECTORA

Lucía de la Costa
*Sanatorio Delta | Rosario*

## SUBDIRECTORAS

Micaela Arano
*Hospital Naval | CABA*

Melina Montivero
*Hospital San Juan de Dios | La Plata*

## JEFA DE REDACCIÓN

Victoria Ferrara
*Hospital Carlos G. Durand | CABA*

## COORDINADORES

María Belén Barbosa
*Sanatorio Sagrado Corazón | CABA*

Juan Martín Brunialti
*Hospital San Juan de Dios | La Plata*

## COMITÉ DE REDACCIÓN

Alexia Denisse Aguzezko
*Hospital Fernández | CABA*

Micaela Romina Basso
*Hospital San Juan de Dios | La Plata*

Beatriz Adriana Ceballos
*Hospital San Juan de Dios | La Plata*

Gonzalo Chaparro
*Hospital Evita | Formosa*

Florencia D´Ascanio
*Hospital San Juan de Dios | La Plata*

Iván Alejandro Didolich
*Hospital Naval | CABA*

Sebastián Garibaldi
*Sanatorio Sagrado Corazón | CABA*

Pablo Ariel Gerez Montaya
*Hospital San Juan de Dios | La Plata*

Cecilia Giamo
*Hospital Naval | CABA*

Rieraldy Huarachi Llanos
*Hospital San Juan de Dios | La Plata*

Pablo Andrés Iomini
*Hospital Dr. Prof. Alejandro B. Posadas | Buenos Aires*

Constanza Daniela Longhena
*Hospital Naval | CABA*

Martín Lucero
*Instituto Sabathie | Rosario*

Leandro Lukesteik
*Hospital Evita | Formosa*

María de los Milagros Molina
*Hospital Naval | CABA*

Pablo Wladimir Navarro Estrada
*Hospital Italiano | La Plata*

Cynthia Aldana Petraglia
*Hospital Naval | CABA*

Leandra Plet
*Hospital San Juan de Dios | La Plata*

Jimena Sgaroli
*Hospital San Juan de Dios | La Plata*

## TRADUCCIONES AL INGLÉS

María Isabel Ayala
*Traductora Literaria y Técnico-Científica*

## COMITÉ ASESOR

Antonio Bayés de Luna
*Profesor en Medicina. Investigador Senior - ICCC. Fundación de Investigación Cardiovascular. Hospital Sta. Creu y St. Pau, Barcelona, España.*

Juan José Badimon, Ph.D., FACC, FAHA
*Profesor en Medicina. Director, Atherothrombosis Research Unit, Cardiovascular Institute New York. Icahn School of Medicine at Mount Sinai.*

Adrián Baranchuk MD FACC FRCPC FCCS
*Profesor en Medicina. Queen's University. Presidente, International Society of Electrocardiology. Editor-in-Chief, Journal of Electrocardiology.*

Lina Badimon
*Profesora en Medicina. Director Cardiovascular Research Center (CSIC-ICCC). Hospital de la Santa Creu i Sant Pau. Vicepresidente de la European Society of Cardiology.*

Julio A. Panza
*Jefe de Cardiología y Profesor de Medicina, Westchester Medical Center / New York Medical College.*

Andrés Pérez-Riera
*Médico, Universidad Nacional de Córdoba. Revalidación médico, Federal University of Goiás (1979). Residencia en Medicina Interna, Hospital de Clínicas, Córdoba.Residencia en Cardiología, Dante Pazzanese Institute, São Paulo, Brazil. Título Cardiólogo "Instituto do Coração" Brazil (InCor). Título Métodos Gráficos en Cardiología, "Instituto do Coração" (InCor). Master Degree, São Paulo School of Medicine – São Paulo Hospital – Graphic Methods Area in the Cardiology Chair (1980-1981). Degree of Specialist by proficiency test in Cardiology– Brazilian Society of Cardiology. Medalla de oro y Diploma, Universidad de Córdoba.*

Julián Segura
*Jefe de la Unidad de Hipertensión Arterial. Servicio de Nefrología. Hospital Universitario 12 de Octubre. Presidente de la Sociedad Española de Hipertensión-Liga Española para la Lucha contra la Hipertensión Arterial.*

David Prieto-Merino
*Associate Professor, London School of Hygiene & Tropical Medicine. Director de la Cátedra de Análisis Estadístico y Big Data de la Universidad Católica de Murcia, España.*

Manlio F. Márquez
*Departamento de Electrofisiología, Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez", México D.F. Exvicepresidente de la Sociedad Latinoamericana de Estimulación Cardíaca y Electrofisiología.*

Fernando Peñafort
*Cardiólogo universitario SAC UBA. Especialista en Electrofisiología. Universidad de la Plata SADEC. Jefe de Electrofisiología: Hospital Español de Mendoza. Clínica de Cuyo. Hospital Santa Isabel de Hungría. Médico de planta, Servicio de Cardiología. Hospital Lagomaggiore, Mendoza. Miembro titular de la Federación Argentina de Cardiología y Sociedad Argentina de Cardiología.*

Daniel Piskorz
*Presidente Federación Argentina de Cardiología 2017. Presidente Sociedad Argentina de Hipertensión Arterial 2011-2013. Director Centro de Investigaciones Cardiovasculares del Sanatorio Británico SA de Rosario.*

Eduardo R. Perna
*Jefe División de Insuficiencia Cardíaca e Hipertensión Pulmonar. Unidad de Cuidados Intensivos Coronarios Instituto de Cardiología "J. F. Cabral", Corrientes. Argentina.*

Mario Bendersky
*Profesor titular Farmacología Aplicada UNC. Director maestría HTA, Univ Católica Córdoba. Jefe unidad HTA, Inst. Modelo Cardiología, Cba.*

Néstor A. Vita
*Jefe de Cardiologia del Hospital Italiano de Rosario. Ex presidente de Federación Argentina de Cardiología.*

Jorge Thierer
*Jefe Unidad Insuficiencia Cardíaca CEMIC. Director Asociado Revista Argentina de Cardiología*

Ricardo Iglesias
*Ex Presidente CONAREC. Expresidente Sociedad Argentina de Cardiología. Expresidente Fundación Cardiológica Argentina. Fellow American College of Cardiology.*

Hernán C. Doval
*Médico de Cardiología del Htal. Italiano de Bs. As. Director de la Revista Argentina de Cardiología.*

Carlos Tajer
*Jefe de Cardiología Hospital El Cruce. Expresidente Sociedad Argentina de Cardiología.*

Hugo Grancelli
*Jefe del Servicio de Cardiología del Sanatorio Finochietto. Director Carrera de Especialista en Cardiología. Universidad de Buenos Aires. Expresidente de la Sociedad Argentina de Cardiología.*

José Horacio Casabé FACC, PhD
*Jefe de Cardiología ICYCC. Hospital Universitario Fundación Favaloro. Miembro titular Sociedad Argentina de Cardiología.*

Laura Schreier
*Doctora en Bioquímica, Profesora Titular Facultad de Farmacia y Bioquímica-UBA. Jefe del Laboratorio de Lípidos y Aterosclerosis y Directora del Departamento de Bioquímica Clínica, Hospital de Clínicas, UBA. Secretaria Asuntos Internacionales de Sociedad Argentina de Lípidos, Miembro Comité Asesor del Consejo de Aterosclerosis y Trombosis, Sociedad Argentina de Cardiología.*

Martín Donato
*Profesor en Medicina. Instituto de Fisiopatología Cardiovascular. Facultad de Medicina, Universidad de Buenos Aires. Investigador CONICET.*

Alejandro Macchia
*Fundación GESICA.*

Roberto Héctor Iermoli
*Profesor en Medicina. Director de Docencia e Investigación, Hospital de Clínicas, UBA. Director del Dpto. de Medicina, Facultad de Medicina, UBA.*

Raúl Borracci
*Profesor de Bioestadística, Facultad de Ciencias Biomédicas, Universidad Austral. Servicio de Cirugía Cardiovascular, Facultad de Medicina, UBA. Director Adjunto de la Revista Argentina de Cardiología. Coordinador del Comité de Bioética de la Sociedad Argentina de Cardiología.*

Hernán Cohen Arazi
*Cardiólogo CEMIC y centro médico Pilares. Magister en Efectividad Clínica y Sanitaria. Miembro titular, integrante del área de investigación y exdirector del Consejo de Emergencias Cardiovasculares. Sociedad Argentina de Cardiología. Exjefe de Cardiología FLENI.*

## COORDINADOR REVISIÓN ANUAL

José M. Picco
*Médico cardiólogo Universitario, Universidad de Buenos Aires. Sociedad Argentina de Cardiología. Especialista en Ecocardiografía Doppler. Coordinador de docencia e investigación Instituto de Cardiología y Medicina del deporte Wolff | Argentina*

## MIEMBROS HONORARIOS

Dr. René Favaloro +
Dr. Carlos Bertolasi +
Dr. Arnaldo Angelino +

## SECRETARÍA CONAREC

Mariela Tolcachier
Tel: (011) 1536772989
secretariaconarec@yahoo.com.ar

## CORRESPONDENCIA

www.revistaconarec.com.ar
conarecrevista@gmail.com

## SEDE SOCIAL

Azcuénaga 980 - CABA

CONAREC

## AUTORIDADES - CONAREC 2024

PRESIDENTE
Facundo Balsano
*Hospital Durand | CABA*

VICEPRESIDENTA
María Luz Arri
*Hospital José María Cullen | Santa Fe*

TESORERO
Patricio Iván Frangi
Hospital Churruca Visca | *CABA*

PROTESORERA
Andrea Tarre
*Leben Salud | Río Negro*

SECRETARIO
Francisco Olivares Prado
*ICBA | CABA*

PROSECRETARIA
*María Victoria Verteramo*
*Sanatorio Finochietto | CABA*

REPRESENTANTES ZONALES
**CABA**
Federico Martín Taret
*Fundación Favaloro*
Franco Ariel Varone
*Hospital Carlos G. Durand*
**Gran Buenos Aires**
Gimena Alejandra Alauy
*Malvinas Argentinas*
**Buenos Aires**
Ivana Camisassa
*HIGA Dr Oscar Alende | Mar del Plata*
Josefina Pace
*Hospital Italiano | La Plata*
**Catamarca**
Rodrigo Gorno
*Sanatorio Pasteur*
**Chaco**
Pablo Leonardo Cabrera
*Clínica de Urgencias Sanatorio Güemes*
**Chubut**
Ángel David Villalba
*Clínica del Valle*
**Córdoba**
Paulina Indarte
*Hospital de Córdoba*
**Corrientes**
Cristela Macin
*Instituto Juana Cabral*
**Entre Ríos**
Gimena Noelia Schneider
*Sanatorio Adventista*
**Formosa**
Araceli Kalyn
*Hospital Alta Complejidad*
**Jujuy**
Karla Mabel Almanza Ureña
*Clínica Fátima*
**La Rioja**
Analia Fernanda Medina
*INCOR*
**Mendoza**
María de los Ángeles Tenuta
*Hospital Español*
**Misiones**
Naiara Fassa
*Hospital Madariaga*
**Neuquén**
Lucrecia Quezada
*Hospital Pasteur*
**Río Negro**
Jennifer Magnasco
*Leben Salud*
**Rosario**
Ezequiel Eduardo Valsecchi
*Sanatorio Parque*
**Salta**
Miguel Ricaldi
*Hospital San Bernardo*
**San Luis**
Andrés David Ferreira
*Hospital Privado de Villa Mercedes*
**San Juan**
Florencia Camera
*Hospital Dr Guillermo Rawson*
**Santa Fe**
Alan Oesquer
*Hospital Cullen*
**Santiago del Estero**
Pablo Fuentes
*Clínica Yunes*
**Tucumán**
Gustavo Paz
*Sanatorio Modelo*

DIRECTORA REVISTA
Lucía de la Costa
Sanatorio Delta | Rosario

SUBDIRECTORAS
Micaela Arano *Hospital Naval | CABA*
Melina Montivero *Hospital San Juan de Dios | La Plata*

PÁGINA WEB
Director: Nicolás Martínez Marietti
*Sanatorio del Salvador | Córdoba*
Subdirector: Federico Aguirre
*Instituto Juana Cabral | Corrientes*

COMITÉ CIENTÍFICO
Eliel Ramírez
*Hospital Italiano | Mendoza*
Agustín Vignatti
*Hospital José María Cullen | Santa Fe*
María Paula Farez
*Hospital Fundación Favaloro | CABA*
Clara Corra
*Sanatorio Corporación Médica Gral. San Martín | Gran Buenos Aires*

ÓRGANO DE FISCALIZACIÓN Y PERMANENCIA
Melisa Antoniolli
Lucas Campana Lancman

ASESORÍA
Darío Igolnikof
Tatiana Meites

SECRETARÍA
Mariela Tolcachier
*Secretaria Presidencia*

## SEDES DE JORNADAS

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1980: I | Buenos Aires | 1994: XIV | Rosario | 2005: XXV | Córdoba | 2016: XXXVI | Rosario |
| 1981: II | Buenos Aires | 1995: XV | Mendoza y San Juan | 2006: XXVI | San Juan | 2017: XXXVII | Santa Fe |
| 1982: III | Buenos Aires | 1996: XVI | Tucumán | 2007: XXVII | Buenos Aires | 2018: XXXVIII | Mar del Plata |
| 1983: IV | Buenos Aires | 1997: XVII | Corrientes | 2008: XXVIII | La Rioja | 2019: XXXIX | Córdoba |
| 1984: V | Buenos Aires | 1998: XVIII | San Juan | 2009: XXIX | Mendoza | 2020: XL | Modalidad virtual |
| 1985: VI | Buenos Aires | 1999: XIX | Buenos Aires | 2010: XXX | Jujuy | 2021: XLI | Modalidad virtual |
| 1986: VII | Rosario | 2000: XX | Córdoba | 2011: XXXI | Córdoba | 2022: XLII | Mar del Plata |
| 1988: IX | San Juan | 2001: XXI | Rosario | 2012: XXXII | Santa Fe | 2023: XLIII | Mendoza |
| 1990: X | Buenos Aires | 2002: XXII | Entre Ríos | 2013: XXXIII | Rosario | | |
| 1991: XI | Buenos Aires | 2003: XXIII | Tucumán | 2014: XXXIV | Mar del Plata | | |
| 1992: XII | Córdoba | 2004: XXIV | Corrienes | 2015: XXXV | Mendoza | | |

## RESIDENCIAS QUE CONFORMAN EL CONAREC

CIUDAD AUTÓNOMA DE BUENOS AIRES
Hospital General de Agudos "José María Ramos Mejía"
Complejo Médico Policial "Churruca-Visca"
Hospital Británico de Buenos Aires
Sanatorio de Alta Complejidad "Sagrado Corazón"
Hospital Universitario Fundación Favaloro
Hospital Universitario "Universidad Abierta Interamericana" (UAI)
Hospital Español
Hospital General de Agudos "Carlos G. Durand"
Hospital General de Agudos "Bernardino Rivadavia"
Hospital Alemán
Hospital Naval Buenos Aires "Cirujano Mayor Dr. Pedro Mallo"
Sanatorio de la Trinidad Mitre
Sanatorio Municipal "Dr. Julio Méndez"
Sanatorio Otamendi y Miroli
Sanatorio Colegiales
Hospital General de Agudos Santojanni
Hospital de Clínicas "José de San Martín"
Sanatorio Güemes
Hospital Militar Central Cirujano Mayor "Dr. Cosme Argerich"
Instituto Cardiovascular "Denton A. Cooley"
Sanatorio Centro Gallego
Hospital General de Agudos "Dr. C. Argerich"
Policlínica Bancaria 9 De Julio OSBA
Hospital César Milstein
Clinica Bazterrica SA
Clinica Santa Isabel SA
Hospital Italiano de Buenos Aires
Instituto Cardiovascular de Buenos Aires "ICBA"
Hospital General De Agudos "Dr. Juan A. Fernández"
Hospital Aeronáutico Central
Hospital Alvarez

GRAN BUENOS AIRES
Sanatorio Modelo Quilmes
Hospital Interzonal Gral. de Agudos "Eva Perón" (Ex Castex)
Hospital Interzonal de Agudos "Luisa C. de Gandulfo"
Hospital "Juan D. Perón" - Malvinas Argentinas
Hospital Universitario Austral
Clínica IMA - Adrogué
Hospital Municipal "Dr. Larcade" - San Miguel
Sanatorio San Miguel
Hospital Nacional Profesor Dr. Alejandro Posadas - El Palomar
Hospital Interzonal Presidente Perón (Ex Finochietto) - Avellaneda
Hospital Interz. Gral de Agudos Evita - Lanús
Hospital De Alta Complejidad "El Cruce Dr. Néstor C. Kirchner" – Florencio Varela
Hospital Central de San Isidro - San Isidro
Corporación Medica de San Martín
Sanatorio Santa Clara del Talar
Hospital Dr. A. Balestrini – La Matanza

PROVINCIA DE BUENOS AIRES
Hospital Interzonal General de Agudos General José de San Martin - La Plata
Hospital Interzonal de Agudos y Crónicos "San Juan de Dios" - La Plata
Hospital Interzonal General De Agudos Dr. Profesor Rodolfo Rossi - La Plata
Hospital Interzonal General de Agudos "Dr. O. Alende" - Mar del Plata
Hospital Privado de La Comunidad - Mar del Plata
Hospital Interzonal General de Agudos "Dr. José Penna" - Bahía Blanca
Clinica Privada Fumeba - Hospital Privado del Sur - Bahía Blanca
Hospital "San Nicolás de los Arroyos" - San Nicolás de los Arroyos
Hospital Zonal General de Agudos "Dr. Paroissien" - Isidro Casanova

CATAMARCA
Instituto de Cardiología Intervencionista - San Fernando del Valle de Catamarca

CHACO
Instituto del Corazón "CORDIS" - Resistencia
Gran Hospital Dr. Julio C. Perrando - Resistencia
Sanatorio Güemes. Centro Cardiovascular del Nordeste - Clínica de Urgencias - Resistencia

CÓRDOBA
Clínica Privada Vélez Sarfield
Clínica Universitaria Reina Fabiola
Hospital Italiano de Córdoba
Instituto Modelo de Cardiología
Sanatorio Allende
Sanatorio Mayo
Hospital Córdoba
Instituto Modelo de Cardiología Privado SRL
Hospital Aeronáutico Córdoba
Hospital Privado Centro Médico
Hospital "San Roque"
Clínica Romagosa
Sanatorio del Salvador
Sanatorio Parque SA
Clínica Chutro
Clínica Sucre
Clínica Fusavim Privada SRL - Villa María
Clínica Privada de Especialidades - Villa María
Instituto Médico Río Cuarto SA

CHUBUT
Clínica del Valle - Comodoro Rivadavia

Instituto de Cardiología Pueblo de Luis
CORRIENTES
Instituto de Cardiología "Juana F. Cabral"
Hospital Escuela "José F. de San Martín"
ENTRE RÍOS
Hospital "San Martín" - Paraná
Sanatorio Adventista del Plata - Libertador San Martín
FORMOSA
Hospital de Alta Complejidad "Juan D. Perón"
JUJUY
Sanatorio Nuestra Señora del Rosario SA
LA RIOJA
Instituto del Corazón (INCOR) - La Rioja
Clínica Privada E.R.I.
Hospital Enrique Vera Barros
MENDOZA
Hospital Central
Hospital Español
Hospital Italiano
Sociedad Española De Socorros Mutuos
Hospital Luis Carlos Lagomaggiore
Hospital Del Carmen
MISIONES
Hospital Escuela de Agudos Ramón Madariaga - Posadas
NEUQUÉN
Hospital Provincial Neuquén Castro Rendón
RÍO NEGRO
Instituto Cardiovascular Del Sur - Cipolletti
Sanatorio Juan XXIII
ROSARIO
Hospital Provincial de Rosario
Hospital Provincial del Centenario
Sanatorio Los Arroyos
Sanatorio Plaza
Instituto Cardiovascular de Rosario (ICR)
Hospital de Emergencias Clemente Alvarez
Instituto de Cardiología "González Sabathie"
Centro Materno Infantil Hospital Italiano Garibaldi
Hospital Español
Sanatorio Británico
Sanatorio Delta
Sanatorio Rosendo García
Sanatorio Parque
Sanatorio Los Alerces
Sanatorio Regional - San Lorenzo
Sanatorio de la Mujer
SALTA
Hospital "San Bernardo"
SAN LUIS
Hospital Privado de la Villa. Villa Mercedes.
Instituto Cardiovascular Villa Mercedes
SAN JUAN
Hospital "Dr. Guillermo Rawson"
Hospital "Dr. Marcial V. Quiroga
SANTA FE
Clínica de Nefrología, Urología y Enfermedades Cardiovasculares
Sanatorio Privado "San Gerónimo"
Sanatorio Médico de Diagnóstico y Tratamiento SA
Hospital Provincial "José María Cullen"
Sanatorio Mayo
Sanatorio Santa Fe
Sanatorio Nosti - Rafaela
Sanatorio San Martin S.A - Venado Tuerto
SANTIAGO DEL ESTERO
Centro Integral De Medicina De Alta Complejidad (Clínica El Castano)
Centro Cardiovascular Clinica Yunes
Sanatorio Instituto de Cardiología
TUCUMÁN
Inst. Tucumán de Enfermedades del Corazón
Instituto de Cardiología de Tucumán
Hospital Centro De Salud Zenon J Santillan
Cardiología del Parque
Sanatorio 9 de Julio SA
Centro Modelo de Cardiología
Centro Privado de Cardiología

## MIEMBROS HONORARIOS

Dr. Atdemar Álvarez +
Dr. Carlos Benjamín Álvarez
Dr. Roberto Basile
Dr. César Belziti
Dr. Carlos Bertolasi +
Dr. Daniel Boccardo
Dr. Arturo Cagide
Dr. Ramiro Castellanos
Dr. Carlos Crespo
Dr. Miguel Del Río
Dr. Hernán Doval
Dr. René Favaloro +
Dr. Francisco Gadaleta
Dr. Joaquín García
Dr. Hugo Grancelli
Dr. Pablo Heredia
Dr. Juan Humphreys
Dr. Ricardo Iglesias
Dr. Juan Krauss
Dr. Jorge Lerman
Dr. José Martínez Martínez +
Dr. Osvaldo Masoli
Dr. José Milei
Dr. Raúl Oliveri
Dr. Igor Palacios
Dr. Néstor Pérez Baliño
Dr. Horacio Pomes Iparraguirre
Dr. Rubén Posse +
Dr. Luis Pozzer
Dr. Osvaldo Robiolo
Dr. César Serra
Dr. Carlos Tajer
Dr. Jorge Trongé
Dr. Alejandro De Cerccio
Dr. Jorge Thierer

## COMITÉ ASESOR

Dr. Andrés Ahuad Guerrero
Dr. Raúl J. Bevacqua
Dr. Rafael Cecchi
Dr. Jorge González Zuelgaray
Dr. Hugo Grancelli
Dr. Delfor Hernández
Dr. José Hidalgo
Dr. Gabriel Martino
Dra. Margarita Morley
Dra. Viviana Perugini

## EXPRESIDENTES

1982: Dr. Francisco Gadaleta
1983: Dr. Enrique Retyk
1984: Dr. Ricardo Iglesias
1985: Dr. Juan José Nasif
1986: Dr. Arnaldo Angelino
1987: Dr. Raúl J. Bevacqua
1988: Dr. Andrés Ahuad Guerrero
1989: Dr. Rafael Cecchi
1990: Dra. Viviana Perugini
1991: Dr. Rodolfo Sansalone
1992: Dra. Gladys Aranda
1993: Dr. Gerardo Bozovich
1994: Dr. Alejandro Cherro
1996: Dr. Sergio Baratta
1997: Dr. Félix Paredes
1998: Dr. Marcelo E. Halac
1999: Dr. Pablo Perel
2000: Dr. Esteban Ludueña Clos
2001: Dr. Juan Arellano
2002: Dra. Mariana Pizzella
2003: Dr. Marcelo M. Casas
2004: Dr. Humberto Bassani Molinas
2005: Dr. Martín Descalzo
2006: Dr. Bruno Linetzky
2007: Dr. Juan Cruz López Diez
2008: Dr. Fernando Guardiani
2009: Dr. Diego Lowenstein
2010: Dr. Pablo Pieroni
2011: Dr. Gonzalo Pérez
2012: Dr. Nicolás González
2013: Dr. Ezequiel Zaidel
2014: Dr. Matías Galli
2015: Dr. Luciano Fallabrino
2016: Dr. Darío Igolnikof
2017: Dr. Ignacio Cigalini
2018: Dr. Sebastián García Zamora
2019::Dr. Emmanuel Scatularo
2020: Dr. Alan Sigal
2021: Dr. Ezequiel Lerech
2022: Dra. Melisa Antoniolli
2023: Dr. Lucas Campana Lancman

## EXDIRECTORES DE LA REVISTA

1985: Dr. Arnaldo Adrián Angelino
1986: Dr. Arnaldo Adrián Angelino
1987 - 1994: Dr. Raúl J. Bevacqua
1995: Dra. Graciela Brion Barreiro
1996: Dr. Rodrigo Carballido
1997: Dra. Sandra Mariela Galarza
1998: Dr. Pablo Andrés Perel
1999: Dr. Juan Carlos Sendoya
2000: Dr. Hugo D. Juan
2001: Dra. Mariana Pizzella
2002: Dr. Martín Alejandro Beck
2003: Dr. Humberto A. Bassani Molinas
2004: Dr. Ricardo Geronazzo
2005: Dr. Federico Blanco
2006: Dr. Rodrigo Blanco
2007: Dra. María Luján Talavera
2008: Dr. Jorge G. Allín
2009: Dr. Guillermo D. Olivera
2010: Dr. Juan Manuel Lange
2011: Dr. Miguel Schiavone
2012: Dr. Guido Damianich
2013: Dr. Walter Da Rosa
2014: Dra. Romina Deganutto
2015: Dr. José Picco
2016: Dr. Sebastián García Zamora
2017: Dr. Elián Facundo Giordanino
2018: Dra. Lucrecia María Burgos
2019: Dr. Franco Facciuto
2020: Dr. Braian A. Cardinali Ré
2021: Dr. Mariano D´Alessandri
2022: Dr. Juan Martín Brunialti
2023: Dra. María Belén Barbosa

Las opiniones vertidas en esta revista son responsabilidad exclusiva de sus respectivos autores y no expresan necesariamente la posición del editor.

***Fundada en 1985*** *por el Dr. Arnaldo Adrián Angelino*

Publicación bimestral. © **CONAREC**
Registro de la Propiedad Intelectual Nº 572790. Reservados todos los derechos. Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida en forma o medio alguno, electrónico o mecánico, incluyendo fotocopias, grabaciones y otros sistemas de información sin la autorización por escrito del titular del Copyright.
**ISSN: 0329-0433 | ISSN: 1853-2357 (en línea).** Propietario: Consejo Nacional de Residentes de Cardiología (CONAREC). Se distribuye exclusivamente entre los profesionales de la medicina. Es una publicación del CONAREC, Azcuénaga 980 C1122AAJ | Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

PRODUCCIÓN EDITORIAL, COMERCIAL Y GRÁFICA

PUBLICACIONES LATINOAMERICANAS S.R.L.
Piedras 1333 2° C C1240ABC Ciudad Autónoma de Buenos Aires | Argentina
tel/fax (5411) 5217-0292 | e-mail info@publat.com.ar | http://www.publat.com.ar

# SUMARIO

# SUMMARY

REVISTA CONAREC 2024;40(175):130 | HTTPS://DOI.ORG/10.32407/RCON/2024175/0130-0130

EDITORIAL | EDITORIAL

133

¿QUÉ HACER CUANDO CALMA LA TORMENTA? TRATAMIENTOS PARA PREVENIR LA RECURRENCIA DE TAQUICARDIA VENTRICULAR
WHAT TO DO WHEN THE STORM CALMS? TREATMENTS FOR PREVENTING RECURRENCE OF VENTRICULAR TACHYCARDIA
Germán A. Klein

REVISIÓN POR EXPERTOS | EXPERT REVIEW

137

¿QUÉ ES IMPORTANTE SABER SOBRE CARDIOONCOLOGÍA?
WHAT SHOULD WE KNOW ABOUT CARDIO-ONCOLOGY?
Natalia Zareba, María Jimena Gambarte, Rita Tepper

REVISIÓN ANUAL | ANNUAL

144

DOMINIOS DE LA CARDIOLOGÍA DEL DEPORTE Y EL EJERCICIO
DOMAINS OF SPORTS AND EXERCISE CARDIOLOGY
Araceli Boraita, Sebastián Wolff

MONOGRAFÍA SELECCIONADA | SELECTED MONOGRAPH

149

CARDIOLOGÍA INTERVENCIONISTA EN LA ERA DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL
INTERVENTIONAL CARDIOLOGY IN THE AGE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE
Mateo Giordano

ARTÍCULOS ORIGINALES | ORIGINAL ARTICLES

163

IMPORTANCIA DE LA HIPERTENSIÓN ARTERIAL EN EL PERÍODO PREOPERATORIO DE CIRUGÍAS PROGRAMADAS NO CARDÍACAS
IMPORTANCE OF ARTERIAL HYPERTENSION IN THE PREOPERATIVE PERIOD OF SCHEDULED NON-CARDIAC SURGERIES
Matías A. Roggero, Alejandro Contreras, Ricardo C. Venencia, Florencia Martínez Colombres

171

ANÁLISIS DE MORTALIDAD EN PACIENTES CON INFARTO AGUDO DE MIOCARDIO CON ELEVACIÓN DEL SEGMENTO ST CON PRESENTACIÓN MENOR A 12 HORAS SOMETIDOS A INTERVENCIÓN PERCUTÁNEA CORONARIA
MORTALITY ANALYSIS IN PATIENTS WITH ST-SEGMENT ELEVATION ACUTE MYOCARDIAL INFARCTION OF LESS THAN 12 HOURS WHO UNDERGO PERCUTANEOUS CORONARY INTERVENTION
Florencia Pérez Nieto, Bárbara Libanti, Luciano Matías Caliva, Gabriel Francisco Ibáñez, Agustín Ezequiel Marzonetto Lucania, Juan Antonio Bertarini

CASOS CLÍNICOS | CLINICAL CASES

175

INSUFICIENCIA TRICUSPÍDEA MASIVA. ¿MÁS QUE UN TRAUMA?
MASSIVE TRICUSPID REGURGITATION. MORE THAN A TRAUMA?
Beatriz Ceballos, Franco Dascón, Leandra Plet, Jimena Sgaroli, Juliana Fernández, Juan Brunialti, María Geronez, Lucía Ortiz, Leonardo Mancini, Guillermo Godoy

178

TRATAMIENTO ANTIBIÓTICO SUPRESIVO EN ENDOCARDITIS INFECCIOSA POR ENTEROCOCCUS FAECALIS EN VÁLVULA AÓRTICA MECÁNICA
SUPPRESSIVE ANTIBIOTIC TREATMENT FOR INFECTIOUS ENDOCARDITIS CAUSED BY ENTEROCOCCUS FAECALIS IN MECHANICAL AORTIC VALVE
Lucas Adrián Otero Gómez, Juan Valois Martínez Kenan, Anabella Mezzalira, Ana Belén Valdés, María Florencia Herman Cavarra, Josefina Struzka

182

DISECCIÓN ESPONTÁNEA DE ARTERIA CORONARIA: UN DIAGNÓSTICO INESPERADO
SPONTANEOUS CORONARY ARTERY DISSECTION: AN UNEXPECTED DIAGNOSIS
Bianca Giudicatti, Matías Pereyra, Daniela Brauer, Sofía Di Mattia, Mauro Gonzalez, Juan Manuel Doyharzabal, Alejandro Esquivel, Roberto Stratta

IMÁGENES EN CARDIOLOGÍA | IMAGES IN CARDIOLOGY

186

TUMOR QUÍSTICO DEL NODO ATRIOVENTRICULAR DE LOCALIZACIÓN ATÍPICA
CYSTIC TUMOR OF ATRIOVENTRICULAR NODE IN ATYPICAL LOCATION
Pablo Bassino, Yaisbel Costero, Josefina Pace, Joana Simonetta, Pablo Navarro, Mauro Besada, Héctor Calastra, Diego Fontana

REGLAMENTO DE PUBLICACIONES | RULES OF PUBLICATIONS

189

# SUMARIO ANALITICO

# ANALYTICAL SUMMARY

REVISTA CONAREC 2024;40(175):131-132 | HTTPS://DOI.ORG/10.32407/RCON/2024175/0131- 0132

## EDITORIAL | EDITORIAL

133

### ¿QUÉ HACER CUANDO CALMA LA TORMENTA? TRATAMIENTOS PARA PREVENIR LA RECURRENCIA DE TAQUICARDIA VENTRICULAR

GERMÁN A. KLEIN

En la presente editorial se abordarán las opciones de tratamiento para prevenir la recurrencia de tormenta eléctrica (TE), entre ellos, el rol de los fármacos y el de la ablación por radiofrecuencia.
La TE es una emergencia médica con elevada mortalidad, caracterizada por inestabilidad eléctrica, que requiere un tratamiento precoz y efectivo para mejorar la sobrevida de los pacientes. Puede presentarse tanto en pacientes con cardiopatía estructural como en aquellos con canalopatías arritmogénicas. Se realiza el diagnóstico cuando se suceden tres o más episodios de taquicardia ventricular, separados por cinco minutos, en un periodo de 24 horas.
El manejo en la fase aguda comprende el uso de fármacos antiarrítmicos (FAA), así como el bloqueo simpático, la sedación y/o el soporte circulatorio. En cambio, en la estrategia de tratamiento preventivo, se pueden utilizar FAA o la ablación con catéter.

## REVISIÓN POR EXPERTOS | EXPERT REVIEW

137

### ¿QUÉ ES IMPORTANTE SABER SOBRE CARDIOONCOLOGÍA?

NATALIA ZAREBA, MARÍA JIMENA GAMBARTE, RITA TEPPER

La cardiooncología es una subespecialidad orientada al cuidado cardiovascular (CV) del paciente con cáncer, desde su diagnóstico y tratamiento hasta la supervivencia posterior. El cáncer y las enfermedades cardiovasculares se encuentran ampliamente relacionados, debido a que comparten factores de riesgo cardiovascular (FRCV). Los avances en el diagnóstico oncológico precoz y en los tratamientos antineoplásicos han disminuido en forma significativa la mortalidad de los pacientes, pero estos tratamientos pueden presentar efectos deletéreos sobre el aparato CV a corto y largo plazo, que impactan en la morbilidad y mortalidad de estos pacientes, modificando su calidad de vida y sobrevida global. Uno de sus principales objetivos es permitir que los pacientes puedan completar el mejor tratamiento oncológico acorde a su patología de base de forma segura. Evitar estas consecuencias cardiovasculares perjudiciales implica la correcta estratificación del riesgo de cardiotoxicidad, la prevención, el diagnóstico precoz y el tratamiento oportuno de las complicaciones; como así también el seguimiento de los sobrevivientes.
Con el desarrollo de nuevas terapias, como las terapias dirigidas a dianas moleculares específicas y la inmunoterapia, los efectos adversos de los tratamientos oncológicos son diversos. Es amplio el abanico de posibilidades, desde disfunción/insuficiencia cardíaca, miocarditis, vasoespasmo, enfermedad microvascular, aterosclerosis acelerada, eventos tromboembólicos arteriales y venosos, hipertensión/hipotensión arterial, compromiso pericárdico o valvular, prolongación del intervalo QT y arritmias, hasta síndrome metabólico. A estos efectos adversos se los conoce actualmente como toxicidad CV relacionada con el tratamiento del cáncer (TCV-RTC).
La disfunción cardíaca relacionada con el tratamiento del cáncer (DC-RTC) es uno de los efectos adversos más frecuentes y se la define como una caída de 10 puntos absolutos porcentuales por debajo del valor basal de la fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI), alcanzando una FEVI por debajo del 50% o 53% según diferentes definiciones. Las antraciclinas son las drogas que producen mayor incidencia de DC-RTC, sobre todo asociadas con terapias dirigidas hacia el receptor-2 del factor de crecimiento epidérmico humano, pero otros agentes quimioterápicos también pueden producirla.
Es fundamental reconocer el riesgo CV de nuestro paciente y cuál será el esquema de tratamiento propuesto por el equipo de oncología/hematología, y establecer un riesgo global de cardiotoxicidad.
Para la evaluación y seguimiento de los pacientes se debe identificar y tratar los FRCV y las ECV previas, implementar medidas de prevención y definir un plan de vigilancia para la identificación precoz y el manejo de las posibles complicaciones CV, adecuado al paciente y su estratificación de riesgo. El examen físico, el uso de métodos de diagnóstico por imágenes, los exámenes de laboratorio y la determinación de biomarcadores son las herramientas que debemos utilizar antes, durante y después del tratamiento oncológico según el riesgo CV del paciente y el riesgo de cardiotoxicidad del tratamiento oncológico.
Implementar un enfoque sistemático y personalizado que incluya evaluaciones regulares, educación del paciente y monitoreo de toxicidades específicas puede mejorar significativamente la calidad de vida y la salud CV de estos individuos. La colaboración multidisciplinaria entre oncólogos, hematólogos y cardiólogos es esencial para optimizar el cuidado de los sobrevivientes del cáncer.

## REVISIÓN ANUAL | ANNUAL REVIEW

144

### DOMINIOS DE LA CARDIOLOGÍA DEL DEPORTE Y EL EJERCICIO

ARACELI BORAITA, SEBASTIÁN WOLFF

El ejercicio físico es conocido por sus beneficios en la prevención de enfermedades, reducción de la mortalidad y mejora de la calidad de vida. La comprensión de los efectos del ejercicio sobre el corazón del deportista ha evolucionado significativamente desde la antigüedad, cuando se consideraba que la hipertrofia cardíaca era indicativa de enfermedad. Con el tiempo, estudios y técnicas como la ecocardiografía han permitido un entendimiento más preciso de las adaptaciones cardiovasculares en deportistas.
La cardiología del deporte tiene como objetivos principales la evaluación cardiovascular preparticipación, el diagnóstico diferencial entre adaptaciones fisiológicas y patologías cardíacas, y el manejo clínico de deportistas con enfermedades cardiovasculares. Además, desempeña un rol clave en la educación y la prevención, ofreciendo directrices tanto para la población general como para los deportistas con enfermedades cardíacas.

## MONOGRAFÍA SELECCIONADA | SELECTED MONOGRAPH

149

### CARDIOLOGÍA INTERVENCIONISTA EN LA ERA DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

MATEO GIORDANO

La inteligencia artificial (IA) representa un campo multidisciplinario que utiliza algoritmos matemáticos para dotar a las máquinas con la capacidad de llevar a cabo funciones cognitivas, emulando procesos de pensamiento humano como la resolución de problemas, el reconocimiento de objetos y palabras, y la toma de decisiones. Este término amplio abarca diversas operaciones y técnicas especializadas que buscan replicar la inteligencia humana en sistemas automatizados. Aunque la IA ha tenido un impacto significativo en diversas áreas, su influencia revolucionaria en el campo de la medicina ha sido limitada hasta el momento. La experiencia nos ha permitido evidenciar una discrepancia entre el potencial de la IA y su uso actual en la atención diaria de nuestros pacientes.
El propósito de esta monografía es abordar cómo la IA ha sido integrada en el campo de la cardiología intervencionista, destacando sus áreas de aplicación y las diversas herramientas en desarrollo. Se pretende realizar una evaluación exhaustiva de cómo esta innovación tecnológica ha influido en el diagnóstico, tratamiento y pronóstico de las enfermedades cardiovasculares, brindando así una comprensión más profunda de su impacto en la práctica médica contemporánea.

## ARTÍCULOS ORIGINALES | ORIGINAL ARTICLES

163

### IMPORTANCIA DE LA HIPERTENSIÓN ARTERIAL EN EL PERÍODO PREOPERATORIO DE CIRUGÍAS PROGRAMADAS NO CARDÍACAS

MATÍAS A. ROGGERO, ALEJANDRO CONTRERAS, RICARDO C. VENENCIA, FLORENCIA MARTÍNEZ COLOMBRES

La hipertensión arterial (HTA) es una de las enfermedades más prevalentes a nivel mundial. En nuestro país, existen escasos datos sobre el manejo perioperatorio de

cirugías no cardíacas en lo referente al control de la presión arterial. Este trabajo propone describir la prevalencia de la HTA en el período perioperatorio de cirugías no cardíacas programadas, analizar las conductas médicas tomadas y comparar la tasa de eventos adversos en esta población, y así determinar si la HTA se asocia a eventos adversos serios y aumento de la mortalidad en esta etapa.
Se trata de un estudio retrospectivo, descriptivo, de corte transversal. Se recolectaron datos de pacientes valorados por el servicio de Clínica Médica del Hospital Privado Universitario de Córdoba en el área de valoración prequirúrgica para cirugías no cardíacas programadas, desde el 1 de enero de 2020 al 1 de enero de 2021. Se incluyeron pacientes mayores de 18 años. Fueron excluidos, pacientes sometidos a cirugías de urgencias, ambulatorias y cardíacas, como así también valoraciones preoperatorias realizadas por otros servicios.
Se incluyeron 800 pacientes, de los cuales 488 (61%) no presentaban diagnóstico previo de HTA, 312 (39%) sí lo presentaban. En este último grupo, 218 pacientes (69,8%) tenían HTA controlada y 75 no controlada (24%). Tener HTA se asoció a mayor edad, y mayor índice de masa corporal (IMC). Los pacientes con HTA eran en mayor proporción mujeres (51%), presentaban diagnóstico de diabetes o intolerancia a la glucosa (31,4%), dislipemia (23,4%), un 80,1% un riesgo cardiovascular estimado en moderado y un 3,8% alto. De los pacientes con diagnóstico HTA el 82,21% no requirió modificaciones en el tratamiento, el 8,30% requirió agregar o aumentar la medicación, el 2,07% remplazó su medicación y el 0,41% suspendió su medicación. El 12,2% del grupo con HTA y el 7,4% sin HTA presentó complicaciones. La hipotensión arterial fue la complicación más frecuente en ambos grupos. Aquellos con HTA presentaron mayores hemorragias respecto a los pacientes sin HTA (17,95% vs. 11,68%). El promedio de días de internación fue de 2,57 (±1,73) y 3,74 (±5,81) para ambos grupos. Finalmente, la mortalidad ocurrió en 1,28% de los pacientes con diagnóstico previo de HTA.
La HTA en la valoración preoperatoria es una patología muy frecuente, que requiere intervención médica. Sin embargo, no se relaciona a la presencia de eventos adversos serios posquirúrgicos ni elevada tasa de mortalidad.

171

### ANÁLISIS DE MORTALIDAD EN PACIENTES CON INFARTO AGUDO DE MIOCARDIO CON ELEVACIÓN DEL SEGMENTO ST CON PRESENTACIÓN MENOR A 12 HORAS SOMETIDOS A INTERVENCIÓN PERCUTÁNEA CORONARIA

FLORENCIA PÉREZ NIETO, BÁRBARA LIBANTI, LUCIANO MATÍAS CALIVA, GABRIEL FRANCISCO IBÁÑEZ, AGUSTÍN EZEQUIEL MARZONETTO LUCANIA, JUAN ANTONIO BERTARINI

La clasificación de Killip y Kimball (KK) es una herramienta que permite estimar rápidamente el pronóstico del paciente que se presenta con infarto agudo de miocardio (IAM). En los últimos años, se ha avanzado en materia de revascularización miocárdica siendo evidente la disminución en la mortalidad de los pacientes con IAM que se someten a este tipo de terapéuticas al momento del ingreso hospitalario. El objetivo de este estudio es analizar la vigencia de la clasificación de KK para estimar la mortalidad en los pacientes con infarto agudo de miocardio con elevación del segmento ST (IAMCEST) en el tiempo posterior a la revascularización y valorar otras variables demográficas que también podrían ser predictoras de este resultado.
Se realizó un estudio analítico, retrospectivo, longitudinal y observacional de los pacientes ingresados por IAMCEST a la Unidad Coronaria del Hospital Central de Mendoza entre marzo de 2022 y diciembre de 2023. Se obtuvieron datos demográficos, antecedentes y características clínicas de los pacientes y se los clasificó en 4 subgrupos según la clasificación de KK. Posteriormente se realizó el análisis de la mortalidad en base a las variables demográficas y los subgrupos del KK. Se incluyeron 297 pacientes, de los cuales 85,5% fueron varones. La incidencia de tabaquismo fue estadísticamente mayor para el grupo KK1 (p<0,00001). La clasificación de KK fue la única variable independiente predictora de mortalidad (IC95%: 2,836-9,538; p<0,0001). En la curva de Kaplan-Meier se observó una separación temprana y significativa de las curvas entre los grupos KK 1 y 2 y KK 3 y 4 (p<0,001).
Estos resultados demuestran que la clasificación de KK en pacientes con IAMCEST continúa siendo un marcador pronóstico de mortalidad, aun en la era posterior a la revascularización.

## CASOS CLÍNICOS | CLINICAL CASES

175

### INSUFICIENCIA TRICUSPÍDEA MASIVA. ¿MÁS QUE UN TRAUMA?

BEATRIZ CEBALLOS, FRANCO DASCÓN, LEANDRA PLET, JIMENA SGAROLI, JULIANA FERNÁNDEZ, JUAN BRUNIALTI, MARÍA GERONEZ, LUCÍA ORTIZ, LEONARDO MANCINI, GUILLERMO GODOY

La insuficiencia tricuspídea severa secundaria a traumatismo torácico cerrado es una entidad infrecuente y con escasa evidencia clínica. Presentamos el caso de un paciente masculino de 24 años, previamente sano, que ingresó en cuidados críticos tras un accidente de tránsito con politraumatismo. Durante su evolución, al ser evaluado por el servicio de Cardiología, se encontraba hemodinámicamente estable y sin signos de insuficiencia cardíaca. El ecocardiograma transtorácico reveló cavidades derechas severamente dilatadas, válvula tricúspide redundante con sospecha de valva anterior flail y regurgitación masiva. Se descartó endocarditis infecciosa mediante hemocultivos negativos y serologías. Ante hipoxemia refractaria y dilatación persistente del ventrículo derecho, se sospechó una causa traumática. Se realizó reemplazo valvular tricuspídeo biológico con plástica del anillo, con buena evolución posquirúrgica. Este caso resalta la importancia de considerar etiologías atípicas de insuficiencia valvular en pacientes politraumatizados, especialmente cuando el compromiso clínico inicial es mínimo. La detección precoz y la intervención oportuna son fundamentales para preservar la función del ventrículo derecho y mejorar el pronóstico.

178

### TRATAMIENTO ANTIBIÓTICO SUPRESIVO EN ENDOCARDITIS INFECCIOSA POR ENTEROCOCCUS FAECALIS EN VÁLVULA AÓRTICA MECÁNICA

LUCAS ADRIÁN OTERO GÓMEZ, JUAN VALOIS MARTÍNEZ KENAN, ANABELLA MEZZALIRA, ANA BELÉN VALDÉS, MARÍA FLORENCIA HERMAN CAVARRA, JOSEFINA STRUZKA

El abordaje terapéutico de la endocarditis infecciosa (EI) asociada a válvula protésica sigue siendo un motivo de debate en la práctica diaria. Por este motivo el objetivo del presente trabajo es abordar, a través del análisis del caso clínico de un paciente con reemplazo valvular mecánico con antecedentes de radioterapia y múltiples intervenciones torácicas, cuáles son las recomendaciones actuales para el manejo de la EI en válvulas protésicas. Se evaluaron en detalle las indicaciones quirúrgicas y las opciones de tratamiento médico, destacando la antibioticoterapia supresiva administrada por vía oral, como una alternativa válida en casos seleccionados posterior a una evaluación multidisciplinaria. Además, se discuten, los resultados a largo plazo de este enfoque en comparación con la opción quirúrgica según la evidencia disponible al momento.

182

### DISECCIÓN ESPONTÁNEA DE ARTERIA CORONARIA: UN DIAGNÓSTICO INESPERADO

BIANCA GIUDICATTI, MATÍAS PEREYRA, DANIELA BRAUER, SOFÍA DI MATTIA, MAURO GONZALEZ, JUAN MANUEL DOYHARZABAL, ALEJANDRO ESQUIVEL, ROBERTO STRATTA

La disección espontánea de arteria coronaria es una causa infrecuente de síndrome coronario agudo que afecta generalmente a mujeres jóvenes con pocos o ningún factor de riesgo cardiovascular tradicional y cuya presentación clínica varía desde la angina inestable hasta incluso la muerte súbita. Además, es una entidad sobre la cual tenemos poca evidencia en cuanto a su tratamiento y pronóstico. A continuación, se abordará el caso de una paciente de sexo femenino de 46 años, que se presenta a la guardia de urgencias con dolor precordial típico.

## IMÁGENES EN CARDIOLOGÍA | IMAGES IN CARDIOLOGY

186

### TUMOR QUÍSTICO DEL NODO ATRIOVENTRICULAR DE LOCALIZACIÓN ATÍPICA

PABLO BASSINO, YAISBEL COSTERO, JOSEFINA PACE, JOANA SIMONETTA, PABLO NAVARRO, MAURO BESADA, HÉCTOR CALASTRA, DIEGO FONTANA

Los tumores cardíacos primarios son entidades infrecuentes, siendo el tumor quístico del nodo auriculoventricular (AV) una forma benigna y congénita de rara presentación, pero con alta asociación a muerte súbita. Presentamos el caso de un varón de 42 años, con antecedentes cardiovasculares, que consultó por síntomas inespecíficos. En el examen físico se auscultó un soplo sistólico, lo que motivó estudios por imágenes. El ecocardiograma transtorácico reveló una masa intracardíaca en el tracto de salida del ventrículo izquierdo, con características sugestivas de mixoma o fibroelastoma. La angiotomografía y la resonancia magnética cardíaca confirmaron la presencia de una lesión móvil, en íntimo contacto con la valva coronariana derecha. Se realizó resección quirúrgica y reemplazo valvular con prótesis mecánica. El estudio anatomopatológico confirmó el diagnóstico de tumor quístico del nodo AV. El paciente evolucionó favorablemente. Este caso destaca la importancia del diagnóstico diferencial en masas cardíacas, especialmente ante hallazgos atípicos, y subraya el valor del estudio histopatológico para un abordaje terapéutico preciso.

# ¿QUÉ HACER CUANDO CALMA LA TORMENTA? TRATAMIENTOS PARA PREVENIR LA RECURRENCIA DE TAQUICARDIA VENTRICULAR

# WHAT TO DO WHEN THE STORM CALMS? TREATMENTS FOR PREVENTING RECURRENCE OF VENTRICULAR TACHYCARDIA

GERMÁN A. KLEIN[1]


## RESUMEN

La tormenta eléctrica es una emergencia médica con elevada mortalidad, caracterizada por inestabilidad eléctrica, que requiere un tratamiento precoz y efectivo para mejorar la sobrevida de los pacientes. Puede presentarse tanto en pacientes con cardiopatía estructural como en aquellos con canalopatías arritmogénicas. Se realiza el diagnóstico cuando se suceden tres o más episodios de taquicardia ventricular, separados por cinco minutos, en un periodo de 24 horas.
El manejo en la fase aguda comprende el uso de fármacos antiarrítmicos (FAA), así como el bloqueo simpático, la sedación y/o el soporte circulatorio. En cambio, en la estrategia de tratamiento preventivo, se pueden utilizar FAA o la ablación con catéter.


**Palabras clave:** taquicardia ventricular, agentes antiarrítmicos, ablación por catéter.


## ABSTRACT

The electrical storm is a medical emergency with high mortality, characterized by electrical instability, requiring early and effective treatment to improve patient survival. It can occur in patients with structural heart disease as well as in those with arrhythmogenic channelopathies. The diagnosis is established when three or more episodes of ventricular tachycardia occur within a 24-hour period, separated by at least five minutes.
Acute phase management includes the use of antiarrhythmic drugs (AADs), sympathetic block, sedation, and/or mechanical circulatory support. Conversely, in the preventive treatment strategy, AADs or catheter ablation can be used.


**Keywords:** ventricular tachycardia, antiarrhythmic agents, catheter ablation.

REVISTA CONAREC 2024;40(175):133-136 | HTTPS://DOI.ORG/10.32407/RCON/2024175/0133-0136

## INTRODUCCIÓN

La tormenta eléctrica (TE) es una emergencia médica con riesgo de vida, definida por la presencia de tres o más episodios de taquicardia ventricular (TV), separados por al menos cinco minutos en 24 horas, que requieren intervención para su terminación.
Tiene un amplio abanico de presentaciones, desde episodios asintomáticos de TV en pacientes portadores de cardiodesfibrilador implantable (CDI) con estabilidad hemodinámica hasta episodios de TV con compromiso hemodinámico significativo[3].
Se puede presentar en pacientes con cardiopatía estructural, sea de origen isquémico o no. Se destacan dentro de este último grupo la miocardiopatía hipertrófica, la displasia arritmogénica del ventrículo derecho (VD), la miocardiopatía chagásica y la miocardiopatía dilatada idiopática, entre las más frecuentes. También puede manifestarse en pacientes con canalopatías, como el síndrome de Brugada o el síndrome de QT largo (LQTS)[5].
La forma de presentación más frecuente, en el 80% de los casos, es la TV monomorfa sostenida, especialmente en pacientes con cardiopatía estructural. En cambio, la TV polimorfa se presenta generalmente en situaciones de isquemia aguda o en pacientes con canalopatías.
Al ser una entidad de mortalidad elevada es necesario tener un manejo adecuado del episodio agudo. El manejo terapéutico inicial se basa en el uso de fármacos antiarrítmicos (FAA), dentro de los cuales se destacan la amiodarona, el bloqueo adrenérgico mediante uso de betabloqueantes, la sedación del paciente y/o el soporte hemodinámico en caso de ser necesario[6].

## PREVENCIÓN DE RECURRENCIAS

Si bien los pacientes con antecedentes de TV y cardiopatía estructural tienen indicación absoluta de implante de CDI, esto no previene nuevos episodios de TV. La elección entre un CDI transvenoso o subcutáneo va a depender de las características del paciente y de su cardiopatía de base. Aquellos sin accesos vasculares, jóvenes, sin necesidad de estimulación ni requerimientos de terapia antitaquicárdica son los considerados candidatos para el implante de un CDI subcutáneo.
Para prevenir nuevos episodios de TV y terapias durante el seguimiento se disponen de dos estrategias principales: la terapia farmacológica y una alternativa cada vez más practicada: la ablación por radiofrecuencia (ARF).

1. Jefe de residentes de Cardiología. Hospital Interzonal General de Agudos "General San Martín", La Plata, Buenos Aires, Argentina

✉ ***Correspondencia:*** *Germán Alefandro Klein. Hospital Interzonal General de Agudos "General San Martín". Av. 1 y 70, B1900 La Plata, Provincia de Buenos Aires, Argentina. kleingerman@hotmail.com.*

Los autores declaran no poseer conflictos de intereses.

Recibido: 01/08/2024 | Aceptado: 15/10/2024

## TRATAMIENTO FARMACOLÓGICO

Dentro de los distintos grupos de fármacos, se demostró que aquellos que se utilizan para el tratamiento de la insuficiencia cardíaca (IC) con fracción de eyección (FEy) severamente reducida también disminuyen la recurrencia de TV. Entre ellos se destacan los betabloqueantes, los inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina, los antagonistas de los receptores de la neprilisina y los antagonistas de los receptores de mineralocorticoides. Los inhibidores del cotransportador de sodio y glucosa tipo 2 (SGLT2) también podrían reducir la recurrencia de TV.

Diversos estudios demostraron que los betabloqueantes son útiles para disminuir los episodios de TV en pacientes con cardiopatía estructural[6]. Además de los utilizados en el tratamiento de la IC como el carvedilol, el bisoprolol y el metoprolol, podemos mencionar al betabloqueante no selectivo propranolol, que en diferentes ensayos ha logrado prevenir episodios de TV en pacientes portadores de CDI y TE[3].

La amiodarona ha demostrado ser más eficaz que otros fármacos antiarrítmicos para disminuir la recurrencia de TV, las descargas del CDI y los episodios de TE[6,11]. Es un fármaco ampliamente utilizado en la práctica clínica habitual, pero su principal limitante, aunque ocurre con poca frecuencia, son sus efectos adversos, algunos de los cuales son potencialmente graves, como la fibrosis pulmonar y la hepatotoxicidad. En pacientes con TV, se requieren dosis mayores a las habituales (300-400 mg/día), lo que incrementa el riesgo de sufrir toxicidad por amiodarona.

Existen otras alternativas farmacológicas para prevenir la recurrencia de TV. El sotalol es un FAA del grupo III, que ha demostrado disminuir las recurrencias de TV y descargas del CDI[6]. Tiene efecto inotrópico negativo, por lo que se debe utilizar con precaución en pacientes con FEy reducida. Sin embargo, la *torsade de pointes* (TdP) es el más grave, por lo que debe monitorearse el intervalo QT. No obstante, estudios retrospectivos recientes avalan que, con el inicio intrahospitalario y el alta temprana de los pacientes, la incidencia de QT prolongado es muy baja[4].

La procainamida es un antiarrítmico clase IA que demostró disminuir nuevos episodios de TV en pacientes con TE y puede utilizarse en pacientes refractarios a otros fármacos antiarrítmicos. Su uso en forma endovenosa en episodios agudos de TV es muy efectivo, pero actualmente no se encuentra disponible en nuestro país.

La mexiletina es un FAA de clase IB que puede utilizarse asociado a amiodarona o como alternativa en pacientes que presentan efectos adversos a la misma. Sin embargo, puede aumentar los umbrales de desfibrilación y, en dosis de carga, puede llevar a la descompensación de la IC. Tampoco se comercializa en el país.

La flecainida, FAA de clase IC, debe evitarse en pacientes con cardiopatía isquémica o con FEy reducida debido a sus efectos proarrítmicos. Algunos estudios sugieren su uso en pacientes con displasia arritmogénica del VD, en combinación con amiodarona en casos refractarios al tratamiento antiarrítmico habitual y a la ARF[6].

Los pacientes con LQTS congénito, que presentan episodios de TdP y taquicardia sinusal, se benefician del tratamiento con betabloqueantes no selectivos, disminuyendo así la recurrencia de TV[5]. En pacientes con síndrome de Brugada y episodios de TV recurrentes, la quinidina parece ser una alternativa viable **(Figura 1).**

## ABLACIÓN POR RADIOFRECUENCIA

La ablación de la TV es una alternativa cada vez más ofrecida en quienes no toleran los fármacos antiarrítmicos o presentan contraindicaciones a los mismos, con el objetivo de prevenir la recurrencia posterior a la estabilidad clínica.

Las características más frecuentes de los pacientes sometidos a ablación de TV en el contexto de TE son la edad avanzada, una menor FEy y clase funcional avanzada para disnea y fatiga. Además, presentan con mayor frecuencia comorbilidades como la diabetes y la hipertensión arterial[9].

En un metaanálisis reciente, que incluyó 6 ensayos clínicos y 791 pacientes con cardiopatía isquémica portadores de CDI y antecedente de episodios de TV, se demostró que la ARF disminuye la recurrencia de TV, así como las descargas y terapias en el seguimiento[7].

En un ensayo clínico que incluyó 259 pacientes portadores de CDI con cardiopatía isquémica, la ARF resultó más efectiva que la adición de FAA como la amiodarona o mexiletina[9].

El beneficio de la ARF es menos claro en los casos de cardiopatía no isquémica. Incluye numerosos fenotipos: miocardiopatía dilatada idiopática, miocardiopatía hipertrófica, displasia arritmogénica del VD, miocardiopatía chagásica, entre otras. Esto probablemente se deba a sustratos de TV más complejos, como mayor compromiso intramural y epicárdico[6].

Una opción para mejorar la eficacia de la intervención en estos pacientes es solicitar una resonancia magnética cardíaca **(Figura 2)** previo al procedimiento. Esta aporta información sobre la localización de escaras miocárdicas que pueden participar del circuito de la TV, e incluso anticipar la necesidad de un abordaje epicárdico o bipolar en los casos de fibrosis intraseptal e hipertrofia ventricular marcada[2].

Una herramienta cada vez más utilizada por diferentes especialistas es la ecografía intracardíaca (ICE). Esta aporta mayor resolución de las escaras que el ecocardiograma transtorácico y transesofágico, además permite identificar sustratos meso- y epicárdicos. Las zonas de fibrosis identificadas con ICE presentan una buena correlación con las áreas de bajo voltaje detectadas por los sistemas de mapeo electroanatómico.

A la hora de realizar el procedimiento se puede optar por dos opciones: realizar un mapeo anatómico junto con maniobras de encarrilamiento para determinar el circuito de la taquicardia y abordar el istmo crítico; o abordar sustratos y homogeneizar las zonas de fibrosis. La principal desventaja del mapeo anatómico es que requiere la inducción de TV, la cual puede no ser hemodinámicamente tolerada por el paciente. Por otra parte, el abordaje de los sustratos puede prolongar el procedimiento. Si este no es realizado de manera completa, puede predisponer a nuevos episodios de TV.

Previo a la ablación se puede utilizar el *score* PAINESD **(Tabla 1)** para estratificar el riesgo de descompensación hemodinámica intraprocedimiento. Este *score* tiene en cuenta la presencia de cardiopatía isquémica, enfermedad pulmonar, FEy, antecedentes de TE, edad y presencia de diabetes. Puntajes mayores a 15 puntos indican la necesidad de considerar el uso de dispositivos de asistencia ventricular antes de la ablación[3].

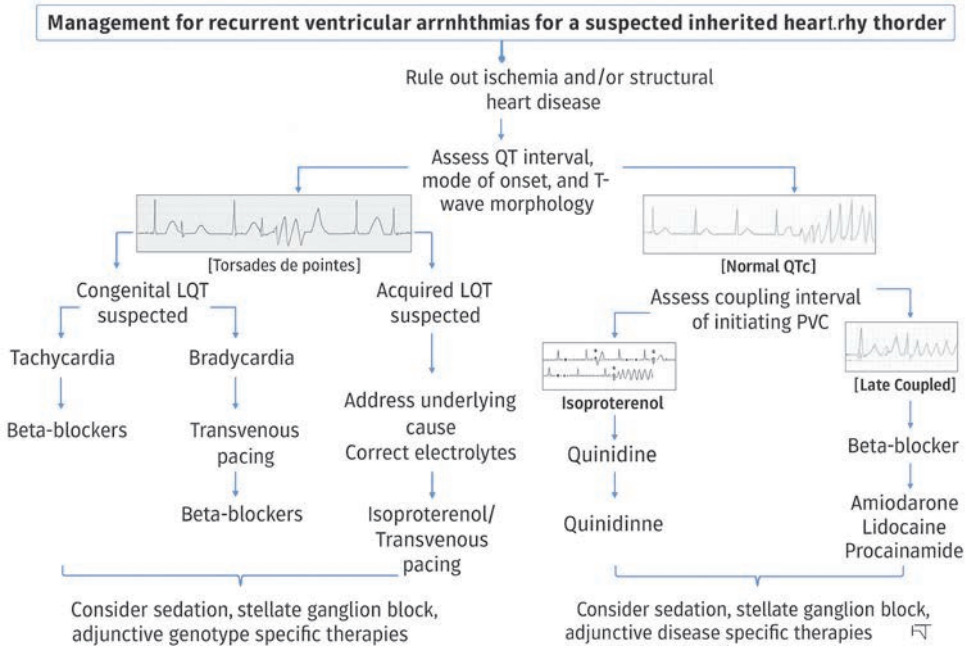



***Figura 1.*** *Algoritmo de abordaje de torsade de pointes (TdP) en pacientes con síndrome de QT largo (LQTS). El LQTS puede ser adquirido, en el contexto de uso de algunos fármacos antiarrítmicos, antimicrobianos o trastornos hidroelectrolíticos; o congénito. El primer paso en el tratamiento es corregir los desencadenantes. En el caso de LQTS congénito y bradicardia sinusal se debe utilizar el marcapaseo transitorio transvenoso, en caso de que no esté disponible, puede utilizarse isoproterenol. En pacientes con LQTS y taquicardia sinusal, con TdP recurrente, pueden utilizarse betabloqueantes no selectivos, que disminuyen los efectos del sistema nervioso simpático. En pacientes refractarios a los fármacos antiarrítmicos pueden utilizarse estrategias como el bloqueo del ganglio estrellado. Extraído de: Laksman Z, Krahn AD, Sanatani S, Gula LJ, Yee R, Skanes AC, et al. Acute management of ventricular arrhythmia in patients with suspected inherited heart rhythm disorders. JACC. Clinical Electrophysiology. 2019;5(3):267-283.*

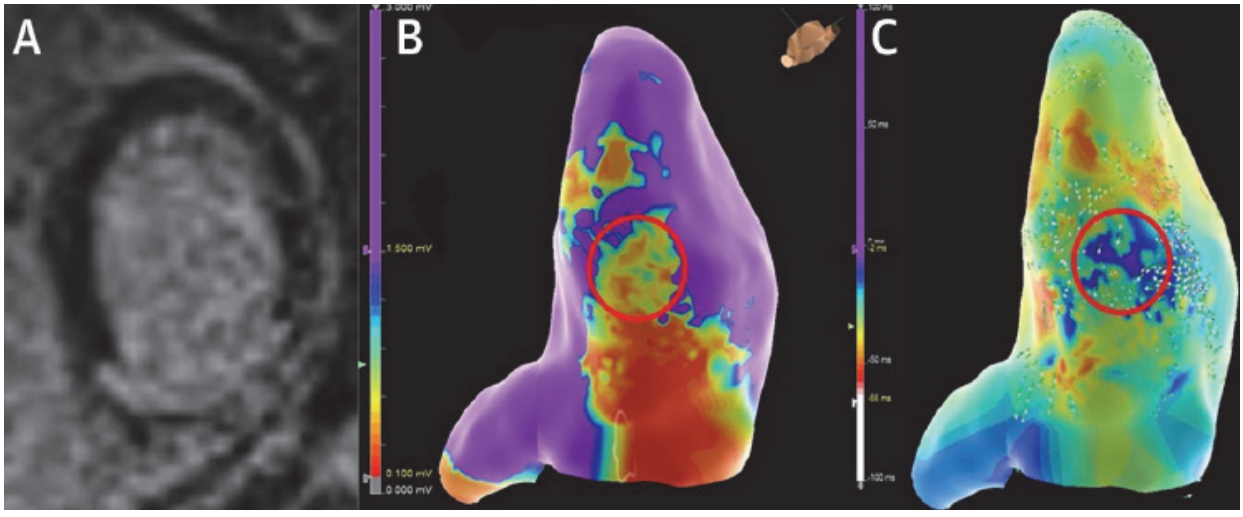



***Figura 2.*** *A) Resonancia magnética cardíaca nuclear de paciente con antecedentes de infarto inferior y tormenta eléctrica. Se visualiza zona de realce tardío en la cara inferior, compatible con una escara necrótica. B) El círculo rojo señala un área de bajo voltaje durante el mapeo electroanatómico realizado durante la ablación de taquicardia ventricular, coincidente con la zona de realce tardío. C) El círculo rojo señala una zona de conducción lenta en el mapa de activación en ritmo sinusal. Extraído de: Bharadwaj A, Rottman JN, Tung R, Baykaner T, Gang UJ, Sauer WH, et al. Multidisciplinary approach to hemodynamic management during high-risk ventricular tachycardia ablation. JACC Case Rep. 2022;4(11):639-644.*

Los objetivos del procedimiento son la terminación de la TV durante la ablación y la ausencia de inducibilidad al finalizarlo. En pacientes con miocardiopatías avanzadas, se pueden inducir TV de diversas morfologías, por lo que se debe abordar la de interés clínico. En casos de TV mal tolerada y que se haya optado por abordar sustratos, los objetivos serán eliminar las zonas de desaceleración y homogeneizar las escaras.

Las complicaciones mayores de la ARF se dan en alrededor del 6% de todos los procedimientos. Además de la inestabilidad hemodinámica, otras complicaciones con elevada mortalidad son: accidente cerebrovascular, perforación y taponamiento cardíaco[12].

A la hora de proponer un abordaje endocárdico o epicárdico se debe tener en cuenta la cardiopatía de base del paciente. En el caso de la miocardiopatía isquémica necrótica será endocárdico. En pacien-

***Tabla 1.*** *Puntaje PAINESD, que otorga distintos puntos de acuerdo con las características del paciente candidato a ablación de taquicardia ventricular. Los pacientes considerados de alto riesgo requieren soporte hemodinámico con dispositivos de asistencia ventricular.*

| Score PAINESD | | Puntos |
|---|---|---|
| **P** | Enfermedad Pulmonar | 5 |
| **A** | Edad mayor a 60 años | 3 |
| **I** | Cardiopatía Isquémica | 6 |
| **N** | Clase funcional de la NYHA III-IV | 6 |
| **E** | Fracción de Eyección | 3 |
| **S** | Tormenta Eléctrica | 5 |
| **D** | Diabetes | 3 |
| Riesgo de descompensación hemodinámica durante la ablación | | |
| Menos de 8 puntos | | Riesgo bajo |
| Entre 9 y 15 puntos | | Riesgo intermedio |
| Más de 15 puntos | | Riesgo alto |

tes con displasia arritmogénica del VD o miocardiopatía chagásica se debe considerar un abordaje epicárdico-endocárdico, ya que en estos casos los circuitos de TV involucran escaras epicárdicas.

La ARF tiene un lugar menor en pacientes con canalopatías. Se ha despertado recientemente interés en el abordaje del tracto de salida del VD en pacientes con síndrome de Brugada y TV recurrente. En la fibrilación ventricular idiopática se puede considerar la ablación de extrasístoles ventriculares, las cuales actúan como gatillos.

## CONCLUSIÓN

La TE es una emergencia médica con riesgo de vida, que requiere una estrategia de tratamiento precoz y precisa. Una vez finalizado el evento agudo, el tratamiento farmacológico es importante para prevenir la recurrencia de TV y descargas apropiadas en paciente portadores de CDI, pero su uso puede verse limitado por efectos adversos.
La ARF ha demostrado ser una alternativa eficaz para prevenir nuevos episodios de TV, especialmente en pacientes con cardiopatía isquémica. Presenta altas tasas de éxito y baja tasa de complicaciones si se desarrolla en centros especializados. Se espera que en un futuro tenga mejores resultados en pacientes con cardiopatía no isquémica.

## BIBLIOGRAFÍA


1. *Bharadwaj A, Rottman JN, Tung R, Baykaner T, Gang UJ, Sauer WH, et al. Multidisciplinary approach to hemodynamic management during high-risk ventricular tachycardia ablation. JACC Case Rep. 2022;4(11):639-644.*
2. *Hawson J, Joshi SB, Al-Kaisey A, Kumar Das S, Watts T, Anderson RD, et al. Utility of cardiac imaging in patients with ventricular tachycardia. Indian Pacing Electrophysiol J. 2023;23(3):63-76.*
3. *Jentzer JC, Noseworthy PA, Kashou AH, May AM, Chrispin J, Kabra R, et al. Multidisciplinary critical care management of electrical storm. J Am Coll Cardiol. 2023;81(22):2189-2206.*
4. *Kamsani SH, Middeldorp ME, Chiang G, Stefil M, Evans S, Nguyen MT, et al. Safety of outpatient commencement of sotalol. Heart Rhythm O2. 2024;5(6):341-350.*
5. *Laksman Z, Krahn AD, Sanatani S, Gula LJ, Yee R, Skanes AC, et al. Acute management of ventricular arrhythmia in patients with suspected inherited heart rhythm disorders. JACC Clin Electrophysiol. 2019;5(3):267-283.*
6. *Lenarczyk R, Zeppenfeld K, Tfelt-Hansen J, Heinzel FR, Deneke T, Ene E, et al. Management of patients with an electrical storm or clustered ventricular arrhythmias: a clinical consensus statement of the European Heart Rhythm Association of the ESC—endorsed by the Asia-Pacific Heart Rhythm Society, Heart Rhythm Society, and Latin-American Heart Rhythm Society. Europace. 2024;26(4):euae049.*
7. *Lima da Silva G, Nunes-Ferreira A, Cortez-Dias N, de Sousa J, Pinto FJ, Caldeira D. Radiofrequency catheter ablation of ventricular tachycardia in ischemic heart disease in light of current practice: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. J Interv Card Electrophysiol. 2020;59(3):603-616.*
8. *Sapp JL, Wells GA, Parkash R, Stevenson WG, Blier L, Sarrazin JF, et al. Ventricular tachycardia ablation versus escalation of antiarrhythmic drugs. N Engl J Med. 2016;375(2):111-121.*
9. *Vergara P, Tung R, Vaseghi M, Brombin C, Frankel DS, Di Biase L, et al. Successful ventricular tachycardia ablation in patients with electrical storm reduces recurrences and improves survival. Heart Rhythm. 2018;15(1):48-55.*
10. *Zeppenfeld K, Tfelt-Hansen J, de Riva M, Winkel BG, Behr ER, Blom NA, et al. 2022 ESC Guidelines for the management of patients with ventricular arrhythmias and the prevention of sudden cardiac death. Eur Heart J. 2022;43(40):3997-4126.*
11. *Connolly SJ, Dorian P, Roberts RS, Gent M, Bailin S, Fain ES, et al. Comparison of β-blockers, amiodarone plus β-blockers, or sotalol for prevention of shocks from implantable cardioverter defibrillators: the OPTIC study: a randomized trial. JAMA. 2006;295(2):165-171.*
12. *Peichl P, Wichterle D, Čihák R, Bytesník J, Vrána M, Kautzner J. Complications of catheter ablation of ventricular tachycardia: a single-center experience. Circ Arrhythm Electrophysiol. 2014;7(4):684-690.*

# ¿QUÉ ES IMPORTANTE SABER SOBRE CARDIOONCOLOGÍA?

# WHAT SHOULD WE KNOW ABOUT CARDIO-ONCOLOGY?

NATALIA ZAREBA[1], MARÍA JIMENA GAMBARTE[2], RITA TEPPER[3]


## RESUMEN

La cardiooncología es una subespecialidad orientada al cuidado cardiovascular (CV) del paciente con cáncer, desde su diagnóstico y tratamiento hasta la supervivencia posterior. El cáncer y las enfermedades cardiovasculares se encuentran ampliamente relacionados, debido a que comparten factores de riesgo cardiovascular (FRCV). Los avances en el diagnóstico oncológico precoz y en los tratamientos antineoplásicos han disminuido en forma significativa la mortalidad de los pacientes, pero estos tratamientos pueden presentar efectos deletéreos sobre el aparato CV a corto y largo plazo, que impactan en la morbilidad y mortalidad de estos pacientes, modificando su calidad de vida y sobrevida global. Uno de sus principales objetivos es permitir que los pacientes puedan completar el mejor tratamiento oncológico acorde a su patología de base de forma segura. Evitar estas consecuencias cardiovasculares perjudiciales implica la correcta estratificación del riesgo de cardiotoxicidad, la prevención, el diagnóstico precoz y el tratamiento oportuno de las complicaciones; como así también el seguimiento de los sobrevivientes.

Con el desarrollo de nuevas terapias, como las terapias dirigidas a dianas moleculares específicas y la inmunoterapia, los efectos adversos de los tratamientos oncológicos son diversos. Es amplio el abanico de posibilidades, desde disfunción/insuficiencia cardíaca, miocarditis, vasoespasmo, enfermedad microvascular, aterosclerosis acelerada, eventos tromboembólicos arteriales y venosos, hipertensión/hipotensión arterial, compromiso pericárdico o valvular, prolongación del intervalo QT y arritmias, hasta síndrome metabólico. A estos efectos adversos se los conoce actualmente como toxicidad CV relacionada con el tratamiento del cáncer (TCV-RTC).

La disfunción cardíaca relacionada con el tratamiento del cáncer (DC-RTC) es uno de los efectos adversos más frecuentes y se la define como una caída de 10 puntos absolutos porcentuales por debajo del valor basal de la fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI), alcanzando una FEVI por debajo del 50% o 53% según diferentes definiciones. Las antraciclinas son las drogas que producen mayor incidencia de DC-RTC, sobre todo asociadas con terapias dirigidas hacia el receptor-2 del factor de crecimiento epidérmico humano, pero otros agentes quimioterápicos también pueden producirla.

Es fundamental reconocer el riesgo CV de nuestro paciente y cuál será el esquema de tratamiento propuesto por el equipo de oncología/hematología, y establecer un riesgo global de cardiotoxicidad.

Para la evaluación y seguimiento de los pacientes se debe identificar y tratar los FRCV y las ECV previas, implementar medidas de prevención y definir un plan de vigilancia para la identificación precoz y el manejo de las posibles complicaciones CV, adecuado al paciente y su estratificación de riesgo. El examen físico, el uso de métodos de diagnóstico por imágenes, los exámenes de laboratorio y la determinación de biomarcadores son las herramientas que debemos utilizar antes, durante y después del tratamiento oncológico según el riesgo CV del paciente y el riesgo de cardiotoxicidad del tratamiento oncológico.

Implementar un enfoque sistemático y personalizado que incluya evaluaciones regulares, educación del paciente y monitoreo de toxicidades específicas puede mejorar significativamente la calidad de vida y la salud CV de estos individuos. La colaboración multidisciplinaria entre oncólogos, hematólogos y cardiólogos es esencial para optimizar el cuidado de los sobrevivientes del cáncer.


**Palabras clave:** cardiooncología, cáncer, enfermedad cardiovascular, cardiotoxicidad.


## ABSTRACT

Cancer and cardiovascular disease are closely related because they share cardiovascular (CV) risk factors (CVRF). Advances in early cancer diagnosis and antineoplastic treatments have significantly reduced mortality, but these treatments can have adverse effects on the CV system in the short and long term, affecting the morbidity and mortality of these patients and modifying their quality of life and overall survival. Cardio-oncology is a subspecialty focused on the CV care of cancer patients, from diagnosis and treatment to long-term survival. One of its main objectives is to help patients safely complete the best oncological treatment according to their underlying disease. Avoiding these harmful CV complications implies appropriate risk stratification of cardiotoxicity, and prevention, early diagnosis and timely treatment of complications, as well as follow-up of survivors.

With the development of new treatments, as target therapies and immunotherapy, the adverse effects of cancer treatments are diverse. The range of possibilities is wide, from cardiac dysfunction/failure, myocarditis, vasospasm, microvascular disease, accelerated atherosclerosis, arterial and venous thromboembolic events, arterial hypertension/hypotension, pericardial or valvular compromise, QT prolongation and arrhythmias, to metabolic syndrome. These adverse effects are now referred to as cancer therapy-related CV toxicity (CTR-CVT).

Cancer therapy-related cardiac dysfunction (CTRCD) is one of the most common adverse effects and is defined as a drop in left ventricular ejection fraction (LVEF) by 10 absolute percentage points compared to baseline, reaching an LVEF below 50% or 53% according to different definitions. Anthracyclines are the drugs that produce the highest incidence of CTRCD; mainly associated with human epidermal growth factor receptor-2-targeted therapies, but other anticancer agents can also produce it.

It is crucial to identify the cardiovascular risk of our patient and the treatment regimen proposed by the oncology/hematology team, and to establish an overall risk of cardiotoxicity.

The evaluation and follow-up of patients should include the identification and treatment of CVRF and previous cardiovascular disease, the implementation of preventive measures, and the definition of a surveillance plan for early identification and management of possible CV complications, appropriate for patients and their risk. Physical examination, the use of imaging methods, laboratory tests and the determination of biomarkers are the tools we should use before, during and after oncologic treatment according to the patient´s CV risk and the risk of cardiotoxicity of cancer treatment.

Implementing a systematic and personalized approach, including regular evaluations, patient education and monitoring of specific toxicities may significantly improve quality of life and CV health in these individuals. Multidisciplinary collaboration between oncologists, hematologists and cardiologists is essential to optimize cancer survivors care.


**Keywords:** cardio-oncology, cancer, cardiovascular disease, cardiotoxicity

REVISTA CONAREC 2024;40(175):137-143 | HTTPS://DOI.ORG/10.32407/RCON/2024175/0137-0143


1. Miembro Titular SAC y Exdirectora del Consejo de Cardio-oncología SAC. Coordinadora de UCO y Cardio-oncología en FLENI. Coordinadora Cardio-oncología FUNDALEU. Staff Cardio-oncología en Hospital Británico de Buenos Aires.
2. Miembro titular SAC y Directora del Consejo de Cardio-oncología SAC. Coordinadora de UCO en Hospital Alemán.
3. Miembro titular SAC. Médica cardióloga Consultora honoraria, División Cardiología, Hospital José María Ramos Mejía, CABA. Vocal del Consejo de Cardio-oncología, SAC.

✉ ***Correspondencia:*** *Natalia Zareba. nataliazareba@gmail.com*


Los autores declaran no poseer conflictos de intereses.

Recibido: 03/02/2025 | Aceptado: 03/02/2025

## INTRODUCCIÓN

La cardiooncología es una subespecialidad orientada al cuidado cardiovascular (CV) del paciente con cáncer, desde su diagnóstico y tratamiento hasta la supervivencia posterior.

Las enfermedades cardiovasculares (ECV) junto a las neoplasias son las principales causas de muerte de los sobrevivientes al cáncer. En las últimas décadas, los avances en el diagnóstico oncológico precoz y en los tratamientos antineoplásicos han disminuido en forma significativa la mortalidad de los pacientes, de forma que el 50% de ellos tendrá una expectativa de vida mayor a 10 años. Sin embargo, estos tratamientos pueden presentar efectos deletéreos sobre el aparato CV a corto y largo plazo, impactando en la morbilidad y mortalidad de estos pacientes, es decir, modificando su calidad de vida y sobrevida global[1,6]. Esto da origen a la Cardio-Oncología como subespecialidad dedicada al cuidado de esta población, a través del trabajo interdisciplinario. Uno de sus principales objetivos es permitir que los pacientes puedan completar el mejor tratamiento oncológico acorde a su patología de base de forma segura. Evitar estas consecuencias cardiovasculares perjudiciales implica la correcta estratificación del riesgo de cardiotoxicidad, la prevención, el diagnóstico precoz y el tratamiento oportuno de las complicaciones; como así también el seguimiento de los sobrevivientes.

Sabemos que el cáncer y las ECV se encuentran ampliamente relacionadas, debido a que comparten factores de riesgo **(Figura 1)**. La edad, sexo masculino y tabaquismo son predictores independientes de desarrollar cáncer en el futuro; y los pacientes con alto riesgo CV (>20%) presentan 3,7 veces mayor riesgo de nuevos cánceres frente a los pacientes de bajo riesgo CV (<5%). Asimismo, la diabetes o el índice de masa corporal se asociaron de forma variable a diferentes subtipos de cáncer, sugiriendo que los factores de riesgo podrían ser diferentes para distintos tipos de tumores[2,7].

La inflamación parece ser la unión entre ambas entidades. Hoy sabemos que la inflamación media todas las etapas en el desarrollo de la aterosclerosis, desde el inicio hasta la etapa final de trombosis. Y desde el punto de vista oncológico, la inflamación es clave en la promoción de la carcinogénesis y la progresión tumoral.

Esto nos permite comprender por qué el beneficio de la prevención se extiende a ambas patologías. Es ampliamente conocida la reducción en la incidencia de ECV con la modificación de los factores de riesgo cardiovascular (FRCV). Además, la Organización Mundial de la Salud estima que más del 30% de las muertes por cáncer podrían evitarse modificando factores de riesgo como tabaquismo, obesidad, dietas poco saludables con bajo consumo de frutas y verduras, inactividad, consumo de alcohol, infección por VPH de transmisión sexual, contaminación del aire urbano y humo en interiores de combustibles sólidos[13].

## ¿CUÁLES SON LOS EFECTOS ADVERSOS CARDIOVASCULARES DEL TRATAMIENTO DEL CÁNCER?

Desde hace ya varios años que el tratamiento del cáncer no se limita solamente a la quimioterapia y radioterapia. Con el desarrollo de nuevas terapias, como las terapias dirigidas a dianas moleculares específicas y la inmunoterapia, los efectos adversos de los tratamientos oncológicos son diversos. Es amplio el abanico de posibilidades, desde disfunción o insuficiencia cardíaca (IC), miocarditis, vasoespasmo, enfermedad microvascular, aterosclerosis acelerada, eventos tromboembólicos arteriales y venosos, hipertensión o hipotensión arterial, compromiso pericárdico o valvular, prolongación del intervalo QT y arritmias, hasta síndrome metabólico[3,6]. A estos efectos adversos se los conoce actualmente como toxicidad CV relacionada con el tratamiento del cáncer (TCV-RTC). En la **Figura 2** se describen los tipos de TCV-RCT y los agentes antineoplásicos que la producen.

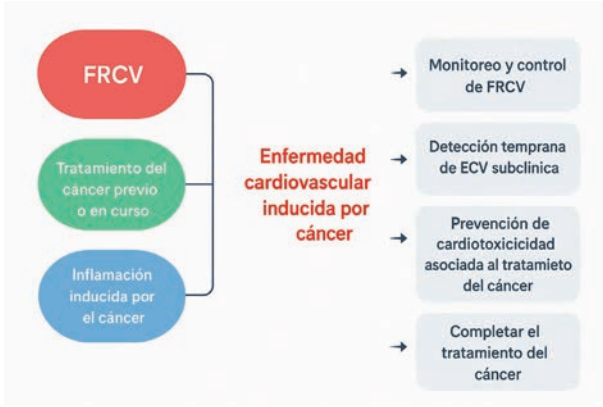



***Figura 1.*** *Interacción entre factores de riesgo comunes, enfermedad cardiovascular y cáncer. FRCV: factores de riesgo cardiovascular. ECV: enfermedad cardiovascular. Adaptado de: Giza DE, Iliescu G, Hassan S, Marmagkiolis K, Iliescu C. Cancer as a Risk Factor for Cardiovascular Disease. Curr Oncol Rep. 2017;19(6):39.*

La disfunción cardíaca relacionada con el tratamiento del cáncer (DC-RTC) es uno de los efectos adversos más frecuentes. Si bien aún no hay consenso mundial sobre su definición, se la considera como una caída de 10 puntos absolutos porcentuales por debajo del valor basal (previo al inicio del tratamiento) de la fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI), alcanzando una FEVI por debajo del límite inferior normal (establecido en 50% o 53% según diferentes definiciones). La principal estrategia para minimizar la DC-RTC es su detección precoz a los fines de iniciar un tratamiento oportuno[3]. Por ello, todo paciente que recibirá drogas antineoplásicas con potencial cardiotóxico debe ser evaluado y correctamente estratificado. Monitorear y optimizar el control de los FRCV es fundamental, asociado a medidas de cardioprotección y un seguimiento más estrecho en aquellos individuos de alto riesgo. La ecocardiografía es la técnica de imagen de elección, por su amplia disponibilidad, bajo costo y ausencia de exposición a radiación. Los biomarcadores y el análisis de la deformación miocárdica (*strain*) ayudan a la detección de disfunción cardíaca subclínica y son predictores de IC[8]. Recordemos que el tratamiento quimioterápico se incorporó como estadio A en la estadificación de IC.

La cardiotoxicidad más frecuente causada por los medicamentos quimioterápicos convencionales es la cardiotoxicidad inducida por antraciclinas (CIA) que ha sido objeto de importantes investigaciones. Las antraciclinas son inhibidores de las topoisomerasas; la inhibición de la topoisomerasa IIα de las células cancerosas impide la replicación del ADN y la división celular; pero también se dirigen a

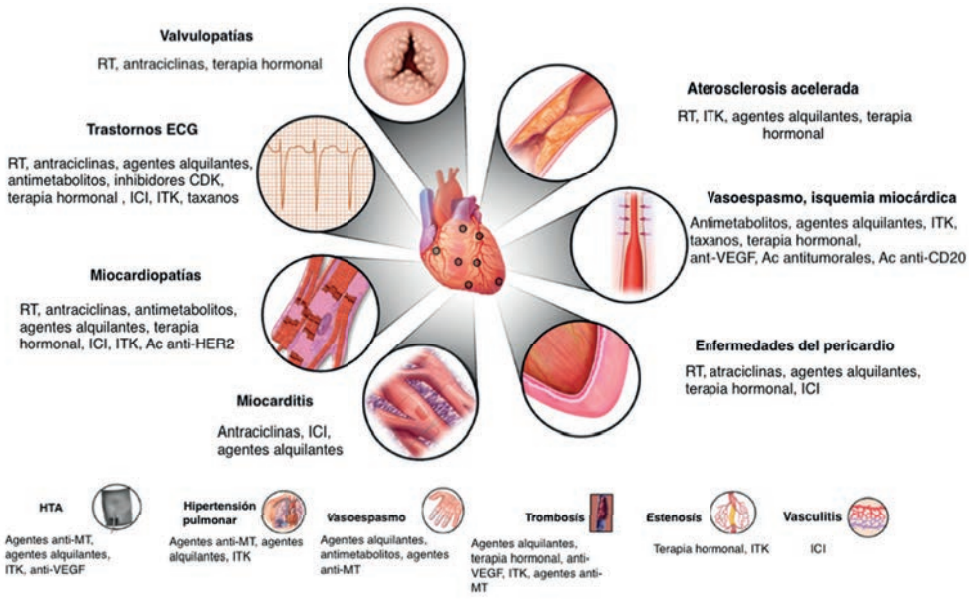



***Figura 2.*** *Toxicidad cardiovascular relacionada con el tratamiento del cáncer. AC: anticuerpos. anti-MT: inhibidores de los microtúbulos. anti-VEGF: inhibidores del factor de crecimiento del endotelio vascular. CDK: cinasa dependiente de ciclina. ICI: inhibidores del punto de control inmunitario. ITK: inhibidores de las tirosina cinasas. RT: radioterapia. Adaptado de: Brown SA. Preventive Cardio-Oncology: The Time Has Come. Front Cardiovasc Med. 2020;6:187.*

la topoisomerasa IIβ expresada por los cardiomiocitos para inducir roturas de la doble cadena del ADN que provocan alteraciones en la estructura mitocondrial y aumentan el estrés oxidativo en los cardiomiocitos, lo que da lugar a un remodelado progresivo del corazón y, finalmente, provoca IC. Este tipo de toxicidad es dependiente de la dosis e irreversible, e impacta directamente en el pronóstico global del paciente al reducir la supervivencia. Aquellos pacientes que reciben dosis de doxorrubicina ≥ 250 mg/m$^2$ presentan 10 veces más riesgo de desarrollar IC. Es por ello que la dosis acumulada de antraciclinas es el predictor más robusto de cardiotoxicidad[14]. Una dosis acumulada ≥ 400 mg/m$^2$ de doxorrubicina se considera un factor de alto riesgo.

Las terapias dirigidas hacia el receptor-2 del factor de crecimiento epidérmico humano (HER2), como el trastuzumab y pertuzumab, y los inhibidores de la tirosina quinasa inducen TCV-RTC con síntomas y signos parecidos a los de los pacientes con CIA. La mayoría de los efectos son de leves a moderados, inespecíficos y reversibles, pero también pueden provocar IC, aunque la incidencia es baja. Sólo el 4% de los pacientes que reciben trastuzumab experimentan disfunción cardíaca; sin embargo, cuando se combina con antraciclinas y ciclofosfamida, esta cifra aumenta hasta el 27%. La exposición previa a antraciclinas es uno de los factores de riesgo de la cardiotoxicidad inducida por trastuzumab.

Los inhibidores de punto de control inmunitario (ICI) son anticuerpos monoclonales que bloquean los receptores inhibitorios expresados en los linfocitos T, como el antígeno 4 asociado con los linfocitos T citotóxicos (CTLA-4), la proteína de muerte celular programada 1 (PD-1) o su ligando (PDL-1), logrando así restaurar la inmunidad antitumoral. Los ICI en monoterapia y su combinación con otras drogas como quimioterapia, terapias dirigidas e incluso combinación ICI-ICI, han cambiado el paradigma de tratamiento en un gran número de tumores alcanzando beneficios que no se habían logrado en pacientes con tumores avanzados y refractarios a otros tratamientos. La cardiotoxicidad asociada a ICI incluye miocarditis, pericarditis, aterosclerosis, arritmias y vasculitis. La miocarditis asociada a ICI tiene una incidencia menor al 1-1.5%, pero presenta una tasa de mortalidad cercana al 50%. Por ello es imprescindible el diagnóstico precoz y su tratamiento inmediato.

En la terapia celular CAR-T, las células T autólogas se modifican genéticamente para que expresen receptores dirigidos específicamente contra las células cancerosas. Además de ser una terapia antitumoral, producen una respuesta inmunológica específica denominada síndrome de liberación de citoquinas (SRC). El SRC de alto grado causa graves anomalías sistémicas, incluidas las cardiovasculares, como arritmias, deterioro hemodinámico y miocardiopatía.

La quimioterapia convencional, las terapias dirigidas y la inmunoterapia también pueden provocar toxicidad vascular, como hipertensión arterial (HTA) sistémica, hipertensión pulmonar (HTP), trombosis, estenosis, vasoespasmo o vasculitis. La HTA sistémica puede aumentar aún más el riesgo de TCV-RTC. Los inhibidores del factor de crecimiento endotelial vascular provocan HTA en más del 25% de los casos. Estos fármacos también se asocian con miocardiopatía, vasculopatía, trombosis y nefropatía, en gran parte debido a la disfunción endotelial, reducción de la producción de óxido nítrico y la destrucción de la barrera de filtración glomerular[12].

Los agentes alquilantes como la ciclofosfamida, ifosfamida, busulfán, mitomicina C y bleomicina actúan directamente sobre el ADN al incorporar grupos alquilo que dan lugar a la formación de puentes inter o intracatenarios, responsables de la alteración funcional del ADN y en último término, de la muerte celular. La ciclofosfamida no es un compuesto cardiotóxico con las dosis habituales. El riesgo de toxicidad cardíaca es dependiente de la dosis (> 150 mg/kg y 1,5

g/m$^2$/día), es mayor en pacientes añosos y en los que han recibido antraciclinas o irradiación mediastínica. La mitomicina C se ha asociado con el desarrollo de miocardiopatía con disfunción del ventrículo izquierdo, especialmente cuando se administra junto con o después del tratamiento con antraciclinas y depende directamente de la dosis acumulada (>30 mg/m$^2$)[3].

Los derivados del platino (cisplatino, carboplatino y oxaliplatino) forman enlaces covalentes con la guanina y adenina del ADN e interrumpen su función. Aumentan el estrés oxidativo a nivel mitocondrial y producen apoptosis, mecanismos que han sido implicados en su cardiotoxicidad. Pueden provocar arritmias (supraventricular, taquicardia y bradicardia), bloqueo de rama izquierda, isquemia e infarto. El cisplatino puede provocar arritmias (supraventricular, taquicardia y bradicardia), bloqueo de rama izquierda, isquemia e infarto, hipertensión, fenómeno de Raynaud e isquemia cerebral[3].

Los microtúbulos son polímeros proteicos que están presentes en el citoplasma de las células y son vitales para su viabilidad, ya que forman parte del huso mitótico que permite la migración de los cromosomas durante la mitosis, y participan en otras acciones celulares como el transporte, la secreción, locomoción y adhesión celular. Dentro de los agentes que interaccionan con los microtúbulos que tienen efectos cardiotóxicos se debe mencionar a los taxanos (paclitaxel, docetaxel y cabazitaxel), y los alcaloides de la vinca como la vinblastina. El paclitaxel es la droga quimioterápica proarritmogénica por excelencia. El trastorno más común es una bradicardia sinusal pasajera que puede observarse en hasta el 30% de los pacientes durante la infusión de la droga. Se ha descrito también isquemia miocárdica en un rango de 0,5 a 5% y trombosis[3].

Los antimetabolitos, como el 5-fluorouracilo (5-FU), son conocidos por causar angina de pecho y síndrome coronario agudo (SCA). Estos efectos son mediados principalmente por el espasmo coronario inducido por la alteración de la síntesis de ATP y la interrupción de la homeostasis del calcio en las células del músculo liso vascular. La isquemia resultante puede tener un impacto severo en la reserva funcional del corazón, especialmente en pacientes con enfermedades coronarias preexistentes.

El proteasoma es un complejo de proteínas cuya función es destruir otras proteínas celulares que ya no tienen una función determinada en la célula. La alteración en la estructura y por consiguiente de la actividad del proteosoma deriva en la detención del crecimiento y muerte celular. En las células tumorales, la actividad del proteosoma se encuentra exacerbada con respecto a las células normales; esto hace que sean más sensibles a los efectos proapoptóticos de drogas que afecten su función. Los inhibidores del proteosoma como el bortezomib y carfilzomib se utilizan para el tratamiento del mieloma múltiple y el linfoma del manto. Los eventos adversos cardiovasculares son infrecuentes con este grupo de drogas, pero se han descrito casos de IC, HTP, arritmias e HTA[3].

La terapia de privación androgénica incluye a los agonistas de la hormona liberadora de gonadotrofina (Gn-RH) como leuprolida y goserelina, los antagonistas de la Gn-RH (degarelix y relugolix), los antiandrógenos (flutamida y bicalutamida) y los inhibidores de la síntesis de andrógenos (acetato de abiratenona). Tanto los agonistas como los antagonistas de la Gn-RH bloquean el eje hipotálamo-hipófisis-testículos mientras que los antiandrógenos bloquean la unión de los andrógenos a receptores intracelulares. Estas drogas pueden incrementar el riesgo cardiovascular (RCV) produciendo cambios metabólicos con el consiguiente aumento de peso, resistencia a la insulina, diabetes y dislipidemia[15].

Las complicaciones cardíacas o vasculares asociadas a la radioterapia suelen ser tardías, observándose a partir de los 5-10 años. Si bien el avance tecnológico y los nuevos protocolos de tratamiento han reducido el daño cardíaco, deben considerarse múltiples factores determinantes: edad al momento del tratamiento, campo radiante recibido, tipo de radiación, dosis diaria y total, volumen del corazón irradiado, RCV del paciente y el empleo de cardiotóxicos concomitantes[3,9].

## ¿CÓMO ESTRATIFICAR EL RIESGO DE CARDIOTOXICIDAD DE LOS PACIENTES?

Las guías de Sociedad Europea de Cardiología de cardiooncología de 2022 recomiendan el uso de las herramientas de evaluación de riesgo de la *Heart Failure Association* (HFA) y la *International Cardio-Oncology Society* (IC-OS) para determinar el riesgo de toxicidad CV relacionada con el tratamiento del cáncer previo al tratamiento oncológico, ya que son fáciles de usar e implementar en los servicios de Oncología y Hematología. Existe una proforma para cada grupo de tratamiento oncológico que considera los factores de riesgo específicos en cada uno. Estos factores tienen un puntaje que puede ser alto, medio o bajo y estratifica a los pacientes en riesgo bajo, intermedio, alto o muy alto; estas categorías corresponden a riesgos futuros de cardiotoxicidad del 2%, 2-9%, 10-19% y >20%, respectivamente[13].

Por otra parte, existen factores asociados al aumento de riesgo de cardiotoxicidad para cada grupo de drogas y, además, cada fármaco tiene un perfil de toxicidad relacionado con su mecanismo de acción, dosis, vía de administración, combinación con otras drogas o radioterapia, entre otras. La localización (páncreas, riñón, pulmón, linfoma) y el estadio avanzado del cáncer, la hipercoagulabilidad, la invasión cardíaca y de los vasos sanguíneos, la radioterapia previa a nivel cardíaco/mediastino/estructuras vasculares, la exposición previa a antraciclinas, la terapia hormonal, también influyen en el riesgo de cardiotoxicidad.

Por ello es fundamental reconocer el RCV de nuestro paciente y cuál será el esquema de tratamiento propuesto por el equipo de oncología/hematología, y establecer un riesgo global de cardiotoxicidad, considerando además si ya ha recibido tratamientos antineoplásicos previos que condicionan un factor de vulnerabilidad adicional.

En la **Figura 3** se muestran los distintos factores de riesgo que contribuyen al RCV basal en los pacientes con cáncer que van a recibir tratamiento oncológico potencialmente cardiotóxico y lo que debe incluir la evaluación inicial.

El riesgo de TCV-RTC se comporta como una variable dinámica a lo largo de la atención del paciente. Por lo que es importante su actualización permanente, y comprender que este riesgo será influenciado por la implementación de medidas de prevención primaria, el adecuado tratamiento de la enfermedad CV previa, la dosis, frecuencia, duración y combinación del tratamiento oncológico, las complica-

***Figura 3.*** *Factores de riesgo que contribuyen al riesgo cardiovascular basal en los pacientes con cáncer que van a recibir tratamiento oncológico potencialmente cardiotóxico y evaluación inicial. FRCV: factores de riesgo cardiovascular. HbA1C: hemoglobina glicosilada. Adaptado de: Lyon AR, López-Fernández T, Couch LS, Asteggiano R, Aznar MC, Bergler-Klein J, et al. ESC Scientific Document Group. 2022 ESC Guidelines on cardio-oncology developed in collaboration with the European Hematology Association (EHA), the European Society for Therapeutic Radiology and Oncology (ESTRO) and the International Cardio-Oncology Society (IC-OS). Eur Heart J. 2022;43(41):4229-4361.*

ciones cardiovasculares que surjan durante el tratamiento y su gravedad. En aquellos supervivientes al cáncer debemos considerar además el tratamiento acumulado, el tiempo transcurrido desde el tratamiento y la interacción con comorbilidades u otras enfermedades cardiovasculares.

Actualmente existen calculadores de riesgo disponibles para la evaluación del riesgo previo al inicio de tratamiento. El más utilizado es el *HFA-ICOS risk assessment.*

*Recuérdese que los tres pasos importantes en la evaluación y seguimiento de los pacientes son:*

- Identificar y tratar los FRCV y las ECV previas.
- Implementar medidas de prevención.
- Definir un plan de vigilancia para la identificación precoz y el manejo de las posibles complicaciones CV, adecuado al paciente y su estratificación de riesgo.

## ¿CÓMO REALIZAR EL SEGUIMIENTO DEL PACIENTE DURANTE EL TRATAMIENTO?

El adecuado monitoreo de los pacientes, basados en la estratificación de RCV y de cardiotoxicidad individual, y en el perfil de toxicidad determinado por el tratamiento oncológico instaurado, ayudará al diagnóstico precoz de las posibles complicaciones y su tratamiento oportuno.

Según la estratificación basal del paciente y el esquema terapéutico a recibir es que se planifica el seguimiento, estableciendo la periodicidad de los controles y la necesidad de estudios complementarios (electrocardiograma, ecocardiograma Doppler y biomarcadores). Se considerarán estudios de mayor complejidad guiados a las toxicidades esperadas, sintomatología y hallazgos en los estudios iniciales.

En la **Figura 4** se ejemplifica el seguimiento de un paciente que realiza tratamiento con antraciclinas, basado en la estratificación de riesgo basal en bajo, moderado o alto/muy alto riesgo.

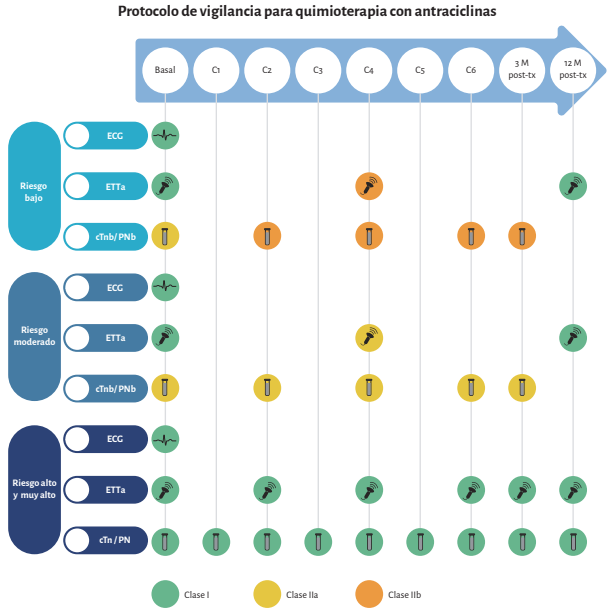



***Figura 4.*** *Monitorización de la toxicidad cardiovascular en pacientes que reciben quimioterapia con antraciclinas. Lo ideal es hacer una determinación de biomarcadores y ETT antes del ciclo correspondiente de antraciclinas (C1-C6). Se debe considerar la resonancia magnética cardíaca para la evaluación de la función cardíaca cuando la ETT no esté disponible o no sea diagnóstica. En pacientes de riesgo moderado, se debe considerar ETT después de una dosis acumulativa ≥250 mg/m2 de doxorrubicina o equivalente. En pacientes de riesgo bajo, se puede considerar ETT después de una dosis acumulativa ≥250 mg/m2 de doxorrubicina o equivalente. Se recomienda la determinación de PN y/o cTn en todos los pacientes con cáncer cuando dichos marcadores vayan a ser utilizados durante la monitorización del tratamiento. Se puede considerar la monitorización de cTn y PN cada dos ciclos durante la quimioterapia con antraciclinas y dentro de los primeros 3 meses después de finalizar el tratamiento en pacientes de riesgo bajo (Clase IIb, Nivel C). Se debe considerar la monitorización de cTn y PN cada dos ciclos durante la quimioterapia con antraciclinas y dentro de los primeros 3 meses después de finalizar el tratamiento en pacientes de riesgo moderado y en pacientes de riesgo bajo que reciben una dosis acumulativa ≥250 mg/m2 de doxorrubucina o equivalente (Clase IIa, Nivel C). cTn: troponina cardíaca. ECG: electrocardiograma. ETT: ecocardiografía transtorácica. M: meses. PN: péptidos natriuréticos. C: ciclo de quimioterapia. tx: tratamiento. Extraído de: Lyon AR, López-Fernández T, Couch LS, Asteggiano R, Aznar MC, Bergler-Klein J, et al. ESC Scientific Document Group 2022 ESC Guidelines on cardio-oncology developed in collaboration with the European Hematology Association (EHA), the European Society for Therapeutic Radiology and Oncology (ESTRO) and the International Cardio-Oncology Society (IC-OS). Eur Heart J. 2022;43(41):4229-4361.*

## ¿CÓMO REALIZAR EL SEGUIMIENTO DEL PACIENTE DURANTE EL PRIMER AÑO DESPUÉS DE LA FINALIZACIÓN DEL TRATAMIENTO ONCOLÓGICO?

Los sobrevivientes del cáncer con alto riesgo de desarrollar complicaciones CV en el seguimiento y que requerirán una vigilancia más estrecha a largo plazo son:

- Aquellos con riesgo inicial alto o muy alto según la estratificación de riesgo HFA-ICOS.
- Aquellos que realizaron tratamiento oncológico con alto riesgo de complicaciones CV a largo plazo (doxorrubicina ≥250 mg/m$^2$, dosis media cardíaca de radioterapia >15 Gy, doxorrubicina ≥100 mg/m$^2$ y dosis media cardíaca de radioterapia entre 5 y 15 Gy, trasplante de médula ósea de riesgo alto).
- Aquellos que desarrollaron TCV-RTC moderada a grave durante el tratamiento: DC-RTC, miocarditis por ICI, arritmias o toxicidades vasculares graves como SCA, accidente cerebrovascular y edema agudo de pulmón.

- Aquellos que presentaron alteraciones en la función cardíaca detectadas por ecocardiografía, elevación de biomarcadores o síntomas CV al finalizar el tratamiento oncológico.

Los pacientes asintomáticos de alto riesgo deben ser evaluados con ecocardiograma Doppler y biomarcadores a los 3 y 12 meses después de la finalización del tratamiento. Los de moderado riesgo serán evaluados con ecocardiograma Doppler y biomarcadores a los 12 meses, y los de bajo riesgo se podrá considerar la valoración también a los 12 meses de finalizado el tratamiento.

## ¿CÓMO REALIZAR EL SEGUIMIENTO A LARGO PLAZO DE LOS SUPERVIVIENTES AL CÁNCER?

Los pacientes deben ser monitoreados a largo plazo debido a que los sobrevivientes tienen mayor riesgo de desarrollar ECV y la muerte de causa cardíaca puede aumentar hasta 8 veces. Especial interés merecen aquellos pacientes con cáncer tratado en la edad pediátrica, ya que generalmente han recibido radioterapia en mediastino y esquemas de quimioterapias más agresivos convirtiéndolos en una población vulnerable. Presentan un riesgo aumentado de desarrollar FRCV y síndrome metabólico en la edad adulta, y al alcanzar los 40 años más del 10% presenta una cardiopatía grave[4-6].

Otras de las poblaciones de mayor riesgo de eventos en el seguimiento a largo plazo son aquellos sometidos a irradiación en tórax/mediastino y cuello por enfermedad oncohematológica (por ejemplo, linfoma de Hodgkin), cáncer de esófago, pulmón y mama; aquellos que realizaron tratamiento con platinos por cáncer testicular y los que recibieron tratamientos con antraciclinas a altas dosis por linfomas.

La incidencia y la progresión de las complicaciones CV relacionadas con la radiación dependen de la dosis recibida por el tejido CV, las terapias oncológicas concomitantes y las características del paciente (ECV previa, FRCV y edad). En estos pacientes, la periodicidad de los controles y los métodos complementarios a realizar dependerá del riesgo de cardiotoxicidad, considerando la re-estratificación del paciente en el seguimiento basado en la valoración permanente de los FRCV, ECV preexistente o *de novo*, la aparición de complicaciones CV o comorbilidades. Merece especial interés la búsqueda de enfermedad coronaria, carotídea y renal cada 5-10 años a partir de los 5 años posradioterapia en los territorios descriptos.

Los pacientes trasplantados de médula ósea (TMO) presentan mayor incidencia de IC, alcanzando hasta un 14,5% en mujeres a los 15 años post-TMO. La vigilancia a largo plazo de estos pacientes merece educación continua y optimización de los FRCV considerando metas de alto riesgo CV.

*Implementar un enfoque sistemático y personalizado que incluya evaluaciones regulares, educación del paciente y monitoreo de toxicidades específicas puede mejorar significativamente la calidad de vida y la salud CV de estos individuos. La colaboración multidisciplinaria entre oncólogos, hematólogos y cardiólogos es esencial para optimizar el cuidado de los sobrevivientes del cáncer.*

## ¿CUÁNDO DERIVAR UN PACIENTE A CARDIOONCOLOGÍA?

La mayoría de las derivaciones a cardiooncología procederán probablemente de los consultorios de oncología y hematología. Los oncólogos y oncohematólogos precisan entrenamiento para la estratificación de riesgo CV de sus pacientes. Una vez identificados aquellos como de riesgo moderado o alto, pueden ser remitidos directamente a una consulta de cardiología/cardiooncología antes del tratamiento oncológico. Si se considera que el riesgo es bajo, los oncólogos deben realizar un seguimiento adecuado de los pacientes. Ante la presencia de síntomas o signos sugestivos de TCV-RTC, de cambios en el tratamiento previsto a un régimen de mayor riesgo, etc., los pacientes deben ser derivados a cardiooncología. Otro motivo de derivación es el control y tratamiento de FRCV como HTA, dislipemia o diabetes en pacientes con cáncer que van a recibir terapias potencialmente cardiotóxicas.

## CONCLUSIONES

La cardiooncología ha surgido como una disciplina esencial en la medicina moderna, abordando los desafíos que surgen de los avances en el tratamiento del cáncer. Con un enfoque preventivo, monitoreo constante y manejo adecuado, es posible minimizar las complicaciones cardiovasculares y mejorar la calidad de vida de los pacientes oncológicos. La integración de esta especialidad en la atención médica garantiza un enfoque holístico que protege tanto el corazón como al paciente en su totalidad.

Requiere un enfoque colaborativo entre oncólogos, hematólogos, cardiólogos, clínicos, especialistas en imágenes cardiovasculares y otros profesionales de la salud. Este enfoque garantiza un monitoreo y manejo integrales, reduciendo el impacto de las complicaciones cardiovasculares en los pacientes con cáncer.

## BIBLIOGRAFÍA


1. *Nhola LF, Villarraga HR. Rationale for Cardio-Oncology Units. Rev Esp Cardiol (Engl Ed). 2017;70(7):583-589.*
2. *Lau ES, Paniagua SM, Liu E, Jovani M, Li SX, Takvorian K, et al. Cardiovascular Risk Factors are Associated with Future Cancer. JACC CardioOncol. 2021;3(1):48-58.*
3. *Lax J, Aballay L, Baratta S, Bermann A, Celano L, Chacon C, et al. Consenso de Cardio-Oncología. Rev Arg Cardiol. 2019;87(5):1-88.*
4. *Armenian SH, Xu L, Ky B, Sun C, Farol LT, Pal SK, et al. Cardiovascular Disease Among Survivors of Adult-Onset Cancer: A Community-Based Retrospective Cohort Study. J Clin Oncol. 2016;34(10):1122-30.*
5. *Chun C, Xu L, Bhatia S, Cooper R, Brar S, Wong FL, et al. Cardiovascular Disease Risk Profiles in Survivors of Adolescent and Young Adult (AYA) Cancer. J Clin Oncol. 2016;34(14):1626-1633.*
6. *López T, Martín A, Santaballa A, Montero Á, García R, Mazón P, et al. Cardio-Onco-Hematology in Clinical Practice. Position Paper and Recommendations. Rev Esp Cardiol (Engl Ed). 2017;70(6):474-486.*
7. *Mehta LS, Watson KE, Barac A, Beckie TM, Bittner V, Cruz-Flores S, et al. Cardiovascular Disease and Breast Cancer: Where These Entities Intersect: A Scientific Statement From the American Heart Association. Circulation. 2018;137(8):e30-e66.*

8. *Plana JC, Galderisi M, Barac A, Ewer MS, Ky B, Scherrer-Crosbie M, et al. Expert consensus for multimodality imaging evaluation of adult patients during and after cancer therapy: a report from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. J Am Soc Echocardiogr. 2014;27(9):911-939.*
9. *Lancellotti P, Nkomo VT, Badano LP, Bergler-Klein J, Bogaert J, Davin L, et al. Expert consensus for multi-modality imaging evaluation of cardiovascular complications of radiotherapy in adults: ASE/EACVI. J Am Soc Echocardiogr. 2013;26(9):1013-1032.*
10. *Giza DE, Iliescu G, Hassan S, Marmagkiolis K, Iliescu C. Cancer as a Risk Factor for Cardiovascular Disease. Curr Oncol Rep. 2017;19(6):39.*
11. *Brown SA. Preventive Cardio-Oncology: The Time Has Come. Front Cardiovasc Med. 2020;6:187.*
12. *Pandey AK, Singhi EK, Arroyo JP, Ikizler TA, Gould ER, Brown J, et al. Mechanisms of VEGF (Vascular Endothelial Growth Factor) Inhibitor-Associated Hypertension and Vascular Disease. Hypertension. 2018;71(2):e1-e8.*
13. *Lyon AR, López-Fernández T, Couch LS, Asteggiano R, Aznar MC, Bergler-Klein J, et al. ESC Scientific Document Group. 2022 ESC Guidelines on cardio-oncology developed in collaboration with the European Hematology Association (EHA), the European Society for Therapeutic Radiology and Oncology (ESTRO) and the International Cardio-Oncology Society (IC-OS). Eur Heart J. 2022;43(41):4229-4361.*
14. *Koene RJ, Prizment AE, Blaes A, Konety SH. Shared Risk Factors in Cardiovascular Disease and Cancer. Circulation. 2016;133(11):1104-14.*
15. *Armenian SH, Sun CL, Francisco L, Steinberger J, Kurian S, Wong FL, et al. Late congestive heart failure after hematopoietic cell transplantation. J Clin Oncol. 2008;26(34):5537-43.*
16. *Crawford ED, Heidenreich A, Lawrentschuk N, Tombal B, Pompeo ACL, Mendoza-Valdes A, et al. Androgen-targeted therapy in men with prostate cancer: evolving practice and future considerations. Prostate Cancer Prostatic Dis. 2019;22(1):24-38.*

# DOMINIOS DE LA CARDIOLOGÍA DEL DEPORTE Y EL EJERCICIO

# DOMAINS OF SPORTS AND EXERCISE CARDIOLOGY

ARACELI BORAITA[1], SEBASTIÁN WOLFF[2]


## RESUMEN

El ejercicio físico es conocido por sus beneficios en la prevención de enfermedades, reducción de la mortalidad y mejora de la calidad de vida. La comprensión de los efectos del ejercicio sobre el corazón del deportista ha evolucionado significativamente desde la antigüedad, cuando se consideraba que la hipertrofia cardíaca era indicativa de enfermedad. Con el tiempo, estudios y técnicas como la ecocardiografía han permitido un entendimiento más preciso de las adaptaciones cardiovasculares en deportistas.

La cardiología del deporte tiene como objetivos principales la evaluación cardiovascular preparticipación, el diagnóstico diferencial entre adaptaciones fisiológicas y patologías cardíacas, y el manejo clínico de deportistas con enfermedades cardiovasculares. Además, desempeña un rol clave en la educación y la prevención, ofreciendo directrices tanto para la población general como para los deportistas con enfermedades cardíacas.


**Palabras clave:** deporte, ejercicio físico, prevención de enfermedades.


## ABSTRACT

Physical exercise is known for its benefits in disease prevention, reducing mortality, and improving quality of life. Understanding the effects of exercise on the athlete's heart has evolved significantly since ancient times, when cardiac hypertrophy was considered indicative of disease. Over time, studies and techniques such as echocardiography have allowed a more precise understanding of cardiovascular adaptations in athletes.

Sports cardiology's main objectives are pre-participation cardiovascular assessment, differential diagnosis between physiological adaptations and cardiac pathologies, and the clinical management of athletes with cardiovascular disease. Furthermore, it plays a key role in education and prevention, offering guidelines for both the general population and athletes with heart disease.


**Keywords:** sport, physical exercise, disease prevention.

REVISTA CONAREC 2024;40(175):144-148 | HTTPS://DOI.ORG/10.32407/RCON/2024175/0144-0148

## INTRODUCCIÓN

### RESEÑA HISTÓRICA

El ejercicio físico tiene un efecto beneficioso en la prevención de la enfermedad, en la disminución de la mortalidad global y en la mejora de la calidad de vida de los ciudadanos. Esto ha motivado que la práctica deportiva haya aumentado considerablemente en los últimos años. La realización de ejercicio físico por parte de la población general es un índice de salud y en el momento actual estamos asistiendo a una cada vez mayor implicación de todos los segmentos de nuestra sociedad en su práctica. Carreras populares, triatlones, actividades en los gimnasios están llenando el calendario de nuestra población joven y no tan joven con el fin último de la mejora de la salud. Sin embargo, el efecto beneficioso del ejercicio en la promoción de la salud se ve contrarrestado por el riesgo cardiovascular (CV) que supone en algunas ocasiones un esfuerzo excesivo y desproporcionado para la capacidad física de la persona, y en otras por las propias características del ejercicio practicado.

En el antiguo Egipto creían que el corazón era "*el asiento de la conciencia moral, el trono donde mora el dios interno del hombre*" y para sus médicos debía tener un tamaño armónico con el del individuo, no debiendo superar el tamaño de su puño. En el papiro del juicio final "*el peso del corazón del difunto debe ser menor al peso de la pluma de la verdad*", incidiendo en el hecho que el corazón no debía ser muy voluminoso.

Fueron los griegos los primeros en considerar el corazón del deportista. Galeno de Pérgamo (130-216 d. C.) afirmó: "*Los atletas llevan una vida contraria a los preceptos de la higiene, y según mi entender es más favorable a la enfermedad que a la salud. Si ya cuando se mantienen en activo su organismo se encuentra en peligro, el deterioro es aún mayor al abandonar su vida profesional, de hecho, si no fallecen al poco tiempo, nunca llegan a alcanzar una edad avanzada*"; esta creencia estuvo en vigencia hasta el siglo XX.

En las postrimerías del siglo XIX Henschen[1] fue quien por primera vez y mediante la percusión en el pecho hizo referencia a la cardiomegalia de un grupo de esquiadores de fondo. Años más tarde, con la aparición de la radiología, diferentes autores confirmaron que los deportistas presentaban una silueta cardíaca de mayor tamaño que los sedentarios[2,3]. Más adelante, el análisis de los voltajes del electrocardiograma (ECG) llevó a que se establecieran determinados criterios para el diagnóstico de hipertrofia ventricular izquierda (HVI) y derecha, en un intento de proporcionar una información adicional a la obtenida mediante la radiología. Durante la primera mitad del siglo XX, la hipertrofia del corazón del deportista se relacionó con un estado patológico. Además, el hecho de que la cardiomegalia relacionada con valvulopatía reumática fuera un hallazgo frecuente, dio argumentos a

1. Cardióloga y Especialista en Medicina del Deporte. Unidad de Investigación de Fisiología del Ejercicio, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Europea de Madrid y del Instituto de Investigación Hospital 12 de Octubre.
2. Médico especialista en cardiología y deportología. Director médico del Instituto de cardiología y medicina del deporte Wolff. Presidente del capítulo de Cardiología del ejercicio de SISIAC. FSISIAC. FESC.

✉ ***Correspondencia:*** *Araceli Boraita. Unidad de Investigación de Fisiología del Ejercicio, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Europea de Madrid y del Instituto de Investigación Hospital 12 de Octubre. www.araceliboraita.es*

Los autores declaran no poseer conflictos de intereses.

Recibido: 20/06/2024 | Aceptado: 20/06/2024

un gran número de médicos para considerar la cardiomegalia del deportista como un signo adverso. A partir de los años 60 el corazón del deportista se consideró como un órgano más adecuado, mejor desarrollado y que funciona de manera más económica que el del individuo no entrenado. Pero fue con el desarrollo de la ecocardiografía cuando se pudo conocer mejor el corazón entrenado, ya que esta técnica no invasiva permite valorar el tamaño de las cavidades cardíacas, incluidos los grandes vasos. Disponemos, desde los años 70, de estudios dirigidos a valorar las adaptaciones cardíacas secundarias a la sobrecarga hemodinámica asociada al entrenamiento, que mayoritariamente se han centrado en el estudio del ventrículo izquierdo[4-9]. Pero en los últimos veinte años, gracias al desarrollo de las nuevas tecnologías de eco-Doppler, han surgido estudios dirigidos a valorar las adaptaciones sobre el ventrículo derecho (VD) que han revolucionado los conocimientos sobre el corazón del deportista. El VD ha dejado de ser una cavidad pasiva y ha adquirido un papel activo en las adaptaciones del corazón del deportista, siendo considerado como el modulador de la sobrecarga hemodinámica que se produce con el ejercicio intenso y prolongado[10-12]. Incluso hay algunos estudios de las adaptaciones biventriculares realizados con cardiorresonancia[13,14].

La ecocardiografía ha permitido, por un lado, descubrir y mejorar nuestro entendimiento sobre algunas de las adaptaciones morfológicas y funcionales experimentadas por el corazón entrenado y, por otro, descartar patologías cardíacas que puedan llevar a la muerte súbita (MS) del deportista. Entre las causas más frecuentes de MS en deportistas jóvenes de competición se encuentran las cardiopatías familiares, como la miocardiopatía hipertrófica y la arritmogénica, las cardiopatías congénitas, como las anomalías congénitas de las arterias coronarias, y la patología aórtica (válvula aórtica bicúspide con afectación de la aorta y el síndrome de Marfan)[15]. Hoy día disponemos de abundante información científica como para poder aproximarnos a los límites fisiológicos de la hipertrofia del deportista[16,17].

Estas inquietudes sobre el conocimiento del corazón del deportista han llevado, en el último cuarto del siglo XX, a que un grupo de cardiólogos se interesen en el estudio y el desarrollo de esta parte de la cardiología.

## EL NACIMIENTO Y EL DESARROLLO DE LA CARDIOLOGÍA DEL DEPORTE

El 6 de noviembre de 1963, el Comité Ejecutivo del Comité Olímpico Nacional Italiano (CONI) sancionó el nacimiento del Instituto de Medicina Deportiva. En esa ocasión, fue nombrado Comisario del Instituto el Prof. Antonio Venerando, entonces presidente de la Federación Italiana de Medicina Deportiva, quien posteriormente pasó a ser Director del Instituto, del que formaba parte el departamento de Evaluación Funcional del deportista, cuyo líder era el Prof. Antonio Dal Monte, y el departamento de Ortopedia, cuyo responsable era el Prof. Giorgio Santilli.

En 1971 se publicó la "Ley de protección médica para actividades deportivas" y en 1981 "Normas en materia de relaciones entre sociedades y profesionales del deporte" (Ley 1971/82) que reguló que "*Cada ciudadano implicado en actividades deportivas oficiales debe pasar satisfactoriamente reconocimientos periódicos preventivos con el fin de evaluar su aptitud para la participación deportiva*".

En 1983 se implementó un acuerdo entre el CONI y la Universidad Estatal de Roma para una colaboración entre el Instituto y las Escuelas de Especialización en Medicina Deporte.

El 20 de marzo de 1984, el Comité Ejecutivo del CONI, modificando la organización y denominación del Instituto, aprobó el proyecto, que pasó a ser ejecutivo el 2 de octubre de 1984, relativo a la creación del Instituto de Ciencias del Deporte.

Una gran contribución para la creación de la Cardiología del Deporte fue realizada por el Comité Organizativo Cardiológico para Idoneidad Deportiva Italiano (COCIS) que en 1989 publicó el "*Protocolo de Idoneidad Deportiva para los Deportistas de Alta Competición*"[18]. En este documento por primera vez se analiza las cardiopatías que pueden limitar la práctica deportiva.

A lo largo de los años, el Prof. Venerando realizó e inició numerosas investigaciones y estudios en el campo cardiológico, entre los que cabe mencionar los relativos al "Corazón del Atleta", que estimularon un amplio debate internacional sobre el tema. En los ochenta y noventa la literatura científica fue inundada de trabajos sobre las causas, prevalencia y la prevención de la MS en el deporte.

En España, el Comité Olímpico Español (COE, fundado en 1912) junto con el Consejo Superior de los Deportes es el órgano responsable del desarrollo del movimiento deportivo nacional. Un hito para el desarrollo de la Cardiología del Deporte fue la creación de la ley del deporte en España (Ley 13/1980, General de la Cultura Física y del Deporte) que reguló la práctica deportiva de competición y dio lugar a la creación de los Centros de Alto Rendimiento y de Tecnificación Deportiva. En 1992 coincidiendo con los JJOO de Barcelona 92, con el ánimo de dar a conocer el corazón del deportista e implementar el ejercicio y el deporte como herramienta terapéutica se creó el Grupo de Trabajo de Cardiología del Deporte dentro de la Sociedad Española de Cardiología, y gracias a él existe en España la Cardiología del Deporte.

Sin género de dudas, la *16th Bethesda Conference: Cardiovascular abnormalities in the athlete: recommendations regarding eligibility for competition*" fueron un hito en la difusión internacional de las recomendaciones de práctica deportiva de competición en deportistas con cardiopatías[19,20]. Cada 10 años hasta el año 2004 expertos se reunieron para actualizar las recomendaciones. A partir del año 2005 las Sociedades Científicas de Cardiología y de Medicina del Deporte, tanto europeas como americanas, hicieron eco de la utilidad de los reconocimientos cardiológicos preparticipación deportiva y elaboraron Guías y Recomendaciones para la práctica deportiva de competición[21].

Por otro lado, con el ánimo de dar a conocer el corazón del deportista e implementar el ejercicio y el deporte como herramienta terapéutica se crearon Grupos de Trabajo de Cardiología del Deporte dentro de la Sociedades de Cardiología, con el objetivo de actualizar los conocimientos sobre los efectos del ejercicio y del deporte. Su **misión** es fomentar el desarrollo y la especificidad de la Cardiología del Deporte, definir las áreas de actuación y sus competencias, y así como determinar los conocimientos y aptitudes que deben reunir los profesionales de esta área. Su **finalidad** es ofrecer una asistencia de mayor calidad al deportista o al paciente con cardiopatía que quiere realizar un programa de ejercicio físico o deporte. No hay que olvidar que, afor-

tunadamente, cada vez hay más ciudadanos que practican deporte por lo que la demanda de recomendaciones de aptitud está aumentando en las consultas médicas. Esto plantea serios problemas ya que existe un desconocimiento del comportamiento y de las exigencias de los diferentes deportes tanto en la población sana como en los cardiópatas.

Para definir los contenidos de la formación en Cardiología del Deporte, los grupos de trabajo de las Sociedades Europea y Americana de Cardiología elaboraron documentos con los contenidos curriculares[22,23]. Sin embargo, existen pocos centros donde poder formarse y donde se valoren deportistas de alta competición que constituyen los modelos de las adaptaciones fisiológicas al entrenamiento, que llevarán a conocer en profundidad el corazón del deportista.

Por otro lado, la cardiología del deporte no está incluida dentro de la formación de la especialidad, y solo unos pocos médicos en formación, por su interés particular, consiguen hacer una capacitación en los meses de libre elección. La mayoría de los cardiólogos que se dedican a la cardiología del deporte tienen una formación autodidacta por atender a deportistas en su práctica diaria. Esto plantea serios problemas ya que existe un desconocimiento del comportamiento y de las exigencias de los diferentes deportes tanto en la población sana como en los cardiópatas. Es fundamental que el cardiólogo deportivo sepa indicar, realizar e interpretar las diferentes pruebas funcionales y las técnicas de imágenes y, sobre todo, valorarlas bajo el enfoque del corazón del deportista. Para solventar este problema las sociedades científicas elaboran Recomendaciones y Guías de Práctica Clínica que ayudan a la toma de decisión de la aptitud deportiva en aquellos deportistas con cardiopatía[24]. La principal limitación de estas guías es que no pueden abarcar en profundidad ninguna cardiopatía ni ninguna técnica, y el cardiólogo en muchas ocasiones ante un deportista en particular se encuentra sin saber qué hacer echando en falta donde recurrir para solventar su problema de toma de decisión.

De ahí que la cardiología deportiva se está constituyendo como una entidad bien diferenciada dentro de la cardiología, y que las diferentes sociedades cardiológicas de los distintos países la están considerando como una superespecialización. En latino América en los últimos años se ha ido desarrollando a partir, primero, de los comités de Ergometría y Rehabilitación, y posteriormente como Grupos de Cardiología del Deporte. Así, nacieron inicialmente recomendaciones para actividad física en prevención primaria y secundaria, y normas para la evaluación de aptitud CV predeportiva[26,27], y, en el año 2013, el grupo de Cardiología del Deporte de la SAC pública las recomendaciones de deporte competitivo en cardiópatas[28].

## ÁMBITOS DE LA CARDIOLOGÍA DEL DEPORTE

En el Consejo de Cardiología del Deporte y Ejercicio del ACC, Baggish y cols.[25] desarrollan un currículo central para el cuidado CV de deportistas competitivos y sujetos muy activos, y definen 4 dominios fundamentales: la participación en la evaluación CV preparticipativa, el diagnóstico diferencial entre las adaptaciones cardiovasculares del corazón del deportista de aquellas presentes en deportistas con enfermedades cardiovasculares, la evaluación del deportista con síntomas cardíacos y el manejo de los deportistas con enfermedades cardiovasculares.

En cuanto a la salud, la Cardiología del Deporte juega papeles tanto preventivos como clínico/terapéuticos.

Su papel preventivo se desarrolla a través de:

- La evaluación CV preparticipación deportiva tiene por objeto pesquisar deportistas con condiciones que lo pongan en riesgo de tener eventos cardiovasculares, incluida la MS.
- El diagnóstico diferencial entre las adaptaciones cardiovasculares fisiológicas propias del entrenamiento deportivo y las diferentes enfermedades cardiovasculares, especialmente con aquellas de componente genético. Esto adquiere mayor relevancia en la conocida zona gris donde la superposición de hallazgos dificulta su diferenciación. La mayor parte de la evidencia actual se basa en la comparación de 2 poblaciones muy distintas, deportistas con adaptaciones fisiológicas *vs.* sujetos sedentarios con una miocardiopatía, por ejemplo, lo que no cumple con el objetivo de lograr diferenciarlas. Se requieren estudios que comparen los hallazgos fisiológicos en deportistas con deportistas con la condición a estudiar, ambos en la zona gris.
- Evaluación de deportistas con antecedentes familiares de MS cardíaca o de una cardiopatía potencialmente genética.

En su papel clínico y terapéutico tiene cabida:

- La evaluación del deportista con síntomas de características cardiovasculares.
- El manejo clínico del deportista con patología CV.
- El apoyo a deportistas en recuperación de una condición o evento CV que requiere reintegrarse a la actividad deportiva.
- El direccionamiento de pacientes con cardiopatía que ingresan a un programa de rehabilitación CV y quieren ser sujetos activos deportivamente.
- La aplicación de los conocimientos de la fisiología de la adaptación CV al entrenamiento deportivo en los programas Rehabilitación CV (donde el ejercicio físico juega un rol fundamental).

En el ámbito del Rendimiento Deportivo, el cardiólogo del deporte debe ser un asesor y colaborador, participando activamente en los equipos multidisciplinarios de valoración integral del deportista, con una estrecha interacción con los preparadores físicos, entrenadores, técnicos deportivos, fisioterapéuticas y otros profesionales de las ciencias de la salud, así como directivos del deporte. Debe participar apoyando en el diagnóstico y manejo del sobreentrenamiento y de la fatiga cardíaca, como también en la asesoría y colaboración en el laboratorio de Fisiología del Ejercicio. Debe ser un líder en la generación de conocimiento a través de la investigación básica y clínica.

Para el desarrollo de estos fines, el cardiólogo del deporte debe tener formación cardiológica y deportiva. El cardiólogo del deporte debe tener una buena capacitación para diferenciar en situaciones limítro-

fes las adaptaciones de las cardiopatías. Para ello requiere de conocimientos de la interpretación del ECG, de las técnicas de imágenes cardíacas y en las pruebas funcionales en el deportista. Pero además debe tener un gran conocimiento de los deportes, sus exigencias y las diferentes adaptaciones en función de su demanda CV. El cardiólogo deportivo debe comprender al "deportista". Debe ser consciente que para ellos el deporte forma parte de su estilo de vida y que la retirada del deporte les puede producir un fuerte perjuicio no solo económico sino también de su salud física y mental. La relación con el deportista ha evolucionado desde una visión paternalista centrada en la patología a una visión más centrada en el paciente/deportista, una toma de decisiones compartida en la que debe participar el deportista y su familia.

La fisiología del deporte se enfoca en los mecanismos fisiológicos subyacentes del cuerpo humano durante el ejercicio físico y el entrenamiento deportivo. Analiza detalladamente el sistema CV, entre otros, así como las complejas interacciones entre ellos durante la actividad física. A través de investigaciones en fisiología del deporte, se busca comprender las adaptaciones cardiovasculares, respiratorias, la contracción muscular, la termorregulación y otros procesos fundamentales para el rendimiento deportivo y la salud física. Estas investigaciones proporcionan la base científica para el diseño de programas de entrenamiento más efectivos, la prevención de lesiones y la optimización del rendimiento deportivo.

Finalmente, no hay que olvidar el papel relevante en la transmisión de estos conocimientos a la población general y a las instituciones sanitarias y deportivas. Cumpliendo este rol, la Cardiología del Deporte ha generado políticas para favorecer la participación segura en deportes: elaboración de Recomendaciones de Actividad Física para mejorar la salud CV de la población general y de Guías y Recomendaciones de Actividad Física para los deportistas con patologías cardiovasculares, para así evitar la progresión de la enfermedad, futuros eventos o accidentes cardiovasculares, y la temida MS cardíaca relacionada con el deporte.

Para conseguir todos estos fines es fundamental disponer de programas universitarios clínicos y la participación de centros cualificados en la formación en Cardiología del Deporte.

## CONCLUSIONES

En conclusión, cabe destacar la gran importancia que tiene la especialidad Cardiología del Deporte para realizar evaluaciones exhaustivas del corazón de los deportistas, utilizando pruebas especializadas, con el fin de detectar anomalías cardíacas potencialmente peligrosas y proporcionar recomendaciones personalizadas para la práctica deportiva segura. Además, un papel crucial en la educación y la orientación de deportistas, entrenadores y equipos médicos sobre la prevención de enfermedades cardíacas, la optimización del rendimiento deportivo y la promoción de hábitos de vida saludables. Así, la Cardiología del Deporte desempeña un papel fundamental en la protección y el cuidado del corazón de los deportistas, garantizando su seguridad y bienestar cardiovascular mientras persiguen sus metas deportivas.

## BIBLIOGRAFIA


1. *Henschen SE. Skilanglauf und Skiwettlauf. Eine Medizinische Sportstudie. Med Klin. 1898;2(15):1-74.*
2. *Keys A, Friedell HL. Size and Stroke of the Heart in Young Men in Relation to Athletic Activity. Science. 1938;88(2289):456-458.*
3. *Gott PH, Roselle HA, Crampton RS. The athletic heart syndrome. Five-year cardiac evaluation of a champion athlete. Arch Intern Med. 1968;122(4):340-4.*
4. *Morganroth J, Maron BJ, Henry WL, Epstein SE. Comparative left ventricular dimensions in trained athletes. Ann Intern Med. 1975;82(4):521-524.*
5. *Raskoff WJ, Goldman S, Cohn K. The "athletic heart". Prevalence and physiological significance of left ventricular enlargement in distance runners. JAMA. 1976;236(2):158-62.*
6. *Roeske WR, O'Rourke RA, Klein A, et al. Noninvasive evaluation of ventricular hypertrophy in professional athletes. Circulation. 1976;53(2):286-291.*
7. *Devereux RB, Alonso DR, Lutas EM, Gottlieb GJ, Campo E, Sachs I, et al. Echocardiographic assessment of left ventricular hypertrophy: comparison to necropsy findings. Am J Cardiol. 1986;57(6):450-458.*
8. *Maron BJ. Structural features of the athlete heart as defined by echocardiography. J Am Coll Cardiol. 1986;7(1):190-203.*
9. *Zeppilli P, Corsetti R, Picani C. Adattamenti cardiocircolatori nelle diverse discipline sportive In: Zeppilli P, editor. Cardiologia dello sport. 2ª ed. Roma: CESI. 1996;37-78.*
10. *Pelà G, Bruschi G, Montagna L, Manara M, Manca C. Left and right ventricular adaptation assessed by Doppler tissue echocardiography in athletes. J Am Soc Echocardiogr. 2004;17(3):205-211.*
11. *Ector J, Ganame J, van der Merwe N, Adriaenssens B, Pison L, Willems R, et al. Reduced right ventricular ejection fraction in endurance athletes presenting with ventricular arrhythmias: a quantitative angiographic assessment. Eur Heart J. 2007;28(3):345-353.*
12. *La Gerche A, Burns AT, Mooney DJ, Inder WJ, Taylor AJ, Bogaert J, et al. Exercise-induced right ventricular dysfunction and structural remodelling in endurance athletes. Eur Heart J. 2012;33(8):998-1006.*
13. *Scott JM, Esch BT, Haykowsky MJ, Paterson I, Warburton DER, Chow K, et al. Effects of high intensity exercise on biventricular function assessed by cardiac magnetic resonance imaging in endurance trained and normally active individuals. Am J Cardiol. 2010;106(2):278-283.*
14. *Spence AL, Naylor LH, Carter HH, Buck CL, Dembo L, Murray CP, et al. A prospective randomised longitudinal MRI study of left ventricular adaptation to endurance and resistance exercise training in humans. J Physiol. 2011;589(Pt 22):5443-52.*
15. *Boraita A. [Sudden death and sport. Is there a feasible way to prevent it in athletes?]. Rev Esp Cardiol. 2002;55(4):333-336.*
16. *Boraita A, Díaz-Gonzalez L, Valenzuela PL, Heras ME, Morales-Acuna F, Castillo-García A, et al. Normative Values for Sport-Specific Left Ventricular Dimensions and Exercise-Induced Cardiac Remodeling in Elite Spanish Male and Female Athletes. Sports Med Open. 2022;8(1):116.*
17. *Maceira AM, Monmeneu JV, López MP, García MP, Higueras L, Masiá MD, et al. Reference ventricular dimensions and function parameters by cardiovascular magnetic resonance in highly trained Caucasian athletes. J Cardiovasc Magn Reson. 2023;25(1):12.*
18. *Campa PP, Caselli G, Cherchi A, et al. Comitato Organizativo Cardiologico per L´idoneita Allo Sport. 1989.*
19. *Mitchell JH, Maron BJ, Epstein SE. 16th Bethesda Conference: cardiovascular abnormalities in the athlete: recommendations regarding eligibility for competition. J Am Coll Cardiol. 1985;6(6):1186-1232.*
20. *Maron BJ, Zipes DP. 36th Bethesda Conference Eligibility Recommendations for Competitive Athletes With Cardiovascular Abnormalities. Journal of the American College of Cardiology. 2005;45 (8):1312-1375*
21. *Maron BJ, Zipes DP, Kovacs RJ. Eligibility and Disqualification Recommendations for Competitive Athletes With Cardiovascular Abnormalities: Preamble, Principles, and General Considerations. AHA/ACC SCIENTIFIC STATEMENT. J Am Coll Cardiol. 2015;66(21):2343-2349*

22. *Heidbuchel H, Papadakis M, Panhuyzen-Goedkoop N, Carré F, Dugmore D, Mellwig KP, et al. Position paper: proposal for a core curriculum for a European Sports Cardiology qualification. Eur J Prev Cardiol. 2013;20(5):889-903.*
23. *Lawless CE, Olshansky B, Washington RL, Baggish AL, Daniels CJ, Lawrence SM, et al. Sports and exercise cardiology in the United States: cardiovascular specialists as members of the athlete healthcare team. J Am Coll Cardiol. 2014;63(15):1461-1472.*
24. *Pelliccia A, Sharma S, Gati S, Bäck M, Börjesson M, Caselli S, et al. 2020 ESC Guidelines on sports cardiology and exercise in patients with cardiovascular disease: the Task Force on sports cardiology and exercise in patients with cardiovascular disease of the European Society of Cardiology (ESC). Eur Heart J. 2021;42(1):17-96.*
25. *Baggish AL, Battle RW, Beckerman JG, Bove AA, Lampert RJ, Levine BD, et al. Sports Cardiology. Core Curriculum for Providing Cardiovascular Care to Competitive Athletes and Highly Active People. J Am Coll Cardiol. 2017;70(15):1902-1918.*
26. *Peidro RM, Angelino A, Delmonte H, Baladrini E, Sangenis P, Torres I, et al. Normativas para la evaluación de aptitud cardiovascular para la práctica de deportes. Consejo de Ergometría y Rehabilitación Cardiovascular. Sociedad Argentina de Cardiología. Rev Argent Cardiol. 1999;67:793-799.*
27. *Yañez F, Venegas P. Recomendaciones para la Práctica de Actividad Física en Prevención Cardiovascular Primaria y Secundaria. Documento de Consenso del Departamento de Prevención Cardiovascular, Sociedad Chilena de Cardiología. Rev Chil Cardiol. 2003;21:265-272.*
28. *Peidro R, Brión G, Bruzzese M, González Naya E, Peralta S, Duronto E, et al. Recomendaciones para la Participación en Deportes Competitivos en personas con Anormalidades Cardiovasculares. Comité de Cardiología del Deporte, Sociedad Argentina de Cardiología. Rev Argent Cardiol. 2013;81(3):1-63.*

# CARDIOLOGÍA INTERVENCIONISTA EN LA ERA DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

# INTERVENTIONAL CARDIOLOGY IN THE AGE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE

MATEO GIORDANO[1]


## RESUMEN

La inteligencia artificial (IA) representa un campo multidisciplinario que utiliza algoritmos matemáticos para dotar a las máquinas con la capacidad de llevar a cabo funciones cognitivas, emulando procesos de pensamiento humano como la resolución de problemas, el reconocimiento de objetos y palabras, y la toma de decisiones. Este término amplio abarca diversas operaciones y técnicas especializadas que buscan replicar la inteligencia humana en sistemas automatizados. Aunque la IA ha tenido un impacto significativo en diversas áreas, su influencia revolucionaria en el campo de la medicina ha sido limitada hasta el momento. La experiencia nos ha permitido evidenciar una discrepancia entre el potencial de la IA y su uso actual en la atención diaria de nuestros pacientes.

El propósito de esta monografía es abordar cómo la IA ha sido integrada en el campo de la cardiología intervencionista, destacando sus áreas de aplicación y las diversas herramientas en desarrollo. Se pretende realizar una evaluación exhaustiva de cómo esta innovación tecnológica ha influido en el diagnóstico, tratamiento y pronóstico de las enfermedades cardiovasculares, brindando así una comprensión más profunda de su impacto en la práctica médica contemporánea.


**Palabras clave:** inteligencia artificial, cardiología intervencionista, tecnología.


## ABSTRACT

Artificial intelligence (AI) is a multidisciplinary field that employs mathematical algorithms to equip machines with the ability to perform cognitive functions, emulating human thought processes such as problem-solving, object and word recognition, and decision-making. This broad term encompasses a range of operations and specialized techniques aimed at replicating human intelligence in automated systems.

Although AI has had a significant impact across various fields, its revolutionary influence in the medical domain has so far been limited. Experience has revealed a gap between AI's potential and its current use in the daily care of our patients.

The aim of this monograph is to explore how AI has been integrated into the field of interventional cardiology, highlighting its areas of application and the various tools currently under development. The objective is to conduct a comprehensive evaluation of how this technological innovation has influenced the diagnosis, treatment, and prognosis of cardiovascular diseases, thereby providing a deeper understanding of its impact on contemporary medical practice.


**Keywords:** artificial intelligence, interventional cardiology, technology.

REVISTA CONAREC 2024;40(175):149-162 | HTTPS://DOI.ORG/10.32407/RCON/2024175/0149-0162

## INTRODUCCIÓN

La inteligencia artificial (IA) representa un campo multidisciplinario que utiliza algoritmos matemáticos para dotar a las máquinas con la capacidad de llevar a cabo funciones cognitivas, emulando procesos de pensamiento humano como la resolución de problemas, el reconocimiento de objetos y palabras, y la toma de decisiones. Este término amplio abarca diversas operaciones y técnicas especializadas que buscan replicar la inteligencia humana en sistemas automatizados[1].

La atención rutinaria a pacientes implica la generación de grandes cantidades de datos a través de registros de salud electrónicos. Estos contienen información detallada sobre los antecedentes, diagnósticos, tratamientos, resultados de pruebas y otros aspectos relevantes de la salud integral de los pacientes.

Aunque la IA ha tenido un impacto significativo en diversas áreas, su influencia revolucionaria en el campo de la medicina ha sido limitada hasta el momento. La experiencia nos ha permitido evidenciar una discrepancia entre el potencial de la IA y su uso actual en la atención diaria de nuestros pacientes.

La complejidad radica en la capacidad de la IA para aprovechar al máximo la información disponible en los registros de salud electrónicos. La diversidad de datos, la variabilidad en la forma en que se registran y la necesidad de interpretar patrones sutiles requieren enfoques avanzados de IA[2]. El uso de algoritmos de aprendizaje automático en estas aplicaciones es clave, ya que permiten a la IA aprender patrones complejos a partir de datos y adaptarse a situaciones clínicas específicas. La incorporación de la IA en la cardiología intervencionista tiene un impacto destacado en los procedimientos cardíacos. Este avance generaría mejoras sustanciales en la eficiencia al posibilitar la automatización de tareas repetitivas y el análisis rápido de datos. Además, permitiría proporcionar precisión mediante la interpretación avanzada de imágenes y la aplicación de métodos predictivos basados en algoritmos complejos. Asimismo, podría contribuir a la seguridad al brindar asistencia en la toma de decisiones, reducir el tiempo de exposición a la radiación y detectar de manera temprana problemas que podrían afectar la evolución del paciente.

El propósito de esta monografía es abordar cómo la IA ha sido integrada en el campo de la cardiología intervencionista, destacando sus áreas de aplicación y las diversas herramientas en desarrollo. Se pretende realizar una evaluación exhaustiva de cómo esta innovación

1. Residente de Cardiología. Sanatorio de La Trinidad Mitre, CABA.

✉ ***Correspondencia:*** *Mateo Giordano. Sanatorio de La Trinidad Mitre. Bartolomé Mitre 2553, C1039AAO CABA, Argentina. Tel.: 1154521684. mgiordanozitto@gmail.com.*

Los autores declaran no poseer conflictos de intereses.

Recibido: 20/09/2024 | Aceptado: 20/10/2024

tecnológica ha influido en el diagnóstico, tratamiento y pronóstico de las enfermedades cardiovasculares, brindando así una comprensión más profunda de su impacto en la práctica médica contemporánea.

## METODOLOGÍA

Para la elaboración de la monografía se utilizaron las recomendaciones de los profesionales a cargo de la coordinación de la carrera de especialista en Cardiología de la Universidad de Buenos Aires - año 2024 y la bibliografía sugerida por ellos. La recopilación de material se realizó mediante una búsqueda bibliográfica en PubMed, SCIELO y Cochrane, utilizando palabras claves como: *artificial intelligence, machine learning, interventional cardiology, deep learning, predictive modeling, augmented reality in cardiology*. Se delimitó la búsqueda utilizando filtros y empleando estrategias de recuperación por operadores booleanos con intersección (AND), unión (OR) y exclusión (NOT); comillas, truncamiento y vocabulario MeSH. Se priorizaron los artículos *full text* en inglés y español, realizados en humanos, en los que se hiciera hincapié en los mecanismos diagnósticos y terapéuticos relacionados con la temática en estudio. Luego de esta primera búsqueda, se realizaron otras basándose en el material encontrado. Se buscaron trabajos publicados entre el año 2000 y el 2024, inclusive.

## DESARROLLO

## A. CONCEPTOS BÁSICOS DE IA EN CARDIOLOGÍA

### I. DEFINICIÓN DE IA

El término IA fue acuñado inicialmente por John McCarthy en la década de los años cincuenta, quien lo definió como "un sistema que evolucionará con inteligencia de orden humano". Podría describirse la IA de manera general como la capacidad de un sistema electrónico para analizar situaciones complejas y actuar apropiadamente ante ellas. La IA posibilita el análisis de información con un enfoque diferente al tradicional. Ya no nos limitamos a describir la información de la que disponemos para dar respuesta a lo sucedido, sino que esta nos habilita para abordar tareas más complejas, como diagnosticar, edecir e incluso prescribir un tratamiento para cierta patología[3].

### II. TIPOS DE IA

**Sistemas no aprendices y aprendices**

En sistemas no aprendices, los algoritmos reaccionan de una manera predefinida en situaciones particulares. Estos se manejan mediante un programa, al cual se le proporcionan datos que son procesados, y son capaces de otorgar un resultado al usuario. Son ejemplos de esto las calculadoras de *score* de riesgo que utilizamos habitualmente. En estas, los datos ingresados consisten solo en variables dicotómicas, y el procesamiento de estos datos los ubica en casilleros ya previamente establecidos. Sin embargo, estas herramientas no son capaces de adaptarse a situaciones clínicas específicas e individuales de cada paciente. Esto contrasta con los algoritmos de IA que aprenden, es decir, los sistemas aprendices, ya que, a este tipo de programas, cuando se los alimenta con datos, cambian durante el procesamiento, lo que significa que los algoritmos aprenden. Los sistemas de aprendizaje se pueden dividir en redes neuronales que imitan el cerebro humano (aprendizaje profundo) y arquitecturas alternativas[3].

**Aprendizaje profundo**

El aprendizaje profundo (o *Deep Learning* por su origen en inglés) es una subclase del aprendizaje automático que utiliza redes neuronales artificiales inspiradas en la idea de replicar la arquitectura cerebral. El componente más básico de estas se llama nodo. Este nodo recibe información de otros nodos, y estos se ajustan durante el aprendizaje. Estas redes pueden estar compuestas por muchas capas, por lo que llevan el adjetivo "profundo"[3]. Frank Rosenblatt programó la primera red neuronal artificial en la década de 1950.

**Aprendizaje supervisado vs. aprendizaje no supervisado**

- Aprendizaje supervisado. Se utiliza un conjunto de datos con variables de respuesta conocidas para predecir resultados mediante algoritmos clasificatorios o regresivos. El proceso implica el entrenamiento del algoritmo con datos claramente clasificados, extrayendo características relevantes. En el segundo paso, el algoritmo clasifica datos basándose en estas características y realizando un reajuste con el resto de las capas. Esto ha sido utilizado, por ejemplo, para identificar la presencia de cáncer de pulmón en radiografías de tórax[3].
- Aprendizaje no supervisado. Trabaja sin información sobre la variable a predecir. Identifica estructuras, patrones o características en los datos mediante métodos de agrupamiento[4]. Se basa en detectar patrones desconocidos en datos no etiquetados sin ayuda humana.

### III. ALGORITMOS ESPECIALES DE IA Y SUS APLICACIONES

**Bosque aleatorio**

Se basa en un conjunto de árboles de decisión. Cada árbol consta de nodos de decisión y nodos hoja, dividiendo los datos según parámetros o atributos. En el entrenamiento, se utiliza el remuestreo para obtener datos, creando árboles con nodos seleccionados al azar. La clasificación final del "bosque" sigue la etiqueta con más votos para abordar el sobreajuste de los árboles de decisión al conjunto de entrenamiento. Este tipo de algoritmo fue evaluado con éxito por los expertos Segar y cols. en un ensayo retrospectivo para predecir la mortalidad intrahospitalaria en pacientes con insuficiencia cardíaca comparado con el método típico de regresión logística utilizando datos del registro *Get With The Guidelines–Heart Failure (GWTG-HF)* (aproximadamente 123.634 pacientes) para identificar hospitalizaciones por insuficiencia cardíaca en 10 años. Los modelos de bosques aleatorios mostraron una alta discriminación y una calibración adecuada, y fueron superiores al modelo de riesgo tradicional[5].

**Redes neuronales convolucionales (RNC)**

En la década de 1960, los premios Nobel Torsten N. Wiesel y David H. Hubel investigaron la función de la corteza visual en gatos, descubriendo que ciertas células se activan según la orientación de los objetos. Postularon células y redes que reconocen patrones complejos. La convolución, una operación matemática compleja, se utiliza en el reconocimiento de imágenes para comparar una imagen

con diferentes plantillas o filtros y evaluar el grado de coincidencia. En este contexto, se desarrollan las RNC, que constituyen un algoritmo de aprendizaje profundo que identifica y clasifica imágenes. Esta red es especialmente valiosa en la clasificación de imágenes al identificar características simples y complejas mediante la verificación de pequeñas imágenes dentro de la imagen general, como puede verse en la utilización de esta para definir el grado y tipo de lesiones coronarias en angiotomografía coronaria o ecografía intravascular[4].

**Redes neuronales recurrentes (RNR)**

Las RNR se asemejan más estrechamente a la memoria a corto plazo del lóbulo frontal en los humanos. Por ejemplo, cuando se lanza una pelota, un humano solo puede predecir sobre su próxima posición si se tienen en cuenta las posiciones anteriores. En este tipo de redes, a diferencia de las RNC clásicas, las capas están conectadas a la siguiente capa y luego se conectan de nuevo a la capa anterior formando un bucle, permitiendo procesar datos secuenciales para la predicción[3].

**Aprendizaje de representaciones autosupervisadas**

El enfoque imita el proceso de aprendizaje de los niños en los primeros 24 meses, donde aprenden principalmente observando. El cerebro aprende a predecir el futuro basándose en el pasado o a anticipar una imagen completa a partir de partes. En términos de algoritmos, el proceso de aprendizaje se divide en dos pasos:

1) Se entrena al modelo en una tarea específica para aprender las características representacionales de la imagen.
2) El modelo se testea en la tarea final con muy pocos datos etiquetados.

En cardiología, el aprendizaje autosupervisado se ha aplicado, por ejemplo, para corregir la reconstrucción de la angiografía por resonancia magnética coronaria afectada por artefactos respiratorios[3].

## B. CARDIOPATÍA ISQUÉMICA

### I. UTILIZACIÓN DE LA IA EN EL DIAGNÓSTICO DE SÍNDROMES CORONARIOS

Utilizando algoritmos de aprendizaje automático y técnicas como redes neuronales y procesamiento de imágenes, la IA puede identificar patrones sutiles en electrocardiograma (ECG), imágenes cardíacas y datos clínicos. Esta capacidad de análisis exhaustivo y la rápida interpretación de datos complejos permiten una detección temprana y precisa de la enfermedad coronaria, mejorando así la toma de decisiones clínicas y contribuyendo significativamente a la atención cardiovascular (CV) personalizada y eficiente.

El infarto agudo de miocardio (IAM) es una de las enfermedades cardiovasculares más comunes en todo el mundo. Según la Asociación Americana de Salud, aproximadamente 750.000 estadounidenses tienen un IAM cada año, y el 15,5% de ellos fallecen. Por lo tanto, es de suma importancia su diagnóstico temprano, y es aquí donde el ECG juega un rol fundamental. Se pueden detectar y distinguir diferentes localizaciones de IAM, como anterior, anterolateral e inferior, evaluando las alteraciones en diferentes derivaciones. El análisis del mismo en ciertos casos puede presentar una respuesta clara y de fácil interpretación, pero se reconoce que en otros tantos pacientes su evaluación puede representar una tarea ardua y que consume tiempo para los cardiólogos, con resultados diagnósticos que pueden no ser lo suficientemente objetivos o acertados. Para abordar las limitaciones del análisis manual del ECG, se han propuesto diversos algoritmos automatizados de detección y localización del IAM; sin embargo, debido a la pobre complejidad de los mismos ya que en general utilizaban una sola derivación para diagnosticar IAM (DII principalmente) y presentaban baja sensibilidad y especificidad para el diagnóstico, no ha sido una herramienta aceptada de manera global.

Es así como Liu y cols.[6] utilizaron un tipo especial de RCN de múltiples ramas, en la que cada rama corresponde a una derivación específica y luego se agrupan en una capa global determinando así el resultado diagnóstico final, con lo cual se logró resolver dos de los principales problemas al que nos enfrentamos al analizar un ECG. Uno de ellos es la diversidad, dada la cantidad de posibles combinaciones de patrones electrocardiográficos que pueden formarse en 12 derivaciones, y el otro es la integridad al relacionarlo con los antecedentes del paciente y la visión global del mismo en cada caso clínico. Este tipo de modelo logró una sensibilidad, especificidad y precisión promedio del 99,97%, 99,90% y 99,95%, respectivamente. Además, se obtuvo una sensibilidad promedio del 98,73%, especificidad del 99,35% y precisión del 98,79% en el experimento específico para cada paciente. En cuanto a la localización del IAM, la precisión general promedio fue del 99,81% cuando se comparaba el cateterismo coronario realizado posteriormente con el diagnóstico electrocardiográfico del algoritmo.

Acharya y cols.[7] implementaron un algoritmo de RNC para la detección automatizada de latidos de ECG normales y de IAM en un total de 10.546 latidos de ECG normales y 40.182 latidos de ECG con IAM. Este tipo de algoritmos es sometido a un procesamiento de entrenamiento, validación y testeo **(Figura 1)**. Lograron una precisión promedio del 93,53% y 95,22%, respectivamente, requiriendo tan solo entre 2 y 5 segundos de tira electrocardiográfica. Estos resultados son aún más destacables cuando se tiene en cuenta que se utilizaron muestras de ECG con y sin señales de ruido.

Zhao y cols.[8] han utilizado modelos de RCN y residuales, los cuales permiten que la información fluya más fácilmente a través de la red durante el entrenamiento mediante atajos que saltan una o más capas, permitiendo que la red aprenda identidades en lugar de forzarla a aprender a partir de cero en cada capa **(Figura 2)**. En este estudio se entrenó el modelo utilizando 3.646.080 ECG, que incluían 276.480 de IAM con elevación del segmento ST (IAMCEST) confirmados por angiografía coronaria y 3.369.600 ECG de control. Luego de realizar el correcto entrenamiento del algoritmo se seleccionaron al azar 100 imágenes de ECG, que incluían 50 con IAMCEST y 50 de control. Se llevó a cabo una prueba comparativa entre su algoritmo de IA, un algoritmo comercial de ECG y 15 médicos. Estos médicos incluían internos de medicina, residentes de medicina interna y cardiólogos experimentados, y cada uno de estos tres grupos estaba integrado por 5 médicos. A cada médico se le pidió que hiciera un diagnóstico sobre si la condición de cada paciente era o no un IAMCEST basándose en sus interpretaciones del ECG. El algoritmo de IA logró una sensibilidad del 90%, especificidad del 98% y una precisión del 94%. En comparación, el algoritmo comercial obtuvo una sensibilidad, espe-

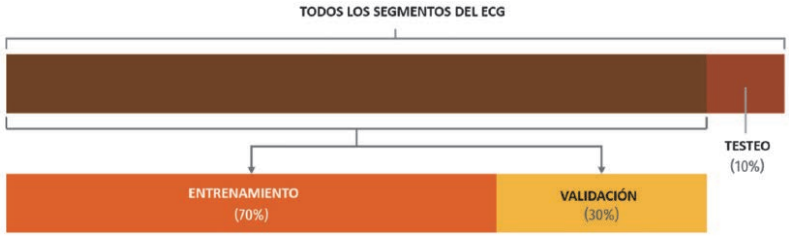



***Figura 1.*** *La distribución de los latidos del electrocardiograma utilizados para entrenar y probar el algoritmo propuesto. Adaptado de: Acharya UR, Fujita H, Oh SL, Hagiwara Y, Tan JH, Adam M. Application of deep convolutional neural network for automated detection of myocardial infarction using ECG signals. Inf Sci. 2017;415:190-198.*

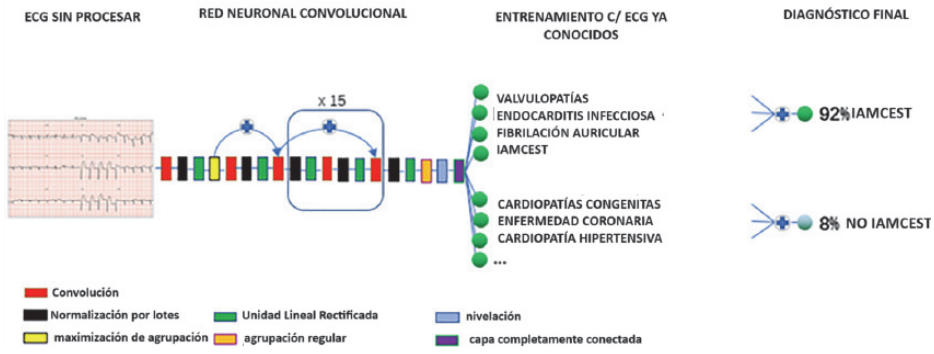



***Figura 2.*** *Esquema sobre algoritmo de redes neuronales convolucionales y su mecanismo de detección de infarto agudo de miocardio con elevación del segmento ST (IAMCEST) en el estudio. Puede verse como a partir de un electrocardiograma se analiza y procesa el mismo hasta nivelarlo en algún casillero de los propuestos para definir IAMCEST o NO IAMCEST. Adaptado de: Zhao Y, Xiong J, Hou Y, Zhu M, Lu Y, Xu Y, et al. Early detection of ST-segment elevated myocardial infarction by artificial intelligence with 12-lead electrocardiogram. Int J Cardiol. 2020;317:223-230.*

cificidad, precisión del 32%, 90% y 61%, respectivamente y los médicos una sensibilidad del 71,73% (42%-94%), una especificidad del 89,33 (82%-100%) y una precisión del 80,53% (71%-93). El algoritmo de IA demostró la capacidad de identificar tanto segmentos ST atípicos como ligeramente elevados, sugiriendo promesa y valor para su aplicación clínica en el diagnóstico de IAMCEST.

## II. IA APLICADA A LA ANGIOTOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA CORONARIA

Las imágenes cardíacas obtenidas mediante angiotomografía computarizada coronaria (angio-TC) se benefician enormemente de las aplicaciones de la IA en su interpretación. Algoritmos avanzados de aprendizaje profundo permiten la rápida y precisa cuantificación de placas ateroscleróticas y la evaluación de la severidad de la estenosis. Estos sistemas no solo concuerdan con las mediciones expertas, sino que también agilizan el proceso de análisis.

Zack y cols.[9] realizaron un estudio internacional que incluyó 11 centros donde se utilizó una RCN para segmentar placas coronarias, valorando 5045 lesiones, y a su vez aplicada luego a un conjunto de prueba independientes, que incluyó una cohorte de validación externa evaluados por ultrasonido intravascular (IVUS) dentro de un mes de la angio-TC. El estudio encontró una excelente concordancia entre las mediciones de volumen total de placa y el estrechamiento del diámetro porcentual realizadas por el modelo de aprendizaje profundo y los expertos. Al compararse con el IVUS, también se encontró concordancia para el volumen total de placa y el área luminal mínima. Además, el tiempo necesario para el análisis de placas por paciente fue significativamente menor con el modelo de aprendizaje profundo (5,65 segundos) en comparación con el tiempo tomado por expertos (25,66 minutos). En un análisis paralelo, este algoritmo de IA utilizó pacientes del ensayo "SCOT-HEART", y demostró que un volumen total de placa de 238,5 $mm^3$ o más, según el modelo de aprendizaje profundo, se asoció con un mayor riesgo de IAM, con un *odds ratio* para esta asociación de 5,36 (p=0,0042) **(Figura 3)**.

Por otro lado, la angio-TC es una modalidad confiable para detectar la enfermedad coronaria. Sin embargo, tiende a sobreestimar la gravedad de la estenosis en comparación con la angiografía invasiva, y la estenosis angiográfica no necesariamente implica relevancia hemodinámica cuando se utiliza la reserva fraccional de flujo (FFR) como referencia.

Fairbairn y cols.[10] utilizaron el extenso "ADVANCE Registry", donde se empleó una vía diagnóstica que integraba la angio-TC coronaria y la FFR derivada de la angio-TC coronaria (FFR-TC) para evaluar su impacto en la toma de decisiones y los resultados en entornos del mundo

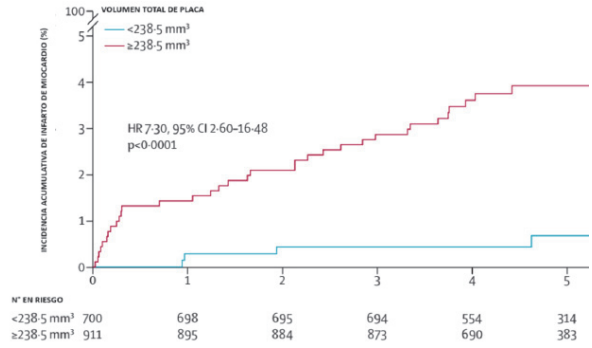



***Figura 3.*** *Valor pronóstico del volumen total de placa basada en aprendizaje profundo para el infarto de miocardio (IM). Curva de incidencia acumulativa de Kaplan-Meier de IM fatal o no fatal en pacientes del ensayo SCOT-HEART estratificados por el volumen total de placa basado en aprendizaje profundo por encima o por debajo de 238,5 mm³, el punto de corte óptimo determinado por análisis de curva característica operativa del receptor. HR: razón de riesgo. Adaptado de: Zack CJ, Senecal C, Kinar Y, Metzger Y, Bar-Sinai Y, Widmer RJ, et al. Leveraging machine learning techniques to forecast patient prognosis after percutaneous coronary intervention. Cardiovasc Interventions. 2019;12(14):1304-1311.*

real. Se utilizaron modelos de regresión logística para estimar las probabilidades de revascularización, y se observó que la FFR-TC modificó las recomendaciones de tratamiento en aproximadamente dos tercios de los casos en comparación con angio-TC sola. Una FFR-TC negativa se asoció con una baja tasa de procedimientos invasivos y eventos adversos a corto plazo, resaltando su valor pronóstico. Se identificó una relación inversa entre FFR-TC y la probabilidad de angiografía coronaria invasiva, revascularización y eventos cardiovasculares adversos mayores. Se observó una menor prevalencia de enfermedad coronaria no obstructiva en pacientes sometidos a angiografía coronaria y FFR-TC <0,80 (14,4%) en comparación con aquellos con FFR-TC >0,80 (43,8%, p<0,001). Además, el 72,3% de los sujetos sometidos a angiografía coronaria con FFR-TC <0,80 fueron revascularizados. No se registraron muertes/IAM en pacientes con FFR-TC >0,80 (n=1529), mientras que se observaron 19 (0,6%) eventos cardiovasculares mayores (cociente de riesgos [HR]=19,75; p=0,0008) y 14 (0,3%) muertes/IAM (HR=14,68; p=0,039) en sujetos con FFR-TC <0,80 en los primeros 90 días.

Otros ensayos utilizaron FFR-TC comparándolo con técnicas de dinámica de fluidos computacional (DFC), mejorando la correlación con los resultados de FFR invasivos. Más específicamente, Coenen y cols.[11], en el estudio multicéntrico "MACHINE Consortium", compararon el rendimiento diagnóstico de la FFR-TC basada en aprendizaje automático con la angio-TC y la FFR-TC basada en DFC para la detección de enfermedad coronaria obstructiva funcionalmente relevante. Desarrollaron una aplicación de FFR-TC utilizando un enfoque de aprendizaje supervisado. Se entrenó un algoritmo de aprendizaje automático con 12.000 modelos coronarios de diversas anatomías y grados de enfermedad arterial coronaria, utilizando valores de FFR-TC basados en DFC como datos de referencia. El modelo de FFR-TC, entrenado con un modelo de aprendizaje profundo, integró la compleja relación no lineal entre características anatómicas y se basó en 28 variables para aprender su relación con los valores de FFR-TC. En este estudio, se observó una correlación moderada entre la FFR-TC basada en aprendizaje automático y la FFR invasiva (R=0,62), con una ligera subestimación promedio. Tanto la FFR-TC basada en aprendizaje automático como en DFC superaron a la clasificación visual de la angiografía por angio-TC según el área bajo la curva (AUC, por sus siglas en inglés). En análisis por vaso, la FFR-TC mejoró la especificidad, valor predictivo positivo (VPP) y precisión en comparación con la angio-TC para estenosis >50%, y al usar un umbral de >70%, mejoró la sensibilidad y el valor predictivo negativo (VPN).

Con lo anteriormente dicho, se puede consensuar que la utilización de este algoritmo de aprendizaje automático no solo agiliza el diagnóstico de enfermedad coronaria, sino que además proporciona la oportunidad de valorar funcionalmente dichas lesiones a fin de evitar un posible estudio angiográfico con las eventuales complicaciones que este puede presentar (mayor exposición a contraste, radiación, riesgo de lesión vascular, etc.), y a su vez disminuir costos y gasto de recursos.

## III. PLANIFICACIÓN Y ASISTENCIA DURANTE INTERVENCIONES EN CARDIOPATÍA ISQUÉMICA

### Angiografía coronaria

Los algoritmos de IA para la planificación de procedimientos intervencionistas en cardiopatía isquémica se centran en la identificación y evaluación precisa de lesiones coronarias. Estos algoritmos pueden analizar imágenes angiográficas como también IVUS para proporcionar información detallada sobre la localización, extensión y gravedad de las obstrucciones. Estos son capaces de segmentar y caracterizar las lesiones coronarias de manera más rápida y precisa que los métodos tradicionales. Pueden identificar automáticamente la anatomía vascular, evaluar la composición de las placas y prever posibles complicaciones. Por otro lado, estos pueden sugerir la mejor ruta y el tipo de dispositivos más adecuados, lo que mejora la eficiencia del procedimiento.

La detección manual de estenosis es subjetiva y requiere experiencia clínica, siendo un proceso demorado. Como vimos anteriormente la IA aplicada a angio-TC ha tenido buen desempeño; sin embargo, enfrenta limitaciones debido a múltiples procesamientos en un solo cuadro, que resultan en errores acumulativos. Esto afecta la detección final de estenosis debido al movimiento del vaso y al flujo del agente de contraste, generando falsos positivos. Para abordar esto, se ha propuesto aprovechar la información temporal de la secuencia de angiografía coronaria mediante la selección de cuadros consecutivos y la utilización de RCN para eliminar falsos positivos.

La capacidad del aprendizaje profundo para extraer automáticamente características a escala de píxeles mejora el análisis de imágenes angiográficas, permitiendo la identificación de características de lesiones que pueden ser difíciles para el ojo humano. La generación automatizada de informes angiográficos detallados por parte de estos algoritmos tiene el potencial de reducir la carga de trabajo y mejorar la eficiencia en el diagnóstico de angiografías coronarias[12].

Tianming Du y cols.[12], en un estudio realizado en Beijing, recolectaron consecutivamente 20.612 angiografías de 10.073 pacientes y, de estos, 13.373 angiografías se utilizaron para entrenar una red neuronal

profunda en la segmentación coronaria, mientras que los restantes 7239, que mostraban al menos una lesión identificable, se emplearon en el reconocimiento de morfología de lesiones coronarias. El algoritmo diseñado fue capaz de fusionar los resultados de dos redes neuronales profundas especializadas: una para reconocer arterias coronarias y otra para detectar la morfología de las lesiones, permitiendo generar información diagnóstica detallada, identificando cada lesión en las arterias coronarias y su ubicación específica en el segmento correspondiente de la arteria coronaria **(Figura 4)**. Después del entrenamiento supervisado con imágenes etiquetadas, el sistema proporcionó resultados con una precisión promedio del 98,4%, sensibilidad del 85,2%, especificidad del 99,1%, VPP del 76,2%, y VPN del 99,5%.

Las RCN son un algoritmo muy útil para extraer características y reconstruir imágenes segmentadas, permitiendo luego trabajarlas en conjunto. Esto convierte a las RCN en *softwares* especialmente atractivos en su utilización para la detección de estenosis en angiografías coronarias. Wei Wu y cols.[13] realizaron un estudio utilizando una para cada tarea propuesta. Para un solo angiograma, la detección se realiza directamente en la imagen cruda mediante una red de detección de objetos sin requerimiento de preprocesamiento o intervención humana en comparación con otros métodos, logrando una sensibilidad relativamente alta del 87,2% y un VPP del 79,5%, superando a los métodos existentes. Los resultados experimentales demuestran que el método propuesto tiene el potencial de establecer un sistema de diagnóstico asistido por computadora para detectar automáticamente estenosis, asistiendo en exámenes clínicos.

El sistema *DeepDiscern* es un *software* que realiza un diagnóstico automático y multimodal en dos pasos: primero, reconoce todos los segmentos arteriales y luego detecta las lesiones en el angiograma, completando ambos pasos en menos de dos segundos en promedio. Este fue evaluado por Tianming Du y cols.[12], quienes pudieron ver que, a diferencia de las interpretaciones visuales variables por individuos del resto de los sistemas computacionales, este ofrece evaluaciones consistentes, objetivas y reproducibles, superando el sesgo subjetivo y permitiendo análisis automáticos a nivel de píxel para identificar características difíciles de discernir a simple vista.

Tao y cols.[14] utilizaron una RCN liviana, que utiliza algoritmos diseñados para hacer que las redes sean más eficientes y menos costosas computacionalmente, manteniendo un rendimiento efectivo en tareas de IA. Mediante la integración de estos algoritmos y la incorporación de módulos de atención para modelar dependencias espaciales se lograron resultados más eficientes. En este ensayo, utilizaron 284 angiogramas procedentes del Departamento de Cardiología del Instituto Mexicano del Seguro Social y de la Unidad Médica de Alta Especialidad No. 1, asociada a él. Las evaluaciones en un conjunto de datos de angiogramas coronarios demostraron que este tipo de IA alcanza una sensibilidad, especificidad, precisión y AUC de 87,7%, 97,9%, 97,7% y 0,9910, respectivamente. Este enfoque innovador contribuye al equilibrio entre rendimiento y ligereza en la detección precisa de enfermedades coronarias.

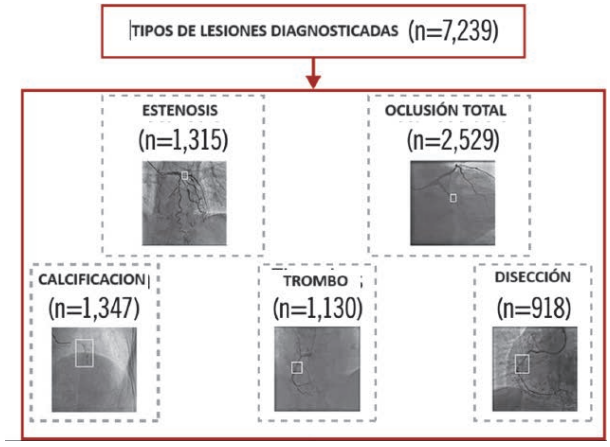



***Figura 4.*** *Flujo de datos para la tarea de detección de la morfología de la lesión y la tarea de reconocimiento del segmento coronario. En total, se utilizaron 7239 angiogramas, para entrenar y probar la red neuronal profunda. Recuadro de bordes blancos: lesión identificada mediante inteligencia artificial. Adaptado de: Du T, Xie L, Zhang H, Liu X, Wang X, Chen D, et al. Training and validation of a deep learning architecture for the automatic analysis of coronary angiography: Automatic recognition of coronary angiography. EuroIntervention. 2021;17(1):32.*

## IVUS

Otra área de interés es la del IVUS, donde la aplicación de la IA tiene el potencial de agilizar el proceso de análisis, mejorar la precisión del diagnóstico y proporcionar información valiosa para la toma de decisiones.

Múltiples tipos de IA han sido valorados a fin de agilizar y mejorar la valoración de imágenes en IVUS. Sofian y cols.[15] recolectaron 2175 imágenes IVUS donde 530 imágenes presentaban calcificación y 1645 no la presentaban, y las utilizaron en combinaciones de algoritmos de IA de aprendizaje profundo como RCN y Redes de Grafos Acíclicos Dirigidos junto con tres clasificadores (árbol de decisión, *K-Nearest Neighbour* y *Naive Bayesian*) para la detección de calcificación presente y ausente. Los resultados mostraron una precisión máxima de 99%, una sensibilidad máxima de 99,8% y una especificidad máxima de 100%.

Si bien la identificación de la placa coronaria en el contexto del paciente con enfermedad coronaria crónica puede predecir, acorde a su disposición anatómica, cuál es el riesgo que presenta de padecer un evento CV, aún faltan datos respecto a la correcta valoración de la placa aterosclerótica y su riesgo de ruptura acorde a las características anatómicas intrínsecas de la misma. Algunos autores han propuesto que el grosor de la cubierta fibrótica y el tamaño del núcleo lipídico son los factores más importantes a la hora de determinar si una placa es vulnerable o no; sin embargo, estos parámetros no pueden utilizarse para seguir su comportamiento dinámico con el tiempo.

Wang y cols.[16], en un análisis de IVUS, compararon varios algoritmos de IA para analizar las características de la placa aterosclerótica en busca de nuevos predictores de eventos cardiovasculares no descritos previamente y lo que pudieron identificar fue que el espesor medio de la pared, área de la luz, área de la placa, estrés crítico de la pared de la placa y el índice de vulnerabilidad morfológica de placa en su conjunto resultaron ser el mejor predictor de evento CV. En este estudio utilizaron distintos tipos de algoritmos, entre los que destacó el método de bosques aleatorios, con una precisión de predicción del 91,47%. Esto se compara con el 90,78% obtenido con la máqui-

na de soporte vectorial y el 85,56% de la regresión logística generalizada mixta.

Múltiples sistemas comerciales de IVUS utilizan la IA para su correcto desempeño. Dentro de ellos se destacan la retrodispersión de *random forest* (VH-IVUS, *Philips Volcano*), que utiliza aprendizaje automático para clasificar los componentes de la placa en cuatro clases (tejido fibroso, tejido fibrograso, núcleo necrótico y calcificación densa), y por otro lado el IVUS de retrodispersión integrada (Terumo Corporation), que utiliza la medida de intensidad basada en la dispersión de las ondas de ultrasonido cuando interactúan con los tejidos y de esta forma es capaz de discriminar los componentes de la placa en trombos, hiperplasia íntima, fibrosis, lesiones mixtas o calcificación **(Figura 5)**. Al usar imágenes, estos métodos pueden tener en cuenta texturas prominentes, bordes, sombras y otras características en las imágenes de ultrasonido. Todas estas aproximaciones proporcionan una estimación de la composición de la placa. La tecnología VH-IVUS ha demostrado tener una fuerte correlación entre la placa predicha y la real, especialmente para los tipos de placa "vulnerable". Se está aplicando el aprendizaje automático para integrar múltiples fuentes de datos, combinarlos con los datos recabados del estudio angiográfico, características de la imagen y datos clínicos del paciente e integrarlos mediante algoritmos de aprendizaje profundo para determinar qué regiones de la placa están en riesgo de eventos adversos futuros[17].

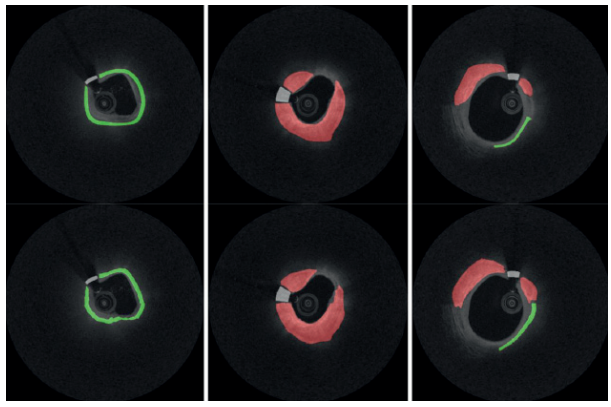


***Figura 5.*** *La clasificación de placa aterosclerótica mediante aprendizaje profundo utilizando las segmentaciones automatizadas (parte inferior) se compara con las anotaciones manuales (parte superior). Codificación de colores: rojo: calcificación; verde: lípido; y blanco: guía de alambre. Adaptado de: Fedewa R, Puri R, Fleischman E, Lee J, Prabhu D, Wilson DL, et al. Artificial intelligence in intracoronary imaging. Curr Cardiol Rep. 2020;22:1-15.*

### FFR

Una de las técnicas más utilizadas para determinar la severidad funcional de las lesiones angiográficamente intermedias es la FFR. Como vimos previamente, la IA aplicada a angio-TC ha demostrado una adecuada correlación entre el FFR-TC y el FFR invasivo. Por otro lado, en el ámbito de la angiografía invasiva se desarrollaron diversos programas informáticos de FFR basados en angiografía con el fin de evaluar la significación hemodinámica de las lesiones coronarias y ayudar a adaptar la estrategia de intervención adecuada.

Roguin y cols.[18] utilizaron en un ensayo un *software* que crea un modelo tridimensional de la anatomía coronaria basado en la angiografía y aplica un modelo de dinámica de flujo para derivar un valor de FFR. La aplicación de IA en él se basa en una red neuronal artificial que utiliza algoritmos de aprendizaje automático que fueron entrenados para medir la FFR mediante datos de numerosas angiografías previas. El *software* analiza estas imágenes y detecta automáticamente estrechamientos coronarios y predice su significado hemodinámico expresado como valores predictivos de FFR. La sensibilidad para predecir una FFR ≤0,8 fue del 88%, y la especificidad para FFR >0,8 fue del 93%, con un VPP del 94% y un VPN del 87%, indicando un nivel de precisión del 90% y un AUC de 0,91.

Fearon y cols.[19] en el ensayo "FAST-FFR" utilizaron un *software* que se basa en crear una reconstrucción tridimensional (3D) del sistema arterial coronario y estimar la resistencia y flujo a través de una estenosis de manera similar al ensayo previamente mencionado **(Figura 6)**. Este ensayo clínico prospectivo, randomizado y multicéntrico se diseñó para valorar la eficacia de este método. Diez centros en Estados Unidos, Europa e Israel inscribieron a un total de 301 pacientes y 319 vasos, la media de FFR fue de 0,81 y el 43% de los vasos tenían una FFR ≤0,80. La sensibilidad y la especificidad por vaso fueron del 94% y el 91%, respectivamente, ambas superando los objetivos de rendimiento predefinidos. La precisión diagnóstica fue del 92% en general, manteniéndose en rangos similares al considerar solo los valores de FFR entre 0,75 y 0,85 (87%) y por otro lado no hubo diferencias significativas entre los valores tomados con FFR convencional y FFR por angiografía (r=0,80; p<0,001).

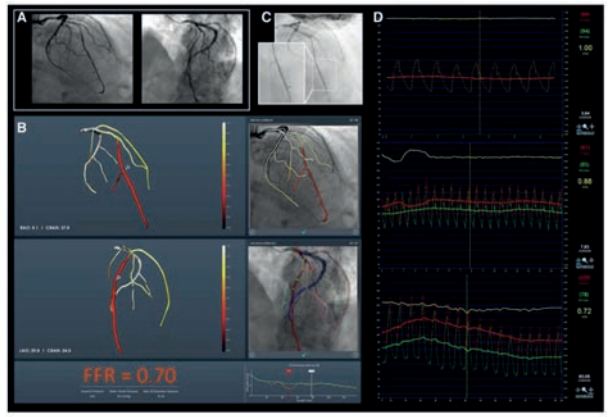



***Figura 6.*** *Ejemplo de caso de reserva fraccional de flujo (FFR) y FFR angiográfico. A) Angiografía coronaria con lesión moderada en la arteria descendente anterior. B) Informe de FFR angiográfico que muestra el sistema coronario izquierdo tridimensional con FFR codificado por colores medido a lo largo de los vasos mostrados en 2 vistas con superposición en el angiograma bidimensional (arriba) y con contornos del lumen (abajo). C) Medición de FFR con catéter. D) FFR (0,72) y FFR angiográfico (0,70) similares. Adaptado de: Earon WF, Achenbach S, Engstrom T, Assali A, Shlofmitz R, Jeremias A, et al. FAST-FFR Study Investigators. Accuracy of fractional flow reserve derived from coronary angiography. Circulation. 2019;139(4):477-484.*

Estos avances indican que la integración de la IA en el campo de la angiografía y la determinación de la FFR son una herramienta valiosa, que mejora la evaluación hemodinámica de las lesiones coronarias, evita la necesidad de utilización de catéteres y drogas endovenosas, y facilita decisiones clínicas más precisas para las lesiones evaluadas.

## C. PATOLOGÍA VALVULAR

### I. MÉTODO DE DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO

El implante valvular aórtico transcatéter (TAVI por sus siglas en inglés) ha surgido como una alternativa revolucionaria en el manejo de la es-

tenosis aórtica (EAo) severa. Estudios de seguimiento a largo plazo, como los ensayos "PARTNER 2" y "SAPIEN 3", han confirmado su durabilidad y sus beneficios clínicos sostenidos[20,21].

La IA ha demostrado que la detección de pacientes con EAo severa puede comenzar incluso con el ECG. El valor principal del ECG en este contexto es detectar condiciones concomitantes como la fibrilación auricular (FA) y enfermedad coronaria, aunque anomalías similares en la repolarización son causadas por la hipertrofia ventricular izquierda e isquemia.

Kwon y cols.[22], en un análisis sobre más de 39.000 ECG, desarrollaron un algoritmo basado en aprendizaje profundo utilizando el eje de la onda T en las derivaciones V1–V4, el intervalo QT y la edad del paciente para detectar EAo moderada o severa. El algoritmo desarrollado utilizó una RNC para filtrar y seleccionar los datos relevantes del ECG, que logró un AUC de aproximadamente 0,861 a 0,884 y demostró a su vez funcionar bien como una herramienta potencial de detección para descartar la EAo, con un VPN superior al 99%.

Hasta la actualidad, uno de los desafíos que se enfrentan los equipos de cardiología es respecto a la decisión terapéutica de los pacientes jóvenes con EAo severa, cuyo abordaje mediante *Heart team* está basado en experiencia clínica con una base científica pobre a la hora de decidir la realización de un TAVI.

Hasimbegovic y cols.[23], en un análisis de un total de 692 pacientes de 75 años o menos tomados del Registro de la Válvula Aórtica Cardiotorácica de Viena (VICTORY *registry*) donde 604 (87.3%) recibieron reemplazo valvular aórtico quirúrgico y 88 (12.7%) recibieron TAVI, diseñaron un algoritmo basado en el aprendizaje automático, a fin de determinar qué aspectos determinan la asignación de TAVI o reemplazo quirúrgico para pacientes con EAo sintomática grave menores de 75 años y así comprender mejor los procesos de toma de decisiones clínicas en áreas terapéuticas emergentes. Respecto a las comorbilidades, pudo apreciarse mayor prevalencia de dislipidemia en los pacientes quirúrgicos *vs*. TAVI (62,9% *vs*. 60,2%; p=0,026) y una prevalencia significativamente menor de diabetes (27,2% *vs*. 40,9%; p=0,012). No hubo diferencias significativas en la prevalencia de otras comorbilidades relevantes o condiciones previas, incluyendo cirugía cardíaca previa, FA y la clase funcional de la NYHA. Se observó a su vez un *Logistic EuroSCORE* significativamente más alto en la cohorte de reemplazo quirúrgico (21,6% *vs*. 17,4%; p=0,032), y además estos pacientes tenían un $CHADS_2$-VASc *score* significativamente mayor (5,8% *vs*. 5,2%; p=0,014).

Dentro de las variables analizadas, se pudo evidenciar mediante el algoritmo de IA que las dos razones más frecuentes para elegir TAVI en lugar de reemplazo quirúrgico fueron la necesidad de una reoperación de alto riesgo (47,7% de los casos) e insuficiencia respiratoria significativa (46,6% de los casos). Otros factores a favor de TAVI que estaban presentes en más de una cuarta parte de los pacientes fueron una fracción de eyección severamente reducida (38,6%), insuficiencia renal severa (36,4%) y cualquier tipo de abuso de sustancias (26,1%). El 84,1% de los pacientes presentaba al menos 2 o más razones a favor de TAVI[23].

Por otro lado, la valoración con multiimágenes incluye la evaluación anatómica, hemodinámica y fisiopatológica de la válvula; dentro de ellas, la ecocardiografía transtorácica es una de las principales herramientas de las cuales se dispone a la hora del diagnóstico y decisión terapéutica frente a una EAo severa. Un problema importante de este método es la variabilidad interobservador, lo que lleva a discrepancias en los resultados diagnósticos. La IA ha demostrado un gran potencial en diversas aplicaciones dentro del campo de la ecocardiografía, ofreciendo una solución prometedora para abordar estos problemas.

Sánchez-Puente y cols.[24], en un estudio retrospectivo, aplicaron un modelo de aprendizaje automático para predecir si un paciente con EAo leve a moderada desarrollaría enfermedad valvular grave a 1, 2 o 3 años. Se obtuvieron datos internos de un hospital con 4633 ecocardiogramas de 1638 pacientes y una cohorte externa de un hospital independiente que constaba de 4531 ecocardiogramas de 1533 pacientes. En la prueba interna, el modelo pudo distinguir entre el desarrollo de EAo grave y no grave con una precisión de alrededor del 90% para el intervalo de 1 año, y de alrededor del 92% para los intervalos de 2 y 3 años. En la prueba externa, el modelo tuvo una precisión ligeramente menor, alrededor del 85%, para los mismos intervalos de tiempo. Al aplicar el modelo en un grupo diferente de pacientes de manera simulada, se observó que podría reducir en un 49% y 13%, respectivamente, la cantidad de ecocardiogramas innecesarios realizados cada año, en comparación con las recomendaciones de las pautas médicas europeas y estadounidenses.

Existe un creciente interés en métodos alternativos para estratificar el riesgo en pacientes con EAo, incluyendo evaluaciones por multiimágenes, principalmente, como métodos adicionales al ecocardiograma transtorácico (ETT), la tomografía computarizada (TC) para valorar el *score* de calcio y la resonancia magnética cardíaca (RMC) para valorar fibrosis miocárdica y remodelado adverso del ventrículo izquierdo (VI). Sin embargo, estas modalidades de imagen son costosas, no están ampliamente disponibles y pueden implicar exposición a radiación o administración de agentes de contraste. En este sentido, la aplicación de IA a métodos más sencillos y de fácil acceso como el ETT es una alternativa atractiva para determinar el riesgo de nuestros pacientes aprovechando la utilización de algoritmos capaces de valorar más allá del ojo del ecocardiografista mediante redes neuronales complejas.

Sengupta y col.[25] realizaron un estudio valorando los distintos fenotipos de pacientes con EAo con información fisiopatológica y pronóstica basada en mediciones ecocardiográficas estándar adquiridas en la práctica clínica de rutina para desarrollar un algoritmo de aprendizaje automático, identificar fenotipos únicos y luego probarlo en validación de 2 cohortes externas: una de ellas internacional de TC que incluyó a 752 pacientes que se sometieron tanto a ecocardiografía como a puntuación de calcio por TC, y una cohorte de RMC del Reino Unido de 160 pacientes que se sometieron tanto a ecocardiografía como a RMC. En 1964 pacientes de las 3 cohortes multiinstitucionales, 1346 (68%) sujetos tenían EAo no grave o discordante. El aprendizaje automático identificó a 1117 (57%) pacientes como de alta gravedad y a 847 (43%) como de baja gravedad. En los pacientes de alta gravedad en las cohortes de TC y RMC, se observaron mayores puntuaciones de calcio en la válvula y mayor masa y fibrosis del VI en comparación con el grupo de baja gravedad. En la cohorte de ecografía, la progresión al reemplazo valvular y a la muerte en pacientes que no recibieron el reemplazo fue más rápida en el grupo de alta gravedad **(Figura 7)**. En comparación con la clasificación convencio-

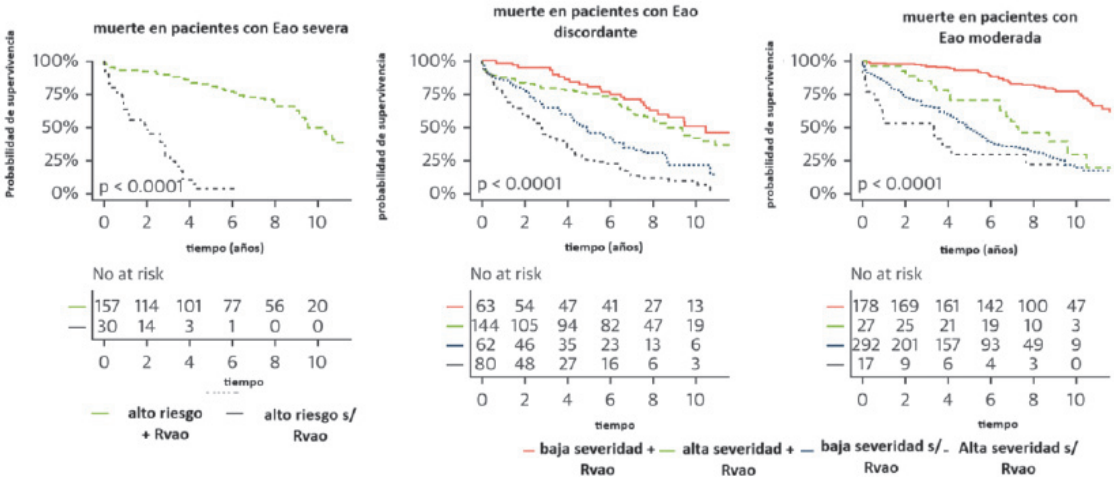



***Figura 7.*** *Curvas de mortalidad subdivididas por fenogrupos y tratamiento. Eao: estenosis aórtica. Rvao: reemplazo valvular aórtico. Adaptado de: Sengupta PP, Shrestha S, Kagiyama N, Hamirani Y, Kulkarni H, Yanamala N, et al. A machine-learning framework to identify distinct phenotypes of aortic stenosis severity. Cardiovasc Imaging. 2021;14(9):1707-1720.*

nal de la gravedad de la enfermedad, la clasificación de gravedad basada en el aprendizaje automático mejoró la discriminación (0,07; IC del 95%: 0,02-0,12) y la reclasificación (0,17; IC del 95%: 0,11-0,23) para el resultado del reemplazo valvular a los 5 años. La utilización de la IA en este grupo de pacientes permitió integrar de manera fluida y significativa las características ecocardiográficas, exhibiendo un rendimiento sólido en diversas poblaciones de pacientes y además demostró ser una herramienta potente para predecir eventos clínicos.

El proceso pre procedimental para el TAVI incluye la utilización de la angioTC protocolar para detectar previamente enfermedad coronaria y obtener detalles sobre el plano valvular, las dimensiones de la válvula y la aorta, la distancia a las arterias coronarias, y evaluar los accesos vasculares periféricos.

Santaló-Corcoy y cols.[26], en el ensayo "TAVI-PREP", desarrollaron un método automatizado basado en aprendizaje profundo centrado en medidas extraídas de angio-TC. El algoritmo se entrenó en el conjunto de datos público MM-WHS (Conjunto de datos para segmentación de todo el corazón en múltiples modalidades) y en un subconjunto de datos privados. Utilizaron *MeshDeformNet* (una red neuronal para procesamiento de imágenes tridimensionales diseñada para tareas de deformación y manipulación) y una RNR Residual 3D para la detección de puntos de referencia y extraer 22 medidas diferentes del complejo valvular aórtico. Analizaron 200 tomografías computarizadas y compararon el método automático con el método manual realizado por dos expertos, obteniendo coeficientes de correlación altos para la mayoría de los parámetros (0,.90-0,97), excepto para la altura de las arterias coronarias izquierda y derecha (0,8 y 0,72, respectivamente). Además, el error relativo absoluto medio estuvo dentro del 5% para la mayoría de las medidas, excepto para la altura de las arterias coronarias. Notablemente, este método requirió aproximadamente 2 minutos para predecir las 22 mediciones, mejorando el tiempo en comparación con los 15 minutos del experto para la misma tarea.

Por otro lado, el grupo de Theriault-Lauzier y cols.[27] utilizó un algoritmo de red neuronal convolucional (usando el marco de trabajo TensorFlow desarrollado por Google) para realizar mediciones automáticas del plano valvular aórtico. Lograron un error promedio de localización fuera del plano de 0,7±0,6 mm para el conjunto de datos de entrenamiento y de 0,9±0,8 mm para el conjunto de datos de evaluación, comparables con otros métodos publicados y clínicamente insignificantes. El 84,6% de los volúmenes de imágenes de evaluación tuvieron un error angular inferior a 10°, similar a la precisión a nivel de experto.

## II. MONITOREO CONTINUO, PREDICCIÓN DE COMPLICACIONES Y RESULTADOS

La realización de un TAVI conlleva la posibilidad de complicaciones y resultados desfavorables. Si bien se han desarrollado *scores* para predecir este tipo de eventos, la utilización de la IA asociada ha mostrado un buen desempeño para mejorar la predicción y hacer una correcta valoración del paciente.

Evertz y cols.[28] demostraron que la cuantificación automatizada de los volúmenes y la función ventriculares no era inferior a la cuantificación realizada por lectores humanos que buscaban predecir la mortalidad CV después del TAVI. Además, la cuantificación completamente automatizada también resultó en un ahorro de tiempo de diez minutos por paciente. Abdul Ghaffar y cols.[29] utilizaron un enfoque de aprendizaje automático automatizado semisupervisado para clasificar a los pacientes en grupos fenotípicos, para la mortalidad CV a 30 días, el uso de datos de fenotipos junto con la puntuación STS se encontró que mejoraba la predicción general de la mortalidad en comparación con el uso de las puntuaciones STS solas (AUC 0,96 *vs*. AUC 0,8; p=0,02). Hernández-Suárez y cols.[30] utilizaron modelos de regresión logística, red neuronal artificial, *Naive Bayes* y algoritmos de aprendizaje automático de bosque aleatorio para obtener modelos de predicción de mortalidad intrahospitalaria a partir de pacientes sometidos a TAVI, y encontraron que estaba en segundo lugar detrás de la puntuación STS/ACC TVT. Desarrollaron una puntuación (NIS-TAVI) a partir de una cohorte de más de 10.000 pacientes de TAVI con una tasa de mortalidad total del 3,6% y crea-

ron un modelo que superó a los calculadores de riesgo establecidos, con un AUC de 0,92[28,29].

El grupo de Hernández-Suárez y cols. propuso desarrollar un algoritmo de predicción de riesgos basado en aprendizaje automático para la mortalidad intrahospitalaria después de la realización de reparación percutánea de la válvula mitral. Se analizaron 849 procedimientos revelando una tasa global de mortalidad intrahospitalaria del 3,1%. Un modelo de *Naive Bayes* tuvo la mejor discriminación para quince variables, con un AUC operativa del receptor de 0,83 (IC del 95%: 0,80-0,87), en comparación con 0,77 para la regresión logística (IC del 95%: 0,58-0,95), 0,73 para una red neuronal artificial (IC del 95%: 0,55-0,91) y 0,67 tanto para un bosque aleatorio como para una máquina de vectores de soporte (IC del 95%: 0,47-0,87). Factores como la historia de enfermedad coronaria, enfermedad renal crónica y tabaquismo surgieron como los predictores más significativos de la mortalidad intrahospitalaria[28,30].

La colocación de un TAVI es un procedimiento invasivo que puede presentar complicaciones potenciales. Entre estas se incluyen hemorragia en el sitio de punción o en otros lugares, arritmias cardíacas, accidente cerebrovascular (ACV), insuficiencia renal debido al contraste, entre otras. Aunque muchas de estas complicaciones pueden ser manejadas con diagnóstico y tratamiento oportunos, es de especial interés la predicción de su ocurrencia que puede ofrecer la IA.

En general, la incidencia de hemorragia posprocedimiento en TAVI puede estar en el rango del 5% al 20%. Es importante tener en cuenta que la hemorragia puede manifestarse de diversas formas, desde sangrado menor hasta hemorragia mayor. La identificación temprana de los factores de riesgo y la implementación de estrategias para minimizar el riesgo de hemorragia son cruciales en la gestión exitosa de los pacientes sometidos a TAVI. Jia y cols.[31] desarrollaron un modelo basado en aprendizaje profundo llamado *BLeNet* con 56 características (que abarcan características basales, procedimentales y posprocedimentales) para predecir hemorragias posprocedimiento. En el análisis de Kaplan-Meier, el modelo *BLeNet* mostró un excelente rendimiento al estratificar a los pacientes con alto y bajo riesgo de hemorragia ($p<0,0001$)[28,31].

Por otro lado, dentro de las complicaciones arrítmicas, una de las más temidas es el bloqueo auriculoventricular completo con la consecuente necesidad de implantación de un marcapasos (MCP) definitivo. El grupo de Truong y cols.[32] abordó la evaluación del riesgo de implantación de MCP definitivo tras la realización de un TAVI de 557 pacientes en ritmo sinusal, utilizando tanto enfoques de aprendizaje automático, como el algoritmo de bosque aleatorio. Los resultados permitieron identificar factores tales como los intervalos PR post- y pre-TAVI (delta PR) y la variación en el complejo QRS (delta QRS), como predictores para el requerimiento de implante de MCP definitivo, y comparados con modelos de regresión logísticas tradicionales, estos modelos de IA tuvieron mayor poder para predecir este evento[28,32].

Si bien los eventos cerebrovasculares resultan infrecuentes como complicación del TAVI (rondando entre un 1% y 5%), no dejan de ser eventos adversos graves. Es así como Okuno y cols.[33] desarrollaron un modelo de aprendizaje automático utilizando RCN con los datos de 2279 pacientes a fin de predecir eventos cerebrovasculares a los 30 días, y si bien la tasa de ACV y accidente isquémico transitorio en este grupo de pacientes fue muy baja (1,3% a 2,4%), lograron un AUC 0,79, que muestra la capacidad de la IA para predecir este tipo de situaciones[28,33].

## D. SIMULACIÓN COMPUTACIONAL E IA FÍSICA

La simulación computacional surge como un tipo de IA que permite modelar y prever resultados en entornos virtuales, facilitando la planificación preoperatoria, el diseño de dispositivos y la evaluación de estrategias terapéuticas. La IA física surge como una rama de la IA convencional, aprovechando los complejos *softwares* de la misma a fin de traducirlos en procesos determinados a ser realizados por un robot, ya sea con o sin intervención humana. Estas tecnologías permiten una recopilación y análisis de datos más eficientes, predicciones de riesgo personalizadas y un mejor entendimiento de la anatomía y procedimientos cardiovasculares. Desde la planificación preprocedimental hasta el desarrollo de dispositivos y la educación, estas tecnologías están transformando todo el proceso que implica realizar una intervención hemodinámica.

### I. SIMULACIÓN COMPUTACIONAL EN HEMODINAMIA

En lo que respecta a planificación de intervenciones, la simulación con IA representa un avance significativo.

El grupo de Antoniadis y cols.[34] valoró los distintos diseños para simulación de resolución de lesiones cercanas a bifurcaciones con *stent* completo de bifurcación coronaria. Las simulaciones computacionales van desde modelos geométricos simples hasta representaciones anatómicas detalladas de las arterias coronarias obtenidas de imágenes *in vivo*. Estas simulaciones permiten evaluar el entorno hemodinámico en bifurcaciones antes y después de la colocación de *stents*, ofreciendo información sobre cómo las tensiones hemodinámicas locales afectan la formación de hiperplasia neointimal y la trombosis del *stent*. Por otro lado, resulta atractiva la utilización de la simulación en casos de la inflación de *kissing balloon* en bifurcaciones, teniendo en cuenta las probables complicaciones que este acarrea, ya que estudios previos han demostrado que la utilización de esta técnica puede causar una deformación elíptica, daño al revestimiento del segmento proximal, una configuración alterada de los puntales, posibles lesiones arteriales en el *ostium* de la rama lateral y altas tensiones en la pared con la consecuente evolución a lesión arterial. Este tipo de modelos han sido evaluados en ensayos clínicos mostrando adecuadas tasas de correlación entre simulaciones y el resultado clínico final[34,35] **(Figura 8)**.

Dowling y cols.[36] desarrollaron un *software* de simulación computacional específica en casos de morfología de válvula aórtica bicúspide (VAB) para colocación de TAVI. Se incluyeron nueve pacientes con VAB que fueron sometidos a simulación computacional específica del paciente utilizando la tecnología *TAVIguide* (Valor Añadido de la Simulación por Computadora Específica del Paciente en la TAVI) antes del TAVI. Las simulaciones influyeron en la estrategia de tratamiento en un 89% de los casos, identificando riesgos como regurgitación paravalvular y alteraciones de la conducción **(Figura 9)**. Este enfoque permitió ajustar el tamaño y la posición de la válvula autoexpandible, logrando resultados clínicos favorables en la mayoría de los casos.

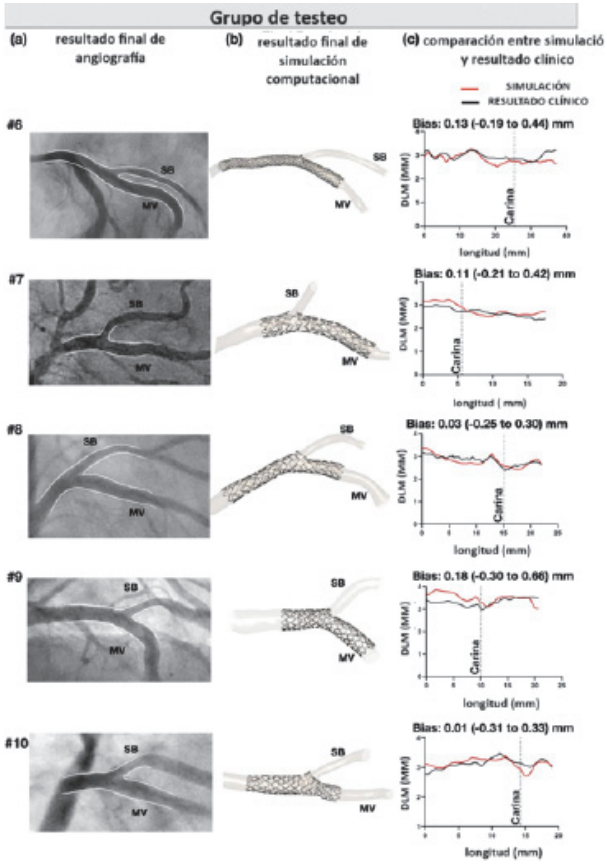



***Figura 8.*** *Comparación ciega de la simulación computacional de stenting vs. angiografía. Comparación cualitativa (a, b) y cuantitativa (c) del tamaño del lumen después del stenting computacional frente a la angiografía. MV: vaso principal. SB: rama lateral. DLM: diámetro luminal medio. Adaptado de: Zhao S, Wu W, Samant S, Khan B, Kassab GS, Watanabe Y, et al. Patient-specific computational simulation of coronary artery bifurcation stenting. Sci. Rep. 2021;11(1):16486.*

El Faquir y cols.[37] evaluaron la utilidad y capacidad predictiva del *software TAVIguide* en la práctica clínica de pacientes con EAo grave tratados con la válvula Evolut R. Se llevó a cabo un estudio prospectivo, observacional y multicéntrico en 80 pacientes, donde la simulación computacional específica del paciente no afectó la selección del tamaño de la válvula, pero sí influyó en la elección de la profundidad objetivo de la implantación y la ejecución del procedimiento para alcanzar la profundidad deseada. La simulación mostró cambios en la ejecución del procedimiento, destacando su potencial valor en la optimización del resultado clínico en pacientes sometidos a TAVI **(Figura 10)**.

Young y cols.[38] realizaron un ensayo prospectivo en el Centro Médico de la Universidad de Vanderbilt, donde 17 becarios de cardiología de dos clases consecutivas de primer año participaron en un protocolo de enseñanza facilitado por casos simulados y equipos de simulación utilizando *softwares* de IA como herramienta educativa para aumentar la exposición a procedimientos menos comunes. El grupo de intervención tuvo puntuaciones estadísticamente más altas en el examen escrito en comparación con el grupo de control (IC: (0+,4); p=0,038). El grupo de intervención obtuvo entre 2 y 8 puntos más en las evaluaciones de habilidades de marcapasos transitorio y entre 1 y 16 puntos más en las evaluaciones de habilidades de balón de contrapulsación intraaórtico que los controles (p=0,007 y 0,021, respectivamente). La simulación mejorada con tecnología ha demostrado ser una herramienta educativa eficaz para profesionales de la salud.

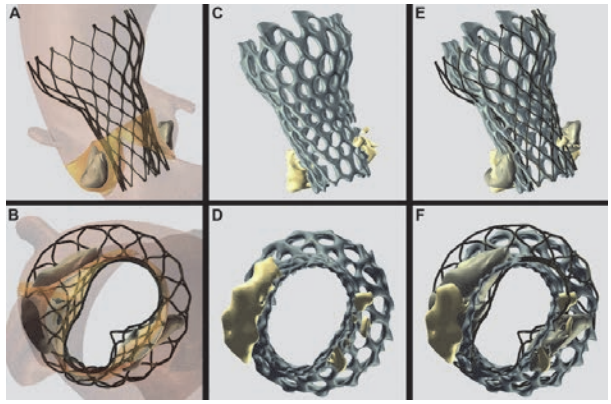



***Figura 9.*** *Comparación visual entre la morfología predicha (A y B) y real de la válvula cardíaca transcatéter (C y D), como se demuestra en la superposición (E y F). Adaptado de: Dowling C, Firoozi S, Brecker SJ. First-in-human experience with patient-specific computer simulation of TAVR in bicuspid aortic valve morphology. Cardiovasc Interventions. 2020;13(2):184-192.*

## II. APLICACIÓN DE LA ROBÓTICA INTEGRADA A LA IA DENTRO DEL LABORATORIO

La incorporación de la robótica en hemodinamia proporciona beneficios significativos, mejorando la precisión mediante movimientos controlados, reduciendo la exposición a la radiación para los operadores y mejorando la estabilidad durante procedimientos intravasculares. Además, la ergonomía mejorada y la capacidad de operación remota permiten una realización más cómoda y segura de intervenciones prolongadas, mientras que la posibilidad de acceder a áreas anatómicas difíciles mejora la efectividad de los procedimientos.

Weisz y cols.[39] realizaron el ensayo clínico "PRECISE" (Evaluación de la Seguridad y Efectividad del Sistema CorPath 200 en Intervenciones Coronarias Percutáneas), un estudio prospectivo, no randomizado, multicéntrico, abierto y de un solo brazo que buscó evaluar la seguridad, así como la eficacia clínica y técnica de la intervención coronaria percutánea (ICP) asistida por robot en aquellos pacientes con lesión de vaso único. Se incluyeron pacientes con enfermedad coronaria y necesidad de ICP, realizándose la intervención con el sistema robótico CorPath 200. Los resultados clínicos revelan que el objetivo primario de éxito clínico del procedimiento se logró en un 97,6% de los pacientes, superando significativamente el objetivo de rendimiento del protocolo del 84% (p=0,001). Aproximadamente el 2,4% experimentó elevaciones posprocedimiento en biomarcadores miocárdicos, indicativas de IAM no-Q. Asimismo, se alcanzó el éxito técnico del dispositivo en un 98,8% de los casos, superando de manera significativa el objetivo de rendimiento del protocolo del 90% (p=0,001). Además, se logró el punto final secundario de reducir la exposición a radiación en un 95,2% comparada con la registrada en la mesa de procedimientos (0,98 *vs*. 20,6 Gy; p=0,001).

Por otro lado, Mahmud y cols.[40], en el estudio "CORA-PCI", incluyeron todos los procedimientos de ICP realizados de manera robótica (grupo de estudio) o manual (grupo de control) durante un período de 18 meses. Un total de 315 pacientes se sometieron a 334 procedimientos de ICP las cuales fueron 108 vía robótica (R-ICP) y 226

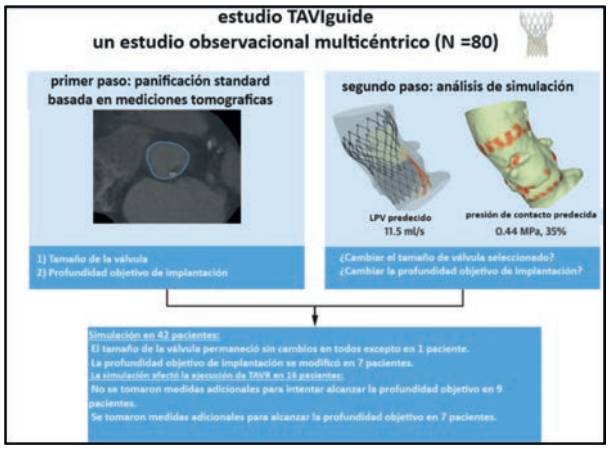



***Figura 10.*** *Diseño y resultados del estudio TAVIguide. LPV: leak paravalvular. Adaptado de: El Faquir N, De Backer O, Bosmans J, Rudolph T, Buzzatti N, Bieliauskas G, et al. Patient-specific computer simulation in TAVR with the self-expanding Evolut R valve. Cardiovasc Interventions. 2020;13(15):1803-1812.*

manual (M-ICP). El éxito técnico y clínico con R-ICP fue del 91,7% y 99,1% respectivamente, el uso de *stent* y el tiempo de fluoroscopia fueron similares entre los grupos (p=0,73 y p=0,39, respectivamente), aunque el tiempo del procedimiento fue más largo en el grupo de R-ICP (p=0,002), principalmente en aquellas lesiones consideradas de baja complejidad (p=0,001), sin diferencias significativas entre las de complejidad intermedia y alta (p=0,526 y 0,855, respectivamente). Este estudio demuestra la viabilidad, seguridad y alto éxito técnico de la R-ICP para el tratamiento de enfermedades coronarias complejas con adecuados resultados clínicos, sin aumento de los efectos adversos con respecto a la rama M-ICP.

En lo que respecta a enfermedad vascular periférica, Mahmud y cols.[41] propulsaron el estudio "RAPID" (Robotic-Assisted Peripheral Intervention for peripheral arterial Disease). Un estudio prospectivo unicéntrico, abierto y no aleatorizado sobre la intervención asistida por robot para realizar intervenciones endovasculares en la arteria femoropoplítea. El estudio incluyó a 20 sujetos con un total de 29 lesiones siendo la mayoría (89,7%) en la arteria femoral superficial. El éxito técnico del dispositivo, la seguridad y el éxito clínico del procedimiento fueron todos del 100%, con la necesidad de colocar provisionalmente *stents* en el 34,5% de las lesiones. El tiempo de fluoroscopia y el uso de contraste fueron favorables en comparación con estudios en cohortes de pacientes similares.

## DISCUSIÓN

Como se ha analizado, la IA está comenzando a tomar un papel importante dentro de la cardiología intervencionista: la utilización de las distintas técnicas disponibles ha demostrado tener un valor significativo en la evolución del diagnóstico y tratamiento de las enfermedades cardiovasculares más prevalentes.

El uso de algoritmos de aprendizaje automático y técnicas de IA en el análisis del estudio que más a disposición y reproducibilidad disponemos, el ECG, permite un cambio positivo para la detección temprana y precisa del IAM[1-4]. La capacidad de la IA para identificar patrones sutiles en ECG permite mejorar la toma de decisiones clínicas y contribuir a una atención CV más personalizada y eficiente, incluso en el Servicio de Emergencias médicas donde no siempre se dispone de un cardiólogo para realizar la correcta interpretación del ECG. Con estos algoritmos propuestos se logra disminuir el tiempo de diagnóstico electrocardiográfico, con la ventaja de que, en caso de requerir una intervención de urgencia en el síndrome coronario agudo con elevación del segmento ST, poder realizarlo lo antes posible y de esta manera disminuir las eventuales complicaciones que conlleva la demora en el tiempo puerta-balón o puerta-aguja si no se dispone de hemodinamia. Por otro lado, como vimos en el ensayo de Liu y cols.[6], la IA es capaz de valorar la complejidad del ECG, proporcionando una sensibilidad, especificidad y precisión excepcionales, y a su vez, como valoró el estudio de Acharya y cols.[7], lo hace con tiempos de procesamiento reducidos, mejorando el flujo de información y mostrando resultados comparables con algoritmos comerciales, superando incluso la interpretación de médicos en ciertos aspectos, como se vio en el trabajo de Zhao y cols.[8].

La utilización de la IA ha permitido prescindir, en algunos casos, de la angiografía invasiva como pudimos ver mediante el uso de angio-TC para la detección y evaluación de la enfermedad coronaria. Algoritmos como los utilizados por Zack y cols. han mostrado una excelente concordancia con mediciones expertas en la cuantificación de placas ateroscleróticas y la evaluación de la severidad de la estenosis. Además, agilizan el proceso de análisis, reduciendo el tiempo necesario en comparación con los expertos[9-11]. Es de destacar que actualmente con los algoritmos de IA podemos utilizar la angio-TC de una forma mucho más eficiente y versátil, como vimos mediante el uso de la FFR-TC, el cual logró incluso modificar las recomendaciones de tratamiento en comparación con la angio-TC sola, mejorando la especificidad, el VPP y la precisión en comparación a la angiografía convencional, como vimos en el ensayo "MACHINE Consortium". En conjunto, estos avances proporcionan una evaluación funcional de las lesiones, evitando procedimientos invasivos innecesarios y contribuyendo a la optimización de recursos y la reducción de costos en la atención CV[11].

Cuando se trata de la aplicación de esta a la cinecoronariografía y sus variables como el IVUS y la FFR, se han logrado resultados impresionantes, como lo es en la detección de calcificación en imágenes IVUS e incluso con algunos algoritmos que son capaces de identificar nuevos predictores de eventos cardiovasculares basados en las características de la placa. Por otro lado, en el ámbito de FFR, la IA ha demostrado su utilidad mediante la utilización de angiogramas para inferir el FFR en lo que se conoce como FFR derivado de angiografía, alcanzando niveles de sensibilidad y especificidad destacable como los vistos en el ensayo "FAST-FFR" (94% y 91%, respectivamente). Estos enfoques permiten una evaluación hemodinámica mejorada de las lesiones coronarias sin la necesidad de procedimientos invasivos adicionales, catéteres y drogas endovenosas, proporcionando decisiones clínicas más precisas[12-19].

El TAVI ha surgido como un enfoque revolucionario para la EAo severa sintomática, principalmente en pacientes con riesgo quirúrgico elevado y, en los últimos años, incluyendo pacientes de riesgo intermedio y bajo. La IA se ha utilizado en este ámbito desde la etapa diagnóstica, incluso para identificar pacientes con EAo

con la utilización solo del ECG, ofreciendo así un método de *screening* para la población general. Por otro lado, como vimos en los estudios de Hasimbegovic y cols. y Sánchez-Puente y cols.[23,24], su utilización es de gran ayuda en casos indeterminados, donde el paciente presenta algunas características de fragilidad y en otros donde la estenosis aún no es caracterizada como severa por los métodos diagnósticos convencionales, pero sí donde la intervención precoz podría jugar un rol importante para prevenir la evolución rápida de la enfermedad. Incluso en ensayos como el de Sengupta y cols.[25] vemos que la IA puede utilizarse para distinguir distintos fenogrupos de pacientes dentro de este abanico de posibilidades utilizando métodos de aprendizaje profundo y distinguir variables (tal vez ocultas a la vista del médico) que permitan predecir un mal desenlace a futuro[22-25].

Sin embargo, aunque el aprendizaje automático es una extensión natural de enfoques tradicionales, no es una solución mágica, y hay casos donde métodos analíticos convencionales lo superan y, a pesar de la automatización, los médicos deben evaluar críticamente las predicciones generadas por la IA. Es así como vimos en el ensayo "TAVI-PREP", donde más allá de haberse utilizado un sistema complejo de aprendizaje profundo, este no logró una buena correlación con el análisis convencional respecto a la altura de las coronarias y el anillo aórtico[26].

Si bien existen avances en IA y su aplicación en robótica en el laboratorio de hemodinamia, este es un camino que aún no está del todo desarrollado. Se espera que sea explotado en los próximos años. Distintos tipos de aplicaciones, como realidad virtual, aumentada, extendida y mixta, denotan un gran potencial. Ensayos pequeños de ICP asistida por robot, han mostrado resultados con altos porcentajes de éxito técnico y clínico, así como una reducción significativa en la exposición a la radiación. Por otro lado, son de gran utilidad para mejorar la planificación de intervenciones, la enseñanza médica y la realización de procedimientos, con resultados prometedores en términos de eficacia y seguridad[1-4,28].

Se debe analizar la información que otorga la IA, ya que al día de hoy no existe algoritmo que sea capaz de superar el criterio clínico y uno de los principales problemas que se presenta, paradójicamente, es la enorme fuente de información que son las bases de datos mundiales, las cuales, si bien son una representación de la heterogeneidad de la sociedad, siguen presentando sesgos de representación, con bajo porcentaje del sexo femenino, de distintas etnias, y edades que superen los 75 años. Esta caja negra puede ser fuente de información valiosa si se diseña bien un algoritmo, pero también terminar en un suceso de errores desafortunados los cuales nos llevarían al fracaso.

Por otro lado, y no menos importante, la IA se enfrenta con problemas éticos, ya que en muchos países del mundo no existen leyes que protejan la ciberinformación de los pacientes, por lo que abordar este inconveniente es una tarea fundamental para llevar a cabo su utilización, a fin de no caer en posibles casos de piratería y hackeo de información que pueda utilizarse con fines económicos o ilícitos. Se destaca la necesidad del consentimiento del paciente antes de hacer que los datos de atención médica estén disponibles públicamente, por lo que las asociaciones médicas internacionales, investigadores y empresas deberían abordar este problema de manera responsable[1-4].

## CONCLUSIONES

Gracias a la digitalización de vastas cantidades de datos, el desarrollo de algoritmos de aprendizaje automático y el mejoramiento de la capacidad de cálculo de las computadoras en las últimas décadas, la IA puede facilitar la automatización de tareas, implementarse en la medicina de precisión y detectar patrones complejos en bases de datos. En particular, el análisis de estudios complementarios como pueden ser el ECG, la angio-TC y la angiografía coronaria ha experimentado una revolución gracias a las técnicas aplicadas en esta área. Se ha observado, además, que la aplicación de la IA ya no se limita únicamente a proporcionar información objetiva, sino que también ofrece asistencia en tiempo real durante los procedimientos y mejora las habilidades técnicas mediante el entrenamiento con simuladores.

Ante la diversidad de modelos de algoritmos de IA, como las RCN y las RNR, se puede realizar un análisis de datos más específico. Al conectar distintas capas entre sí, estas redes pueden relacionar datos clínicos de mayor complejidad. Así, hemos observado su utilidad en la definición del riesgo clínico, abarcando desde pacientes con sospecha de IAM hasta aquellos que serán sometidos a TAVI.

El avance de la IA en el campo de la cardiología intervencionista es prometedor, pero todavía enfrenta desafíos significativos que requieren una atención continua. A pesar de los progresos realizados, hay aspectos clave como realizar estudios con mayor número de participantes y centros involucrados para lograr datos más sólidos y representativos permitiendo una evaluación más precisa de la eficacia y seguridad de las aplicaciones de IA en cardiología intervencionista.

Por último, es fundamental entender que la IA no reemplaza la esencialidad de la experiencia médica, sino que tiene el potencial de complementarla. El médico cuenta con la ventaja de considerar aspectos únicos de cada paciente, como su historial médico, preferencias y valores personales, que pueden influir en la selección del tratamiento más adecuado. En la práctica actual de la cardiología intervencionista, la interacción entre médicos y máquinas ya es un paradigma, y esta sinergia se espera que se acelere con los nuevos algoritmos de aprendizaje profundo. Los cardiólogos intervencionistas, en lugar de esperar pasivamente, pueden liderar estas innovaciones. A medida que la IA proporciona más información para la atención del paciente, los roles de los cardiólogos intervencionistas pueden cambiar, y es crucial que desarrollen habilidades éticas, de liderazgo y empatía que las máquinas no pueden replicar.

## BIBLIOGRAFÍA


1. *Krittanawong C, Zhang H, Wang Z, Aydar M, Kitai T. Artificial intelligence in precision cardiovascular medicine. J Am Coll Cardiol. 2017;69(21):2657-2664.*
2. *Shameer K, Johnson KW, Glicksberg BS, Dudley JT, Sengupta PP. Machine learning in cardiovascular medicine: are we there yet? Heart. 2018;104(14):1156-1164.*
3. *Wieneke H, Voigt I. Principles of artificial intelligence and its application in cardiovascular medicine. Clin Cardiol. 2024;47(1):e24148.*
4. *Dorado-Díaz PI, Sampedro-Gómez J, Vicente-Palacios V, Sánchez PL. Aplicaciones de la inteligencia artificial en cardiología: el futuro ya está aquí. Rev Esp Cardiol. 2019;72(12):1065-1075.*
5. *Segar MW, Jaeger BC, Patel KV, Nambi V, Ndumele CE, Correa A, et al. Development and validation of machine learning–based race-specific models to predict 10-year risk of heart failure: a multicohort analysis. Circulation. 2021;143(24):2370-2383.*
6. *Liu W, Huang Q, Chang S, Wang H, He J. Multiple-feature-branch convolutional neural network for myocardial infarction diagnosis using electrocardiogram. Biomed Signal Process Control. 2018;45:22-32.*
7. *Acharya UR, Fujita H, Oh SL, Hagiwara Y, Tan JH, Adam M. Application of deep convolutional neural network for automated detection of myocardial infarction using ECG signals. Inf Sci. 2017;415:190-198.*
8. *Zhao Y, Xiong J, Hou Y, Zhu M, Lu Y, Xu Y, et al. Early detection of ST-segment elevated myocardial infarction by artificial intelligence with 12-lead electrocardiogram. Int J Cardiol. 2020;317:223-230.*
9. *Zack CJ, Senecal C, Kinar Y, Metzger Y, Bar-Sinai Y, Widmer RJ, et al. Leveraging machine learning techniques to forecast patient prognosis after percutaneous coronary intervention. Cardiovasc Interventions. 2019;12(14):1304-1311.*
10. *Fairbairn TA, Nieman K, Akasaka T, Nørgaard BL, Berman DS, Raff G, et al. Real-world clinical utility and impact on clinical decision-making of coronary computed tomography angiography-derived fractional flow reserve: lessons from the ADVANCE Registry. Eur Heart J. 2018;39(41):3701-3711.*
11. *Coenen A, Kim YH, Kruk M, Tesche C, De Geer J, Kurata A, et al. Diagnostic accuracy of a machine-learning approach to coronary computed tomographic angiography-based fractional flow reserve: result from the MACHINE consortium. Circ Cardiovasc Imaging. 2019;11(6):e007217.*
12. *Du T, Xie L, Zhang H, Liu X, Wang X, Chen D, et al. Training and validation of a deep learning architecture for the automatic analysis of coronary angiography: Automatic recognition of coronary angiography. EuroIntervention. 2021;17(1):32.*
13. *Wu W, Zhang J, Xie H, Zhao Y, Zhang S, Gu L, et al. Automatic detection of coronary artery stenosis by convolutional neural network with temporal constraint. Comput Biol Med. 2020;118:103657.*
14. *Tao X, Dang H, Xiong DA lightweight network for accurate coronary artery segmentation using X-ray angiograms. Front Public Health. 2022;10:892418.*
15. *Sofian H, Ming JTC, Mohamad S, Noorliza N. Calcification detection using deep structured learning in intravascular ultrasound image for coronary artery disease. In 2018 2nd International Conference on BioSignal Analysis, Processing and Systems (ICBAPS). 2018;47-52.*
16. *Wang L, Tang D, Maehara A, Wu Z, Yang C, Muccigrosso D, et al. Using intravascular ultrasound image-based fluid-structure interaction models and machine learning methods to predict human coronary plaque vulnerability change. Comput Methods Biomech Biomed Engin. 2020;23(15):1267-1276.*
17. *Fedewa R, Puri R, Fleischman E, Lee J, Prabhu D, Wilson DL, et al. Artificial intelligence in intracoronary imaging. Curr Cardiol Rep. 2020;22:1-15.*
18. *Roguin A, Dogosh AA, Feld Y, Konigstein M, Lerman A, Koifman E. Early feasibility of automated artificial intelligence angiography based fractional flow reserve estimation. Am J Cardiol. 2021;139:8-14.*
19. *Earon WF, Achenbach S, Engstrom T, Assali A, Shlofmitz R, Jeremias A, et al. FAST-FFR Study Investigators. Accuracy of fractional flow reserve derived from coronary angiography. Circulation. 2019;139(4):477-484.*
20. *Leon MB, Smith CR, Mack MJ, Makkar RR, Svensson LG, Kodali SK, et al. Transcatheter or surgical aortic-valve replacement in intermediate-risk patients. N Engl J Med. 2016;374(17):1609-1620.*
21. *Thourani VH, Kodali S, Makkar RR, Herrmann HC, Williams M, Babaliaros V, et al. Transcatheter aortic valve replacement versus surgical valve replacement in intermediate-risk patients: a propensity score analysis. Lancet. 2016;387(10034):2218-2225.*
22. *Kwon JM, Lee SY, Jeon KH, Lee Y, Kim KH, Park J, et al. Deep learning–based algorithm for detecting aortic stenosis using electrocardiography. J Am Heart Assoc. 2020;9(7):e014717.*
23. *Hasimbegovic E, Papp L, Grahovac M, Krajnc D, Poschner T, Hasan W, et al. A sneak-peek into the physician's brain: A retrospective machine learning-driven investigation of decision-making in TAVR versus SAVR for young high-risk patients with severe symptomatic aortic stenosis. J Pers Med. 2021;11(11):1062.*
24. *Sánchez-Puente A, Dorado-Díaz PI, Sampedro-Gómez J, Bermejo J, Martinez-Legazpi P, Fernández-Avilés F, et al. Machine Learning to Optimize the Echocardiographic Follow-Up of Aortic Stenosis. JACC Cardiovasc Imaging. 2023;16(6):733-744.*
25. *Sengupta PP, Shrestha S, Kagiyama N, Hamirani Y, Kulkarni H, Yanamala N, et al. A machine-learning framework to identify distinct phenotypes of aortic stenosis severity. Cardiovasc Imaging. 2021;14(9):1707-1720.*
26. *Santaló-Corcoy M, Corbin D, Tastet O, Lesage F, Modine T, Asgar A, et al. TAVI-PREP: A Deep Learning-Based Tool for Automated Measurements Extraction in TAVI Planning. Diagnostics. 2023;13(20):3181.*
27. *Theriault-Lauzier P, Alsosaimi H, Mousavi N, Buithieu J, Spaziano M, Martucci G, et al. Piazza, N. Recursive multiresolution convolutional neural networks for 3D aortic valve annulus planimetry. Int J Comput Assist Radiol Surg. 2020;15:577-588.*
28. *Benjamin MM, Rabbat MG. Artificial Intelligence in Transcatheter Aortic Valve Replacement: Its Current Role and Ongoing Challenges. Diagnostics. 2024;14(3):261.*
29. *Abdul Ghffar Y, Osman M, Shrestha S, Shaukat F, Kagiyama N, Alkhouli M, et al. Usefulness of Semisupervised Machine-Learning-Based Phenogrouping to Improve Risk Assessment for Patients Undergoing Transcatheter Aortic Valve Implantation. Am. J. Cardiol. 2020;136:122-130.*
30. *Hernández-Suárez DF, Kim Y, Villablanca P, Gupta T, Wiley J, Nieves-Rodríguez BG, et al. Machine Learning Prediction Models for In-Hospital Mortality after Transcatheter Aortic Valve Replacement. JACC Cardiovasc. Interv. 2019;12:1328-1338.*
31. *Jia Y, Luosang G, Li Y, Wang J, Li P, Xiong T, et al. Deep Learning in Prediction of Late Major Bleeding after Transcatheter Aortic Valve Replacement. Clin. Epidemiol. 2022;14:9-20.*
32. *Truong VT, Beyerbach D, Mazur W, Wigle M, Bateman E, Pallerla A, et al. Machine learning method for predicting pacemaker implantation following transcatheter aortic valve replacement. Pacing Clin. Electrophysiol. 2021;44:334-340.*
33. *Okuno T, Overtchouk P, Asami M, Tomii D, Stortecky S, Praz, F, et al. Deep learning-based prediction of early cerebrovascular events after transcatheter aortic valve replacement. Sci. Rep. 2021;11(1):18754.*
34. *Antoniadis AP, Mortier P, Kassab G, Dubini G, Foin N, Murasato Y, et al. Biomechanical modeling to improve coronary artery bifurcation stenting. Cardiovascular Interventions. 2015;8(10):1281-1296.*
35. *Zhao S, Wu W, Samant S, Khan B, Kassab GS, Watanabe Y, et al. Patient-specific computational simulation of coronary artery bifurcation stenting. Sci. Rep. 2021;11(1):16486.*
36. *Dowling C, Firoozi S, Brecker SJ. First-in-human experience with patient-specific computer simulation of TAVR in bicuspid aortic valve morphology. Cardiovasc Interventions. 2020;13(2):184-192.*
37. *El Faquir N, De Backer O, Bosmans J, Rudolph T, Buzzatti N, Bieliauskas G, et al. Patient-specific computer simulation in TAVR with the self-expanding Evolut R valve. Cardiovasc Interventions. 2020;13(15):1803-1812.*
38. *Young MN, Markley R, Leo T, Coffin S, Davidson MA, Salloum J., et al. Effects of advanced cardiac procedure simulator training on learning and performance in cardiovascular medicine fellows. J. Med. Educ. Curric. Dev. 2018;5:2382120518803118.*
39. *Weisz G, Metzger DC, Caputo RP, Delgado JA, Marshall JJ, Vetrovec GW, et al. Safety and feasibility of robotic percutaneous coronary intervention: PRECISE (Percutaneous Robotically-Enhanced Coronary Intervention) Study. J. Am. Coll. Cardiol. 2013;61(15):1596-1600.*
40. *Mahmud E, Naghi J, Ang L, Harrison J, Behnamfar O, Pourdjabbar A, et al. Demonstration of the safety and feasibility of robotically assisted percutaneous coronary intervention in complex coronary lesions: results of the CORA-PCI Study (Complex Robotically Assisted Percutaneous Coronary Intervention). JACC Cardiovasc Interventions. 2017;10(13):1320-1327.*
41. *Mahmud E, Schmid F, Kalmar P, Deutschmann H, Hafner F, Rief P, et al. Feasibility and safety of robotic peripheral vascular interventions: results of the RAPID trial. Cardiovasc Interventions. 2016;9(19):2058-2064.*

# IMPORTANCIA DE LA HIPERTENSIÓN ARTERIAL EN EL PERÍODO PREOPERATORIO DE CIRUGÍAS PROGRAMADAS NO CARDÍACAS

# IMPORTANCE OF ARTERIAL HYPERTENSION IN THE PREOPERATIVE PERIOD OF SCHEDULED NON-CARDIAC SURGERIES

MATÍAS A. ROGGERO[1], ALEJANDRO CONTRERAS[2], RICARDO C. VENENCIA[1], FLORENCIA MARTÍNEZ COLOMBRES[1]

## RESUMEN

La hipertensión arterial (HTA) es una de las enfermedades más prevalentes a nivel mundial. En nuestro país, existen escasos datos sobre el manejo perioperatorio de cirugías no cardíacas en lo referente al control de la presión arterial. Este trabajo propone describir la prevalencia de la HTA en el período perioperatorio de cirugías no cardíacas programadas, analizar las conductas médicas tomadas y comparar la tasa de eventos adversos en esta población, y así determinar si la HTA se asocia a eventos adversos serios y aumento de la mortalidad en esta etapa.

Se trata de un estudio retrospectivo, descriptivo, de corte transversal. Se recolectaron datos de pacientes valorados por el servicio de Clínica Médica del Hospital Privado Universitario de Córdoba en el área de valoración prequirúrgica para cirugías no cardíacas programadas, desde el 1 de enero de 2020 al 1 de enero de 2021. Se incluyeron pacientes mayores de 18 años. Fueron excluidos, pacientes sometidos a cirugías de urgencias, ambulatorias y cardíacas, como así también valoraciones preoperatorias realizadas por otros servicios.

Se incluyeron 800 pacientes, de los cuales 488 (61%) no presentaban diagnóstico previo de HTA, 312 (39%) sí lo presentaban. En este último grupo, 218 pacientes (69,8%) tenían HTA controlada y 75 no controlada (24%). Tener HTA se asoció a mayor edad, y mayor índice de masa corporal (IMC). Los pacientes con HTA eran en mayor proporción mujeres (51%), presentaban diagnóstico de diabetes o intolerancia a la glucosa (31,4%), dislipemia (23,4%), un 80,1% un riesgo cardiovascular estimado en moderado y un 3,8% alto. De los pacientes con diagnóstico HTA el 82,21% no requirió modificaciones en el tratamiento, el 8,30% requirió agregar o aumentar la medicación, el 2,07% remplazó su medicación y el 0,41% suspendió su medicación. El 12,2% del grupo con HTA y el 7,4% sin HTA presentó complicaciones. La hipotensión arterial fue la complicación más frecuente en ambos grupos. Aquellos con HTA presentaron mayores hemorragias respecto a los pacientes sin HTA (17,95% vs. 11,68%). El promedio de días de internación fue de 2,57 (±1,73) y 3,74 (±5,81) para ambos grupos. Finalmente, la mortalidad ocurrió en 1,28% de los pacientes con diagnóstico previo de HTA.

La HTA en la valoración preoperatoria es una patología muy frecuente, que requiere intervención médica. Sin embargo, no se relaciona a la presencia de eventos adversos serios posquirúrgicos ni elevada tasa de mortalidad.

**Palabras clave:** Hipertensión arterial, valoración preoperatoria, cirugías no cardíacas, eventos adversos.

## ABSTRACT

High blood pressure (HBP) is one of the most prevalent diseases worldwide. In our country, there is little data on the perioperative management of non-cardiac surgeries in relation to blood pressure control. This study proposes to describe the prevalence of HBP in the perioperative period of scheduled non-cardiac surgeries, analyze medical managements and compare the rate of adverse events in this population, and thus determine if HBP is associated with severe and adverse events and increase in mortality at this stage.

Retrospective, descriptive, cross-sectional study. Data were collected from patients evaluated by the Medical Clinic service of the Private University Hospital of Córdoba in the presurgical evaluation area for scheduled non-cardiac surgeries, from January 1, 2020 to January 1, 2021. Patients over 18 years of age were included. Patients undergoing emergency, outpatient and cardiac surgeries were excluded, as well as preoperative assessments performed by other services.

Eight hundred patients were included; 488 (61% 95% CI 58% – 64%) did not have a previous diagnosis of HBP, 312 (39% 95% CI 35% – 42%) did. In this last group, 218 patients (69.8% 95% CI 64% – 74%) had controlled hypertension (HTN) and 75 had uncontrolled HBP (24% 95% CI 19% – 29%). Having HBP was associated with an age older than 64.6 years (±11.5 years p=0.001) and body mass index (BMI) higher than 29.95 Kg/m2 (±5.5 Kg/m2; p=0.001). The HBP patients were mostly women (51% 95% CI 45% - 56%; p=0.001), had a diagnosis of diabetes or glucose intolerance (31.4% 95% CI 25% - 36%; p=0.001), dyslipidemia (23.4% 95% CI 18% – 28%; p=0.001), 80.1% had moderate cardiovascular risk (95% CI 75% – 84%;) and in 3.8% it was high (95% CI 2% – 6 %). Of the HTN patients, 82.21% (CI 95% 77% - 86%) did not require modifications in treatment, 8.30% (95% CI 5% - 11%) required adding or increasing medication, 2.07 % (95% CI 0.4% – 3%) replaced their medication and 0.41% (95% CI 0.3% – 1%) stopped their medication. In 12.2% of HTN patients (95% CI 8% – 15%) and 7.4% of non-HTN patients (95% CI 4.7% – 9%) complications presented (p = 0.63). Hypotension was the most frequent complication in both groups. HBP had greater bleeding compared to non-HBP patients (17.95% 95% CI 0.3% - 3% vs 11.68% 95% CI 8% - 14%; p = 0.06). The average number of days of hospital stay was 2.57 (± 1.73) and 3.74 (± 5.81) for both groups, respectively (p < 0.01). Finally, mortality occurred in 1.28% (95% CI 0.1% – 2%) of patients with a previous diagnosis of HTN.

HBP in preoperative assessment is a very common pathology, requiring medical interventions. However, it is not related to the presence of serious post-surgical adverse events or a high mortality rate.

**Keywords:** hypertension, preoperative care, surgical procedures, adverse outcome pathways

REVISTA CONAREC 2024;40(175):163-170 | HTTPS://DOI.ORG/10.32407/RCON/2024175/0163-0170

## INTRODUCCIÓN

La evaluación preoperatoria es un acto médico que, en la última década, ha cobrado gran relevancia porque otorga la posibilidad única de diagnosticar diferentes patologías. De hecho, su principal objetivo es la reducción de la morbimortalidad asociada, pero además busca educar, reducir la ansiedad del paciente, evitar retrasos innecesarios y coordinar interconsultas en caso de ser necesario[1].

1. Residente de Cardiología. Hospital Privado Universitario de Córdoba
2. Staff del Servicio de Cardiología. Hospital Privado Universitario de Córdoba

✉ ***Correspondencia:*** *Matías A. Roggero. Tel.: 03525-483799. matiasroggero91@gmail.com.*

Los autores declaran no poseer conflictos de intereses.

Recibido: 25/10/2024 | Aceptado: 26/10/2024

La hipertensión arterial (HTA) es una de las enfermedades más prevalentes a nivel mundial, se estima que afecta al 36,3% de la población argentina[2], y es también la principal causa de mortalidad. Además, es la patología preoperatoria más frecuente, presente aproximadamente en el 20-25% de los pacientes quirúrgicos[3,4]. No existen pautas universalmente aceptadas que indiquen el nivel de presión arterial (PA) al que se debe suspender o posponer el procedimiento. Sin embargo, valores de PA elevados son una de las razones médicas más frecuentes para retrasar una cirugía electiva. Cuanto mayor es el valor, mayor es el riesgo de complicaciones[5]. Se han informado mayores complicaciones, incluyendo infarto o isquemia miocárdica, arritmias, eventos cerebrovasculares e insuficiencia renal aguda si la PA diastólica preoperatoria es de 110 mmHg o más[6]. Por lo que se recomienda suspender o posponer la cirugía si la PA es de 180/110 mmHg o superior, aunque la evidencia con respecto a los valores de PA sistólica es menos concluyente[7-9]. Solo se ha demostrado que la HTA sistólica aislada elevó el riesgo perioperatorio en la endarterectomía carotídea y en la cirugía de *bypass* coronario[10,11]. En nuestro país existen escasos datos sobre el manejo perioperatorio de cirugías no cardíacas en lo referente al control de la PA.

A pesar de todo lo expuesto en el escenario perioperatorio, los estudios que relacionan la HTA y riesgo de complicaciones no son concluyentes. Quizás la dificultad para definir el papel de esta y la relación de causalidad de las complicaciones cardiovasculares se debe a la imposibilidad de aislarla de otros factores de riesgo cardiovascular (CV). Dado que es una patología prevalente y tratable creemos que es de suma importancia analizar su manejo en el paciente quirúrgico para posteriormente poder realizar sugerencias adecuadas a la hora de la valoración preoperatoria, y así contribuir a reducir la morbimortalidad en los procedimientos programados. Establecer consensos con pautas reguladas y basadas en la evidencia, les otorga a los profesionales sanitarios la posibilidad de tratar adecuadamente a estos pacientes para lograr disminuir el riesgo de complicaciones.

Surge de esta manera nuestra hipótesis de que la HTA controlada y no controlada en el período perioperatorio es un factor adverso que condiciona el resultado de cirugías no cardíacas programadas, aumentado la tasa de eventos adversos serios y aumento de mortalidad en esta etapa.

En este sentido, los objetivos del estudio fueron describir la prevalencia de HTA en el período perioperatorio de cirugías no cardíacas programadas, analizar las conductas médicas tomadas y comparar la tasa de eventos adversos entre la población preoperatoria con y sin HTA.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Estudio retrospectivo, descriptivo, de corte transversal. Se recolectaron datos de las historias clínicas electrónicas de pacientes valorados por el servicio de Clínica Médica del Hospital Privado Universitario de Córdoba en el área de valoración preoperatoria para cirugías no cardíacas programadas que se realizaron en internación y en sala común en el periodo postoperatorio, desde el 1 de enero de 2020 al 1 de enero de 2021.

Se incluyeron pacientes mayores de 18 años que tuvieron una cita preoperatoria y seguimiento postoperatorio en sala de internación. Fueron excluidos, pacientes sometidos a cirugías de urgencias, ambulatorias y cardíacas, como así también valoraciones preoperatorias realizadas por el servicio de cardiología, anestesiología y guardia externa.

Se realizó un análisis descriptivo de los pacientes, teniendo en cuenta los antecedentes personales patológicos, la medicación habitual, los factores de riesgo cardiovasculares, las cifras tensionales, el tipo de cirugía y de anestesia. Se consideró como hipertensos a todos aquellos pacientes que referían el antecedente, a los que se encontraban bajo medicación antihipertensiva y a quienes no poseían antecedentes y que durante la consulta registraron valores de PA ≥140/90 mmHg. Pacientes con medicación antihipertensiva y valores de PA ≥140/90 mmHg fueron considerados como hipertensos no controlados. Se evaluaron las decisiones médicas realizadas sobre el manejo de la medicación antihipertensiva en el período perioperatorio, inicio de nueva medicación, cantidad de controles preoperatorios e indicación de suspensión o aplazo del procedimiento quirúrgico debido a la HTA.

Se evaluaron las cifras tensionales en las primeras 48 horas postoperatorias en el internado en sala de baja complejidad, la necesidad de medicación antihipertensiva y drogas utilizadas, así como la presencia de hipotensión y el tratamiento utilizado para esta.

Se describieron eventos adversos que se presentaron en las primeras 24 horas postoperatorias posiblemente atribuibles a la HTA, como, por ejemplo, HTA severa aislada, mortalidad, hipotensión arterial, isquemia miocárdica, episodios de sangrado mayor o no mayor clínicamente relevante, y días internación. Se valoraron indicación de alta y reinstauración de la medicación antihipertensiva.

Se definieron HTA severa aislada a la elevación de cifras tensionales >180/100 mmHg sin daño en órgano blanco; hipotensión arterial como descenso de cifras tensionales <90/60 mmHg; isquemia miocárdica como la presencia de infarto agudo de miocardio con elevación del segmento ST (IAMCEST) e infarto agudo de miocardio sin elevación del segmento ST (IAMSEST) como daño miocárdico agudo con evidencia de isquemia miocárdica junto con la elevación o disminución de los valores de troponina por encima del percentil 99 y uno de los siguientes: síntomas de isquemia miocárdica, cambios isquémicos en el electrocardiograma (ECG), ondas Q patológicas, imagen que sugiera una pérdida nueva de tejido miocárdico viable, una alteración nueva en la motilidad parietal de una región o la identificación de trombos coronarios mediante angiografía o autopsia; sangrado mayor como caída de valor de la hemoglobina mayor a 2 g/dl, necesidad de transfusión de glóbulos rojos, reintervención quirúrgica o en algún sitio crítico (intracraneal, retroperitoneal, intraocular, adrenal, espinal o pericárdico); y sangrado no mayor, pero clínicamente relevante, todo aquel que requiera tomar una conducta terapéutica.

Se consideró prolongación de internación a la demora del alta médica como consecuencia del mal control de cifras tensionales durante la misma.

El análisis de los datos no conllevó ningún tipo de riesgo para los participantes de este estudio, cumpliendo el trabajo con las normas que

regulan la investigación: Declaración de Helsinki y Buenas Prácticas Clínicas de Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica (ANMAT).

Todos los procedimientos estuvieron de acuerdo con lo estipulado en el reglamento de la ley general de salud en materia de investigación para la salud (Ley 25326 de protección de datos personales)[12] con correcta utilización de historias clínicas y confidencialidad de nombres de los pacientes. A su vez, se desarrolló bajo lo previsto en la Ley de la provincia de Córdoba N°9694 (Sistema de evaluación, registro y fiscalización de las investigaciones en salud)[13].

Para la comparación entre los grupos con diagnóstico previo de HTA y sin diagnóstico previo de HTA de las variables continuas se utilizó la prueba de t de Student o Mann-Whitney según su distribución, y para las variables categóricas, test de Fisher o Chi-cuadrado.

Las variables cuantitativas fueron descritas mediante media y desviación estándar (± DE) o mediana y rango intercuartílico (25-75) según su distribución, y las cualitativas mediante porcentajes e intervalo de confianza del 95% (IC95%).

Para determinar la independencia de factores de riesgo y diagnóstico previo de HTA con la variable dependiente complicaciones postoperatorias, se realizó regresión logística como test multivariado, informándose *odds ratio* (OR), valor de p e IC95% para el OR. Los resultados se consideraron significativos cuando el valor de p fue menor a 0,05.

Para el análisis estadístico se utilizó el programa estadístico Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) versión 24.

## RESULTADOS

### DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA Y CARACTERÍSTICAS DE LOS PACIENTES

Se incluyeron 800 pacientes durante el período comprendido desde el 1 de enero de 2020 al 1 de enero de 2021. De ellos, 488 (61%; IC95%: 58%-64%) no presentaban diagnóstico previo de HTA al momento de la consulta y 312 pacientes (39%; IC95%: 35%-42%) sí lo presentaban **(Figura 1 A)**. En este último grupo, 218 pacientes (69,8%; IC95%: 64%-74%) tenían HTA controlada y 75 no controlada (24%; IC95%: 19%-29%) con 19 datos faltantes.

Las cirugías realizadas en su mayor medida correspondieron a procedimientos a cargo de los servicios de Cirugía General, Ginecología y Traumatología. Entre las intervenciones más frecuentes se destacan colecistectomía por videolaparoscopia, cesáreas y reemplazo total de cadera, respectivamente **(Figura 1 B)**.

Con respecto a los factores de riesgo CV de los participantes, tener HTA se asoció significativamente a mayor edad media 64,6 años (±11,5 años; p=0,001), y mayor índice de masa corporal (IMC), media 29,95 kg/m$^2$ (±5,5 kg/m$^2$; p=0,001). Además, los participantes hipertensos eran en mayor proporción mujeres (51; IC95%: 45%-56%; p=0,001), tabaquistas actuales (13,7%; IC95%: 10%-18%) o previos (34,2%; IC95%: 29%-39%) y presentaban diagnóstico de diabetes o intolerancia a la glucosa (31,4%; IC95%: 25%-36%; p=0,001) así como de dislipemia (23,4%; IC95%: 18%-28%; p=0,001). Respecto a sus patologías cardiovasculares, los pacientes hipertensos tenían en mayor medida antecedente de cardiopatía isquémica (7%; IC95%: 4%-9%; p=0,001), hipertrofia del ventrículo izquierdo (HVI) (10,9%; IC95%: 7%-14%; p=0,001) y antecedente de accidente cerebrovascular (ACV) o accidente isquémico transitorio (AIT) (4,8%; IC95%: 2%-7%; p=0,001). Similarmente, la prevalencia de enfermedad renal crónica fue superior en los pacientes hipertensos (12,5%; IC95%: 8%-15%; p=0,001) **(Tabla 1)**.

En lo referido al riesgo CV estimado en los participantes, los pacientes con diagnóstico de HTA presentaron en mayor proporción de riesgo CV moderado (80,1%; IC95%: 75%-84%;) y alto (3,8%; IC95%: 2%-6%) respecto a aquellos sin diagnóstico de HTA. Similarmente, los participantes hipertensos presentaron peores puntajes en la clasificación Sociedad Estadounidense de Anestesiólogos (ASA) (p= 0,001) y el índice de Lee (p= 0,001) **(Tabla 2)**.

Las cifras tensionales fueron determinadas en cinco ocasiones: durante la consulta preoperatoria, en el internado, durante la recuperación, durante el postoperatorio inmediato, y dentro de las 48 horas luego de la cirugía. Tanto la tensión arterial sistólica (TAS) como la diastólica (TAD) fueron superiores en pacientes con diagnóstico previo de HTA **(Figuras 2 A y 2 B).**

### CONDUCTA MÉDICA EN PACIENTES CON HTA

El 82,21% (IC95%: 77%-86%) de los pacientes con diagnóstico de HTA no requirió modificaciones en el tratamiento de esta patología, el 8,30% (IC95%: 5%-11%) requirió agregar o aumentar la medicación, el 2,07% (IC95%: 0,4%-3%) reemplazó su medicación y solo el 0,41% (IC95%: 0,3%-1%) suspendió su medicación para optimizar el manejo **(Figura 3 A)**.

Al cabo de la culminación de la valoración preoperatoria, la indicación más frecuente con respecto a la medicación antihipertensiva 24 horas previo al procedimiento fue continuar con la misma sin modificaciones (5,4%; IC95%: 2,8%-7%) y solo en un pequeño porcentaje se decidió suspenderla horas antes del procedimiento (4,4%; IC95%: 2%-6%) **(Figura 3 B)**.

En 672 pacientes se indicaron solo cuatro aplazos y una suspensión de la intervención quirúrgica. Por otro lado, se requirieron estudios complementarios en 20 participantes, solicitándose automedida de la presión arterial (AMPA) en 18 casos y monitoreo ambulatorio de presión arterial (MAPA) en 2. Los resultados de estos estudios complementarios provocaron cambios en la medicación de 6 integrantes y un mantenimiento de la estrategia terapéutica en otros 6, habiendo 8 casos faltantes. En ningún caso se sugirió el aplazo o suspensión de la cirugía como consecuencia del resultado de los estudios complementarios.

### EVENTOS ADVERSOS Y COMPLICACIONES POSTOPERATORIAS

La prevalencia de complicaciones postquirúrgicas se muestra en la **Tabla 3**. El 12,2% (IC95%: 8%-15%) y el 7,4% (IC95%: 4,7%-9%) de los pacientes estudiados con y sin diagnóstico previo de HTA respectivamente presentó complicaciones (p=0,63). En ambos grupos, los episodios de hipotensión fueron la complicación más frecuente (7,05%, IC95%: 4%-10% Grupo HTA *vs*. 6,9%, IC95%: 4,6%-9% Grupo sin HTA; p= 0,002). Solo uno de los pacientes con diagnóstico previo de HTA, y ninguno de los que no tenían diagnóstico previo, presentó daño de órgano blanco.

Los pacientes hipertensos presentaron una prevalencia mayor de he-

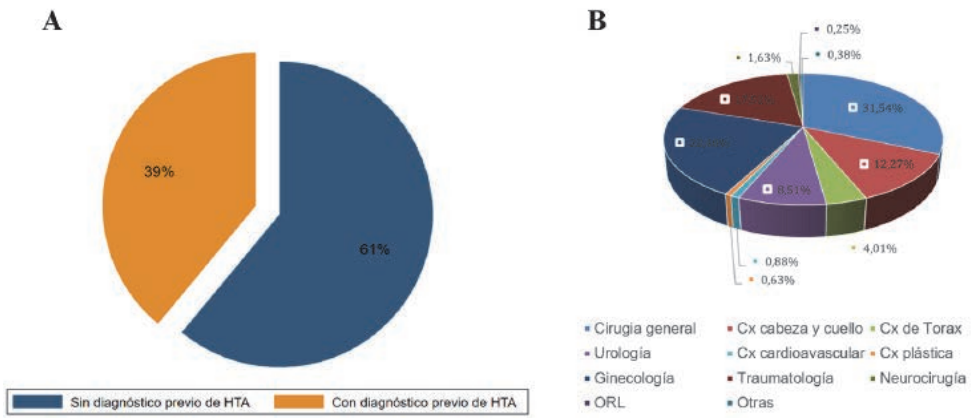



***Figura 1.*** *A) Porcentaje de participantes con y sin diagnóstico previo de HTA. B) Porcentaje de servicios intervinientes que realizaron la cirugía. HTA: hipertensión arterial; Cx: cirugía; ORL: otorrinolaringología.*

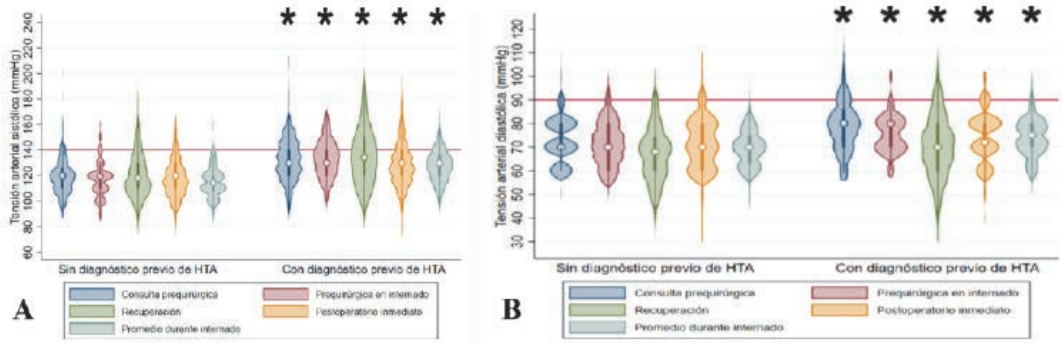



***Figura 2.*** *A) Tensión arterial sistólica en 800 pacientes durante diferentes estadios del proceso médico-quirúrgico. Los asteriscos indican valores medios superiores en pacientes con diagnóstico previo de HTA respecto a aquellos sin diagnóstico; B) Tensión arterial diastólica en 800 pacientes durante diferentes estadios del proceso médico-quirúrgico. Los asteriscos indican valores medios superiores en pacientes con diagnóstico previo de HTA respecto a aquellos sin diagnóstico. HTA: Hipertensión arterial.*

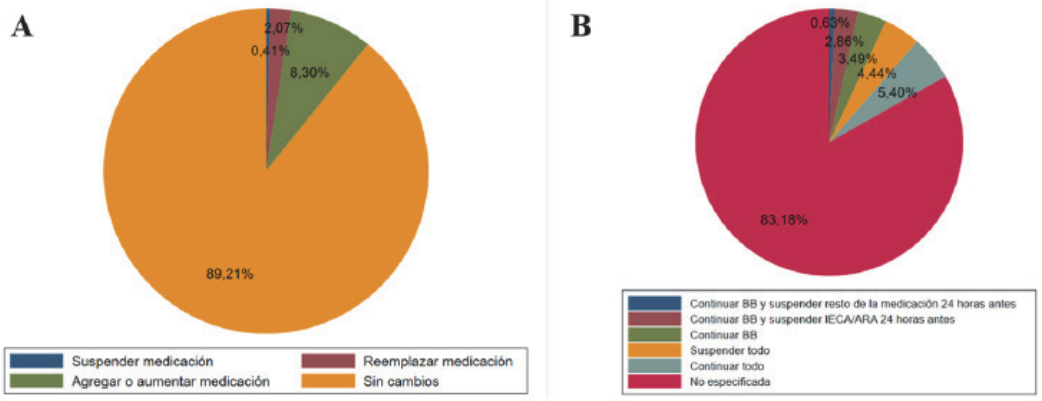



***Figura 3.*** *A) Conducta clínica en pacientes con HTA durante la consulta prequirúrgica. B) Conducta farmacológica en pacientes con HTA durante la consulta prequirúrgica. HTA: hipertensión arterial; BB: betabloqueantes; IECA: inhibidores de la enzima convertidora de la angiotensina. ARA: antagonistas de los receptores de la angiotensina.*

***Tabla 1.*** *Comparación de los factores de riesgo entre el grupo con diagnóstico previo de HTA y sin diagnóstico previo.*

| Variable | Población total | Diagnóstico previo de HTA | | Valor de p |
|---|---|---|---|---|
| Edad, años (±DE) | 53,8 (16,1) | 64,6 (11,5) | 46,9 (14,8) | 0,001 |
| IMC, kg/m² (±DE) | 28,76 (5,62) | 29,95 (5,5) | 27,97 (5,5) | 0,001 |
| Sexo femenino, N° (%) | 499 (62,3) | 159 (50,9) | 340 (69,6) | 0,001 |
| Tabaquismo, % | | | | 0,13 |
| • Extabaquista con <6 meses de abstinencia | 201 (25,1) | 107 (34,2) | 94 (19,2) | |
| • Tabaquista actual o extabaquista con ≥6 meses de abstinencia | 128 (16,0) | 43 (13,7) | 85 (17,4) | |
| Dislipemia, N° (%) | 111 (13,8) | 73 (23,4) | 38 (7,7) | 0,001 |
| Diabetes o intolerancia a la glucosa, N° (%) | 144 (18,0) | 98 (31,4) | 46 (9,4) | 0,001 |
| Cardiopatía isquémica, N° (%) | 26 (3,2) | 22 (7,0) | 4 (0,8) | 0,001 |
| Insuficiencia cardíaca, N° (%) | 31 (3,8) | 26 (8,3) | 5 (1,0) | 0,001 |
| HVI, N° (%) | 44 (5,5) | 34 (10,9) | 10 (2,0) | 0,001 |
| Enfermedad renal crónica, N° (%) | 49 (6,1) | 39 (12,5) | 10 (2,0) | 0,001 |
| Antecedentes de ACV o AIT, N° (%) | 19 (2,3) | 15 (4,8) | 4 (0,8) | 0,001 |

*HTA: Hipertensión arterial. DE: Desvío estándar. IMC: Índice de masa corporal. HVI: Hipertrofia del ventrículo izquierdo. ACV: Accidente cerebrovascular. AIT: Accidente isquémico transitorio.*

***Tabla 2.*** *Evaluación de riesgo quirúrgico en 800 pacientes con y sin diagnóstico previo de HTA.*

| | Total | Diagnóstico previo de HTA | | Valor de p* |
|---|---|---|---|---|
| | | No (n=488) | Sí (n=312) | |
| Riesgo cardiovascular, N° (%) | | | | 0,009 |
| • Bajo | 140 (17,5) | 96 (19,6) | 44 (14,1) | |
| • Moderado | 628 (78,5) | 378 (77,4) | 250 (80,1) | |
| • Alto | 19 (2,3) | 7 (1,4) | 12 (3,8) | |
| • Sin datos | 13 (1,6) | 7 (1,4) | 6 (1,9) | |
| Clasificación ASA, N° (%) | | | | 0,001 |
| • Clase I | 99 (12,3) | 98 (20,0) | 1 (0,3) | |
| • Clase II | 551 (68,8) | 339 (69,4) | 212 (67,9) | |
| • Clase III | 139 (17,3) | 45 (9,2) | 94 (30,1) | |
| • Clase IV | 1 (0,1) | 1 (0,2) | 0 (0,0)) | |
| • Sin datos | 10 (1,2) | 5 (1,0) | 5 (1,6) | |
| Índice de Lee, N° (%) | | | | 0,001 |
| • Clase I | 692 (86,50) | 451 (92,42) | 241 (77,24) | |
| • Clase II | 65 (8,12) | 18 (3,69) | 47 (15,06) | |
| • Clase III | 13 (1,63) | 1 (0,20) | 12 (3,85) | |
| • Clase IV | 1 (0,12) | 0 (0,00) | 1 (0,32) | |
| • Sin datos | 29 (3,63) | 18 (3,69) | 11 (3,53) | |

*"*Corresponde a asociación lineal. HTA: hipertensión arterial. ASA: American Society of Anaesthesiologist. "*

morragias respecto a los pacientes no hipertensos (17,95%, IC95%: 0,3%-3% *vs.* 11,68%, IC95%: 8%-14%; p = 0,06). El 0,82% (IC95%: 0,1%-1%) de los pacientes no hipertensos y el 1,92% (IC95%: 0,3%-3%) de los hipertensos requirieron una prolongación de su internación a causa de complicaciones postquirúrgicas (p=0,17). El promedio de días de internación fue de 2,57 (±1,73) y 3,74 (±5,81) días para ambos grupos, respectivamente (p<0,01). Finalmente, la mortalidad solo ocurrió en 4 de los pacientes con diagnóstico previo de HTA, representando el 1,28% (IC95%: 0,1%-2%) de los casos. Tres de los cuatro casos fueron consecuencia de complicaciones cardiovasculares (tres eventos secundarios a arritmias ventriculares y uno a tromboembolismo pulmonar agudo).

El 3,69% (IC95%: 1,9%-5%) de los participantes no hipertensos y el 6,09% (IC95%: 3%-8%) de los hipertensos requirió tratamiento farmacológico antihipertensivo por 48 horas, ya sea aislado o adicionado a su medicación regular (p=0,21). La conducta expectante fue el método terapéutico más utilizado ante la aparición de complicaciones postquirúrgicas. Para aquellos pacientes que requirieron tratamiento antihipertensivo, los betabloqueantes y las combinaciones farmacológicas fueron la terapéutica más utilizada **(Tabla 4)**.

En el análisis multivariado, el IMC (OR=0,87; IC95%: 0,80-0,95; p=0,003) por encima de valores estándares como así también la HVI (OR=0,26; IC95%: 0,74-0,96; p=0,043) estuvieron independientemente relacionados con complicaciones cardiovasculares postoperatorias. De la población que tuvo eventos, el 20% (IC95%: 17%-22%) tenían HVI vs el 8% (IC95%: 3%-12%) que no la tenían, esto se traduce en que aquellos pacientes sin HVI presentan menos eventos adversos postquirúrgicos. Por el contrario, los pacientes con IMC elevado presentan menos complicaciones postquirúrgicas **(Tabla 4)**.

## DISCUSIÓN

Coincidimos en que la evaluación preoperatoria como acto médico es de gran importancia a la hora de diagnosticar patologías

***Tabla 3.*** *Prevalencia de complicaciones postquirúrgicas en 800 pacientes con y sin diagnóstico de HTA.*

| | Diagnóstico previo de HTA | | Valor de p* |
|---|---|---|---|
| | Sí (n=312) | No (n=488) | |
| Tipo de complicaciones postquirúrgicas globales, N° (%) | 38 (12,2) | 36 (7,4) | 0,002 |
| • Hipotensión aislada | 22 (7,05) | 34 (6,97) | |
| • Hipertensión aislada | 15 (4,81) | 2 (0,41) | |
| • Daño de órgano blanco | 1 (0,32) | 0 (0,00) | |
| Hemorragia, N° (%) | | | |
| • Sangrado mayor | 43 (13,78) | 42 (8,61) | 0,002 |
| • Sangrado menor | 13 (4,17) | 15 (3,07) | 0,40 |
| Mortalidad total, N° (%) | 4 (1,3) | 0 (0) | 0,002 |
| • Sí, por causa cardiovascular | 3 (0,96) | 0 (0,00) | |
| • Sí, por causa no cardiovascular | 1 (0,32) | 0 (0,00) | |
| • Sin datos | 6 (1,92) | 7 (1,43) | |
| Prolongación de la internación (%) | | | |
| • Sí | 6 (1,92) | 4 (0,82) | 0,17 |
| • No | 306 (98,08) | 484 (99,18) | |

*HTA: hipertensión arterial.*

como también para optimizar el control de las ya existentes, y su principal objetivo es la disminución de eventos cardiovasculares y reducción de morbimortalidad asociada al acto operatorio. En este sentido, la HTA es una de las enfermedades más prevalentes en nuestro medio, a tal punto que se estima que afecta al 36,3% de la población argentina y forma parte de las patologías preoperatorias más frecuentes en nuestro medio[2-4].

Acorde a los resultados hallados, podemos objetivar que la prevalencia de dicha patología en nuestro centro es consistente con la observada en los registros argentinos en torno al 39% de la población como también en sus respectivos porcentajes relacionados con el control de la misma en torno al 25%[2]. A su vez, tener HTA se asoció a mayor edad y mayor IMC, y también la mayoría de los pacientes hipertensos presentaron otros factores de riesgo cardiovasculares como dislipemia, tabaquismo y diabetes, los cuales podrían aumentar el riesgo preoperatorio por sí mismos, lo que coincide con las escalas de riesgo más elevados obtenidas en esta población, haciendo dificultoso definir el papel de la HTA y su relación de causalidad con complicaciones cardiovasculares posquirúrgicas al no poder aislarla de estos factores concomitantes.

Respecto del tratamiento antihipertensivo, se sabe que los betabloqueantes si son bien tolerados deben ser continuados en el período perioperatorio[14,15], al igual que los antihipertensivos de acción central como la clonidina, debido a que su suspensión de forma abrupta puede producir síndrome de abstinencia[16,17]. Incluso, la abstinencia de betabloqueantes en pacientes con enfermedad coronaria subyacente puede conducir a angina acelerada, infarto de miocardio o muerte súbita[18]; esta asociación no pudo establecerse. Evidencia reciente ha demostrado que suspender los inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina (IECA) y los antagonistas de los receptores de angiotensina II (ARA) 24 horas antes de la cirugía disminuye el riesgo de complicaciones cardiovasculares y la hipotensión intraoperatoria[19]. Si bien en nuestro entorno la indicación más frecuente fue continuar con la medicación antihipertensiva hasta el evento quirúrgico, dicha conducta no evidencio complicaciones posquirúrgicas significativas derivadas del consumo de estos fármacos, como se detallan en registros anteriores. Sin embargo, la conducta farmacológica puede haber tenido un sesgo relevante debido al infrarregistro. En cuanto al inicio de medicación antihipertensiva en el momento de la consulta, no hay criterios claros y en general se aconseja tratarlo de acuerdo con las recomendaciones de las guías de manejo de HTA. Lo único que se ha demostrado en el estudio POISE es que no se recomienda iniciar betabloqueantes el día de la cirugía[15].

Tampoco se evidenció un número de aplazos considerable y suspensión de los procedimientos, la HTA no fue motivo para suspender cirugías de manera significativa ni tampoco motivar a la solicitud de estudios complementarios para definir daño de órgano blanco (DOB); de igual manera, en aquellos pacientes en que sí se solicitaron, los mismos no motivaron cambios en la conducta médica preestablecida, lo que coincide con estudios previos donde los pacientes hipertensos clasificados en estadios I y II sin evidencia de daño orgánico terminal y que posean una buena tolerancia al ejercicio (según la clasificación de la New York Heart Association, NYHA)[20], con o sin tratamiento antihipertensivo, pueden ser sometidos a cirugía sin ninguna prueba adicional[21]. En este grupo, el control de la PA intraoperatoria resultó ser más importante que el control preoperatorio.

Con respecto a los eventos adversos y complicaciones preoperatorias, se sabe que los pacientes hipertensos en el período perioperatorio son más propensos a alteraciones pronunciadas de la PA, aumentando la incidencia de eventos cardiovasculares y cerebrovasculares, así como de los sangrados y la mortalidad, por lo que debe controlarse de forma anticipada en la cirugía mayor no cardíaca electiva[8,22-24]. Estos datos coinciden con nuestro registro, donde hubo una diferencia de complicaciones postoperatorias a favor de los pacientes con HTA del 4,8% siendo la complicación más frecuente los episodios de hipotensión. Sin embargo, la HTA no fue un factor significativo a la hora de predecir compli-

***Tabla 4.*** *Conducta y multivariado de complicaciones postoperatorias. Necesidad de tratamiento antihipertensivo y tipo de fármaco utilizado.*

| | Diagnóstico previo de HTA | |
|---|---|---|
| | Sí (n=312) | No (n=488) |
| Necesidad de tratamiento farmacológico hipertensivo de emergencia, N° (%) | | |
| No | 293 (93,9 | 469 (96,1) |
| Sí | 19 (6,1) | 18 (3,6) |
| Sin datos | 0 (0,0) | 1 (0,2) |
| Conducta ante complicaciones, N° (%) | | |
| No presentó complicaciones | 245 (78,5) | 396 (81,1) |
| Ninguno, conducta expectante | 33 (10,5) | 62 (12,7) |
| Medidas físicas | 2 (0,6) | 3 (0,6) |
| Fluidos | 13 (4,1) | 25 (5,1) |
| Fármacos antihipertensivos | 10 (3,2) | 1 (0,2) |
| Pase a terapia intensiva | 8 (2,5) | 1 (0,2) |
| Hemodiálisis | 1 (0,3) | 0 (0,0) |
| Fármaco antihipertensivo utilizado, N° (%) | | |
| Ninguno | 208 (66,6) | 481 (98,5) |
| IECA | 9 (2,8) | 2 (0,4) |
| ARA | 10 (3,2) | 0 (0,0) |
| BB | 49 (15,7) | 2 (0,4) |
| BC | 6 (1,9) | 2 (0,4) |
| Diuréticos de asa | 1 (0,3) | 0 (0,0) |
| ARM | 0 (0,0) | 0 (0,0) |
| Antagonistas centrales | 0 (0,0) | 0 (0,0) |
| Tiazidas | 1 (0,3) | 0 (0,0) |
| Medicación endovenosa | 0 (0,0) | 0 (0,0) |
| Combinación de 2 o más fármacos | 28 (8,9) | 1 (0,2) |

Multivariado de complicaciones postoperatorias

| | OR | IC95% del OR | Valor de p |
|---|---|---|---|
| IMC (kg/m$^2$) | 0,87 | 0,80–0,95 | 0,003 |
| Hipertrofia VI | 0,26 | 0,74–0,96 | 0,0043 |

*HTA: hipertensión arterial. IECA: inhibidores de la enzima convertidora de la angiotensina. ARA: antagonistas de los receptores de la angiotensina. BB: betabloqueantes. BC: bloqueantes cálcicos. ARM: antagonista del receptor mineralocorticoide. IMC: índice masa corporal. HVI: hipertrofia del ventrículo izquierdo.*

caciones postoperatorias significativas en los pacientes estudiados. Aunque sí se observó una diferencia significativa a favor de la HTA en lo que respecta a sangrado mayor y menor.

En cuanto a la mortalidad ocurrió en tan solo el 1,28% de los casos del grupo HTA, por lo que debido a su baja prevalencia fue excluida de los análisis subsiguientes. Coincidimos con la opinión de expertos donde se establece que una PA ≤180/110 mmHg no es un factor de riesgo independiente para complicaciones cardiovasculares perioperatorias[25,26].

Existen limitaciones en nuestro estudio. Si bien no se pudo demostrar que el ser hipertenso prolonga la estadía hospitalaria debido a la imposibilidad de disponer de registros para cada una de las cirugías establecidas, serlo representó una diferencia significativa en cuanto a los días de internación. También cifras tensionales elevadas en el postoperatorio se asociaron significativamente a una mayor necesidad de tratamiento farmacológico, por lo cual estos hallazgos podrían traducirse en aumentos de los costos en salud en esta población.

Si bien el estudio cuenta con un registro valioso de pacientes, el mismo fue realizado en un solo centro hospitalario donde se observó un infrarregistro de las conductas tomadas en la consulta preoperatoria, lo cual limitó la realización de análisis de variables. Sin embargo, esto motivó un cambio institucional con la creación de plantillas preoperatorias para limitar el infrarregistro en esta práctica.

Asimismo, no se pudieron comparar resultados entre pacientes que tenían diagnóstico de HTA y que no estaban tratados, con respecto a aquellos a los cuales hubiéramos optimizado el tratamiento médico antihipertensivo en la consulta preoperatoria.

## CONCLUSIONES

En este estudio retrospectivo, descriptivo y de corte transversal se puede demostrar que la HTA en la valoración preoperatoria es una patología muy frecuente que requiere intervenciones médicas. Sin embargo, no se pudo demostrar que la HTA sea un condicionante adverso en el resultado de cirugías no cardíacas programadas, ya que no se encontró asociación directa de la misma con la presencia de eventos adversos serios postquirúrgicos, ni elevada tasa de mortalidad.

## BIBLIOGRAFÍA


1. *Kunze S. Evaluación preoperatoria en el siglo XXI. Rev Med Clín Condes. 2017;28(5):661–670.*
2. *Delucchi A, Majul C, Vicario A, Cerezo G, Fábregues G. Registro Nacional de Hipertensión Arterial. Características epidemiológicas de la hipertensión arterial en Argentina. Estudio RENATA 2. Rev Argent Cardiol. 2017;85(4):354-360.*
3. *Hernández YI. Hipertensión arterial perioperatoria: ¿Cuándo operar? Rev. Col. Anest. 2005;33(4):269-281.*
4. *Manolis A, Erdine S, Borghi C, Tsioufis K. ESH Clinical Newsletter: Perioperative screening and management of hypertensive patients. J Hypertens. 2011;15(3):28-32.*
5. *Misra S. Systemic hypertension and non-cardiac surgery. Indian J Anaesth. 2017;61(9):697–704.*
6. *Wolfsthal S. Is blood pressure control necessary before surgery?. Med Clin North Am. 1993;77(2):349–363.*
7. *Aronow W. Management of hypertension in patients undergoing surgery. Ann Transl Med. 2017;5(10):227.*
8. *Sociedad Argentina de Cardiología. Área de Normativas y Consensos. Consenso Argentino de Evaluación de Riesgo Cardiovascular en Cirugía no Cardíaca. Rev Argent Cardiol. 2016;84(1):1-37.*
9. *Grupo de Trabajo de la Sociedad Europea de Cardiología (ESC) y la European Society of Hypertension (ESH) sobre el diagnóstico y tratamiento de la hipertensión arterial. Guía ESC/ESH 2018 sobre el diagnóstico y tratamiento de la hipertensión arterial. Rev Esp Cardiol. 2019;72(2):160-178.*
10. *Towne J, Bernhard V. The relationship of postoperative hypertension to complications following carotid endarterectomy. Surgery. 1980;88(4):575–580.*
11. *Aronson S, Boisvert D, Lapp W. Isolated systolic hypertension is associated with adverse outcomes from coronary artery bypass grafting surgery. Anesth Analg. 2002;94(5):1079–1084.*

12. *Ley 25.326. Protección de los datos personales. Información legislativa y documental. Ministerio de Justicia de la Nación. Disponible en: https://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/60000-64999/64790/texact.htm. Consultado el 10/10/2024.*
13. *Ley N°9694. Creación del sistema de evaluación, registro y fiscalización de las investigaciones en salud (SERFIS). La legislatura de la provincia de Córdoba. Disponible en: http://web2.cba.gov.ar/web/leyes.nsf/0/E64B1D16B79CA1E-30325766A0072BBE7. Consultado el 10/10/2024.*
14. *Hoeks S, Scholte Op Reimer W, Van Urk H, Jörning P, Boersma E, Simoons M, et al. Increase of 1-year mortality after perioperative beta-blocker withdrawal in endovascular and vascular surgery patients. Eur J Vasc Endovasc Surg. 2007;33(1):13–19.*
15. *Devereaux P, Yang H, Yusuf S, Guyatt G, Leslie K, Villar J, et al. Effects of extended release metoprolol succinate in patients undergoing non-cardiac surgery (POISE trial): a randomised controlled trial. Lancet. 2008;371(9627):1839–1847.*
16. *Hart G, Anderson R. Withdrawal syndromes and the cessation of antihypertensive therapy. Arch Intern Med. 1981;141(9):1125–1127.*
17. *Psaty B, Koepsell T, Wagner E, LoGerfo J, Inui T. The relative risk of incident coronary heart disease associated with recently stopping the use of beta-blockers. JAMA. 1990;263(12):1653-1657.*
18. *Manolis A, Doumas M, Poulimenos L, Kallistratos M, Mancia G. The unappreciated importance of blood pressure in recent and older atrial fibrillation trials. J Hypertens. 2013;31(11):2109–2117.*
19. *Roshanov P, Rochwerg B, Patel A, Salehian O, Duceppe E, Belley-Côté E, et al. Withholding versus continuing angiotensin-converting enzyme inhibitors or angiotensin II receptor blockers before noncardiac surgery: an analysis of the Vascular events In noncardiac Surgery patIents cohort evaluation Prospective Cohort. Anesthesiology. 2017;126(1):16–27.*
20. *Guía ESC 2021 sobre el diagnóstico y tratamiento de la insuficiencia cardíaca aguda y crónica. Rev Esp Cardiol. 2022;75(6):523-523.*
21. *Casadei B, Abuzeid H. Is there a strong rationale for deferring elective surgery in patients with poorly controlled hypertension. J Hypertens. 2005;23(1):19–22.*
22. *Haas C, LeBlanc J. Acute postoperative hypertension: a review of therapeutic options. Am J Health Syst Pharm. 2004;61(16):1661-1673.*
23. *Guía de práctica clínica de la ESC/ESA 2014 sobre cirugía no cardíaca. Evaluación y manejo cardiovascular. Grupo de Trabajo Conjunto sobre cirugía no cardiaca: Evaluación y manejo cardiovascular de la Sociedad Europea de Cardiología (ESC) y la European Society of Anesthesiology (ESA). Rev Esp Cardiol. 2014;67(12):1052–43.*
24. *Dix P, Howell S. Survey of cancellation rate of hypertensive patients undergoing anaesthesia and elective surgery. Br J Anaesth. 2001;86(6):789–793.*
25. *Goldman L, Caldera D. Risks of general anesthesia and elective operation in the hypertensive patient. Anesthesiology. 1979;50(4):285–292.*
26. *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(6):1269-1324.*

# ANÁLISIS DE MORTALIDAD EN PACIENTES CON INFARTO AGUDO DE MIOCARDIO CON ELEVACIÓN DEL SEGMENTO ST CON PRESENTACIÓN MENOR A 12 HORAS SOMETIDOS A INTERVENCIÓN PERCUTÁNEA CORONARIA

# MORTALITY ANALYSIS IN PATIENTS WITH ST-SEGMENT ELEVATION ACUTE MYOCARDIAL INFARCTION OF LESS THAN 12 HOURS WHO UNDERGO PERCUTANEOUS CORONARY INTERVENTION

FLORENCIA PÉREZ NIETO[1], BÁRBARA LIBANTI[1], LUCIANO MATÍAS CALIVA[1], GABRIEL FRANCISCO IBÁÑEZ[2], AGUSTÍN EZEQUIEL MARZONETTO LUCANIA[2], JUAN ANTONIO BERTARINI[3]

## RESUMEN

La clasificación de Killip y Kimball (KK) es una herramienta que permite estimar rápidamente el pronóstico del paciente que se presenta con infarto agudo de miocardio (IAM). En los últimos años, se ha avanzado en materia de revascularización miocárdica siendo evidente la disminución en la mortalidad de los pacientes con IAM que se someten a este tipo de terapéuticas al momento del ingreso hospitalario. El objetivo de este estudio es analizar la vigencia de la clasificación de KK para estimar la mortalidad en los pacientes con infarto agudo de miocardio con elevación del segmento ST (IAMCEST) en el tiempo posterior a la revascularización y valorar otras variables demográficas que también podrían ser predictoras de este resultado.

Se realizó un estudio analítico, retrospectivo, longitudinal y observacional de los pacientes ingresados por IAMCEST a la Unidad Coronaria del Hospital Central de Mendoza entre marzo de 2022 y diciembre de 2023. Se obtuvieron datos demográficos, antecedentes y características clínicas de los pacientes y se los clasificó en 4 subgrupos según la clasificación de KK. Posteriormente se realizó el análisis de la mortalidad en base a las variables demográficas y los subgrupos del KK. Se incluyeron 297 pacientes, de los cuales 85,5% fueron varones. La incidencia de tabaquismo fue estadísticamente mayor para el grupo KK1 (p<0,00001). La clasificación de KK fue la única variable independiente predictora de mortalidad (IC95%: 2,836-9,538; p<0,0001). En la curva de Kaplan-Meier se observó una separación temprana y significativa de las curvas entre los grupos KK 1 y 2 y KK 3 y 4 (p<0,001).

Estos resultados demuestran que la clasificación de KK en pacientes con IAMCEST continúa siendo un marcador pronóstico de mortalidad, aun en la era posterior a la revascularización.

**Palabras clave:** infarto agudo de miocardio con elevación del ST, mortalidad, revascularización miocárdica.

## ABSTRACT

The Killip-Kimball (KK) classification is a tool that allows a rapid estimation of the prognosis of patients presenting with acute myocardial infarction (AMI). In recent years, progress has been made in myocardial revascularization, with a clear decrease in mortality in patients with AMI who undergo this type of therapy at the time of hospital admission. The objective of this study is to analyze the validity of the KK classification to estimate mortality in patients with ST-segment elevation myocardial infarction (STEMI) in the time after revascularization and to assess other demographic variables that could also be predictors of this outcome.

An analytical, retrospective, longitudinal, and observational study was conducted in patients admitted with STEMI to the Coronary Care Unit of the Central Hospital of Mendoza between March 2022 and December 2023. Demographic data, history, and clinical characteristics of the patients were obtained, and they were classified into 4 subgroups according to the KK classification. Subsequently, mortality was analyzed based on demographic variables and KK subgroups. A total of 297 patients were included, of whom 85.5% were men. The incidence of smoking was statistically higher in the KK1 group (p<0.00001). KK classification was the only independent variable predicting mortality (CI 2.836–9.538; p<0.0001). The Kaplan-Meier curve showed an early and significant separation of the curves between the KK groups 1 and 2 and KK groups 3 and 4 (p<0.001).

These results show that KK classification in patients with STEMI continues to be a prognostic marker for mortality, even in the era of revascularization.

**Keywords:** ST-elevation myocardial infarction, mortality, myocardial revascularization

REVISTA CONAREC 2024;40(175):171-174 | HTTPS://DOI.ORG/10.32407/RCON/2024175/0171-0174

## INTRODUCCIÓN

La clasificación de Killip y Kimball (KK) es una herramienta que clasifica a los pacientes con infarto agudo de miocardio (IAM) al ingreso hospitalario según la presencia de signos clínicos de insuficiencia cardíaca como marcador pronóstico de mortalidad[1]. La importancia de esta clasificación radica en que es sencilla de aplicar, ya que no necesita la determinación de análisis de sangre u otras intervenciones, como sí lo requieren otras escalas de mortalidad vigentes como la de GRACE y la de TIMI[2,3]. La revascularización miocárdica por intervención coronaria percutánea (ICP) primaria dentro de las 12 horas de inicio de los síntomas ha demostrado disminuir la mortalidad en pacientes con infarto agu-

1. Residente de Cardiología. Servicio de Cardiología, Hospital Central de Mendoza, Provincia de Mendoza
2. Jefe de residentes de Cardiología. Servicio de Cardiología, Hospital Central de Mendoza, Provincia de Mendoza
3. Jefe de Servicio de Unidad Coronaria y Cardiología, Instructor de residentes de Cardiología. Servicio de Cardiología, Hospital Central de Mendoza, Provincia de Mendoza, Argentina.

✉ ***Correspondencia:*** *Florencia Pérez Nieto. Hospital Central de Mendoza. L. N. Alem & Salta, M5502 Mendoza. Tel.: 2613387498. florenciaperezneto@gmail.com.*

Los autores declaran no poseer conflictos de intereses.

Recibido: 25/10/2024 | Aceptado: 10/11/2024

do de miocardio con elevación del segmento ST (IAMCEST) comparada con otras terapéuticas como la fibrinólisis[4,5]. En la era posterior a la revascularización, surge la necesidad de determinar si la clasificación de KK sigue vigente como herramienta para estimar desenlaces fatales y si existen otras variables consideradas al ingreso que puedan predecir mortalidad. Por lo anteriormente expuesto, el objetivo de este estudio es analizar la eficacia de la clasificación de KK y de otras variables para estimar la mortalidad en los pacientes con IAMCEST que se presentan al sistema de emergencias dentro de las 12 horas de inicio de los síntomas en el tiempo posterior a la revascularización.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio analítico, retrospectivo, longitudinal y observacional de los pacientes ingresados por IAMCEST con un inicio de los síntomas menor a 12 horas en la Unidad Coronaria (UCO) del Hospital Central de Mendoza entre marzo de 2022 y diciembre de 2023.

Los criterios de inclusión fueron: pacientes mayores de 18 años con diagnóstico de IAMCEST según la 4ta definición universal del infarto[6] que se presentaron a la consulta con menos de 12 horas de evolución de los síntomas y fueron sometidos a ICP primaria.

Se obtuvieron las características clínicas de los pacientes y se los categorizó en 4 subgrupos según la clasificación de KK de la siguiente manera:

- Killip Kimball 1 (KK1): paciente sin signos clínicos de insuficiencia cardíaca.
- Killip Kimball 2 (KK2): paciente que presenta rales crepitantes a la auscultación pulmonar, R3 en la auscultación cardíaca o ingurgitación yugular al ingreso.
- Killip Kimball 3 (KK3): paciente con edema agudo de pulmón.
- Killip Kimball 4 (KK4): paciente que ingresa con *shock* cardiogénico (PAS < 90 mmHg y signos de hipoperfusión periférica)[1].

Los criterios de exclusión fueron: pacientes menores de 18 años, diagnóstico de infarto agudo de miocardio sin elevación del segmento ST (IAMSEST), pacientes que se presentaron tardíamente a la consulta luego de las 12 horas de iniciados los síntomas y aquellos que por diferentes motivos no se les realizó ICP primaria.

Los pacientes ingresaron al hospital por consulta espontánea en el servicio de guardia externa y por derivación de centros periféricos a través de consultas telefónicas vía llamada y por medio de Whatsapp. Los mismos fueron evaluados en la unidad de urgencia por el equipo de UCO, donde se decidió la terapéutica inicial y luego se internaron para control evolutivo.

Mediante el relevamiento de historias clínicas digitales se registraron los antecedentes patológicos, la arteria culpable del infarto (ARI), la estrategia terapéutica inicial, la realización o no de ICP primaria y el flujo post angioplastia transluminal coronaria (ATC) según la clasificación de flujo TIMI[7] y la fracción de eyección (FEy) medida mediante ecocardiograma durante la internación. A través de la historia clínica digital y el llamado telefónico al número de contacto de los pacientes, se obtuvo información para determinar la mortalidad intrahospitalaria y a los 30 días del ingreso.

El análisis de datos se realizó con el software IBM SPSS versión 24. Se calcularon la media y el desvío estándar (DE) de las variables continuas. Las diferencias clínicas y eventos a los 30 días entre los distintos grupos de KK fueron analizadas mediante Chi cuadrado de Pearson/ Test de Fisher para variables categóricas según correspondiese. Se calculó la supervivencia acumulada según Kaplan Meier. Se realizó además el análisis multivariado con el test de regresión de Cox. Se consideró un valor de p menor a 0,05 para significancia estadística.

## RESULTADOS

Se analizaron los registros de 754 pacientes con IAM. Luego de aplicados los criterios de inclusión y exclusión del presente estudio, el número total de pacientes incluidos fue de 297 **(Figura 1).**

Las características de los pacientes se presentan en la **Tabla 1**. El 85,5% de la población eran varones. Se compararon la edad, el sexo, la presencia de comorbilidades como diabetes mellitus, hipertensión arterial, tabaquismo, obesidad, cardiopatía isquémica previa, ARI y tiempo de isquemia para los distintos grupos del KK. La incidencia de tabaquismo fue notablemente mayor en los pacientes en el grupo KK1, mostrando significancia estadística (p<0,00001). La arteria descendente anterior tuvo incidencia significativa como ARI en el grupo KK1 (p<0,00001) y en el grupo KK4 fue la arteria coronaria derecha (p<0,0008). Para el resto de las variables, no se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en los distintos subgrupos **(Tabla 2).**

La incidencia de mortalidad a los 30 días según subgrupo de KK fue del 0,86%, 4,5%, 57,1% y 66,6% para los grupos KK1, KK2, KK3 Y KK4 respectivamente (p<0,00001) **(Tabla 3).**

En la **Tabla 4** se presenta el análisis univariado de las características poblacionales. Se destacan el tabaquismo y la clasificación de KK como únicas variables predictoras de mortalidad con significancia estadística.

En la **Tabla 5** se presenta el análisis multivariado de las variables estudiadas. La clasificación de KK es la única variable independiente predictora de mortalidad (IC95%: 2,836-9,538; p<0,0001). El resto de las variables no exhibieron diferencias estadísticamente significativas para estimar dicho evento.

En el análisis de supervivencia acumulada por Kaplan-Meier se observó una separación temprana y significativa de las curvas entre los grupos KK 1 y 2 y KK 3 y 4 (p<0.001). Esto demuestra la capacidad de esta clasificación para predecir letalidad a los 30 días **(Figura 2).**

## DISCUSIÓN

La clasificación de KK es utilizada ampliamente en la práctica asistencial diaria. El registro original en el que se basa dicha clasificación data de 1967, en contexto de la introducción de las Unidades Coronarias en los hospitales[1]. Con los avances tecnológicos en materia de revascularización miocárdica, determinar la vigencia de dicha clasificación como herramienta sencilla y práctica para predecir mortalidad es fundamental. Este análisis demuestra, una vez más, que la presentación clínica al ingreso de los pacientes con IAMCEST predice mortalidad a los 30 días, aumentando notablemente en aquellos que se presentan con edema agudo de pulmón y *shock* cardiogénico.

En nuestra cohorte, la arteria culpable del infarto de los pacientes

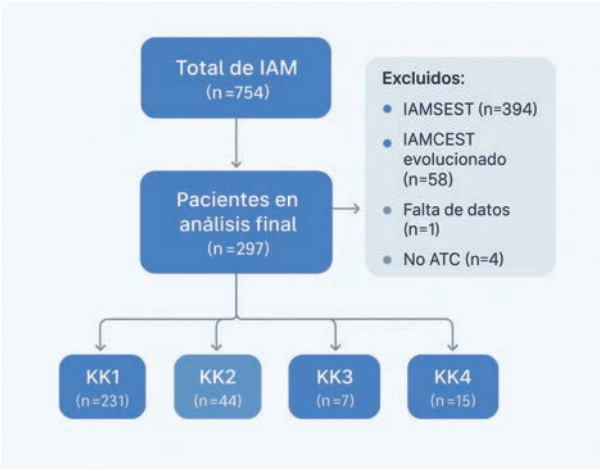



***Figura 1*** *Análisis y división retrospectiva de las cohortes de casos. IAM: infarto agudo de miocardio. IAMSEST: infarto agudo de miocardio sin elevación del ST. IAMCEST: infarto agudo de miocardio con elevación del ST. ATC: angioplastia transluminal coronaria. KK: Killip Kimball.*

***Tabla 1.*** *Características de la población.*

| Características de la población | N | % |
|---|---|---|
| Sexo masculino | 243 | 85 |
| Edad (DE±10) | 55 | |
| Diabetes mellitus | 75 | 25 |
| Hipertensión arterial | 139 | 46 |
| Tabaquismo | 236 | 79 |
| Obesidad | 110 | 37 |
| Cardiopatía isquémica | 32 | 10 |
| KK I | 231 | 77 |
| KK II | 44 | 14 |
| KK III | 7 | 2 |
| KK IV | 15 | 5 |

*DE: desvío estándar. KK: Killip Kimball.*

***Tabla 2.*** *Características clínicas, demográficas, tiempo de isquemia y angiográficas de la población según su clasificación de Killip Kimball.*

| | KK1 n (%) | KK2 n (%) | KK3 n (%) | KK4 n (%) | Valor de p |
|---|---|---|---|---|---|
| Edad en años media (DE) | 54 (9,8) | 58(9,6) | 61 (12,8) | 59 (10,7) | |
| Sexo masculino (%) | 199(86,2) | 38(86,3) | 6(85,7) | 11(73,3) | 0,59 |
| Diabetes Mellitus (%) | 54 (23,3) | 11(25) | 2(28,5) | 8(53,3) | 0,08 |
| Hipertensión arterial (%) | 107(46,3) | 20(45,4) | 4(57,1) | 8(53,3) | 0,89 |
| Tabaquismo (%) | 196(84,8) | 30(68,1) | 3(38) | 8(53,3) | 0,00001 |
| Obesidad (%) | 86(37,2) | 13(29,5) | 3(42,8) | 8(53,3) | 0,41 |
| Cardiopatía isquémica previa (%) | 23(9,9) | 5(11,3) | 1(14,2) | 3(20) | 0,6 |
| Arteria responsable del infarto (%) | | | | | |
| • DA | 101(43,7) | 37(84) | 3(42,8) | 6(40) | 0,00001 |
| • CD | 89(38,5) | 4(9) | 3(42,8) | 8(53,3) | 0,0008 |
| • CX | 41(17,7) | 3(6,8) | 1(14,2) | 1(6,6) | 0,2 |
| Angor balón minutos (DE) | 273(156) | 362(229) | 342(219) | 425 (286) | |

*DA: arteria descendente anterior. CX: arteria circunfleja. CD: arteria coronaria derecha.*

***Tabla 3.*** *Mortalidad según la clasificación de Killip Kimball.*

| | Con evento. n (%) | Sin evento n (%) | Total |
|---|---|---|---|
| KK 1 | 2 (0,86) | 229 (99,13) | 231 |
| KK 2 | 2 (4,5) | 42 (95,5) | 44 |
| KK 3 | 4 (57,1) | 3 (42,7) | 7 |
| KK 4 | 10 (66,6) | 5 (33,3) | 15 |
| Total | 18 | 279 | 297 |

*KK: Killip Kimball. Evento: mortalidad a los 30 días.*

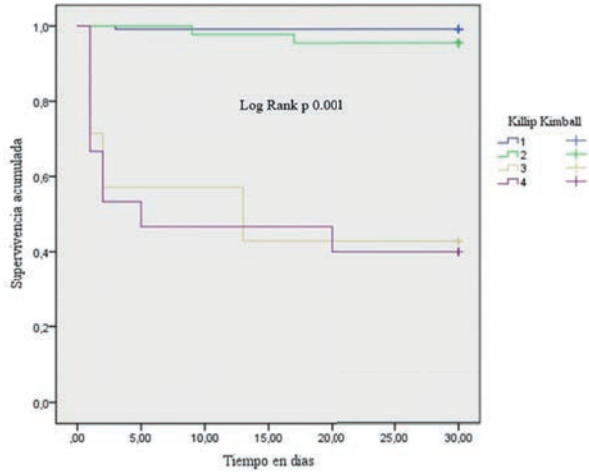



***Figura 2.*** *Supervivencia acumulada para los grupos de Killip Kimball en curva de Kaplan-Meier.*

con KK4 y que, por lo tanto, presentaron mayor mortalidad, fue la arteria coronaria derecha, probablemente secundario a las complicaciones mecánicas, hemodinámicas y eléctricas que trae aparejado el compromiso de dicha arteria[8,9]. Posiblemente, el número de pacientes de este subgrupo en nuestra muestra no posee la potencia suficiente para alcanzar los resultados que se observan en otras series, en las que la arteria descendente anterior se asocia a presentaciones clínicas más graves.

El tabaquismo se presentó en mayor proporción en los pacientes que mostraron KK1 al ingreso, de forma estadísticamente significativa. Esta presentación más benigna podría deberse a la asociación que se ha hecho entre este factor de riesgo y la presencia de circulación coronaria colateral, aunque existen controversias con respecto a esto en la literatura[10].

El estudio presenta limitaciones por tratarse de un análisis unicén-

***Tabla 4.*** *Análisis univariado.*

| | | Con evento n (%) | Sin evento n (%) | Total | Valor de p |
|---|---|---|---|---|---|
| Diabetes Mellitus (%) | Si | 8 (10,6) | 67 (89,3) | 75 | 0,09 |
| | No | 10 (4,5) | 212 (95,4) | 222 | |
| Hipertensión arterial (%) | Si | 12 (8,6) | 127 (91,3) | 139 | 0,08 |
| | No | 6 (3,7) | 152 (96,2) | 158 | |
| Tabaquismo (%) | Si | 8 (3,3) | 228 (96,6) | 236 | 0,0004 |
| | No | 10 (16,3) | 51 (83,6) | 61 | |
| Obesidad (%) | Si | 8 (7,2) | 102 (92,7) | 110 | 0,5 |
| | No | 10 (5,3) | 177 (94,6) | 187 | |
| Cardiopatía isquémica previa (%) | Si | 2 (6,4) | 29 (93,5) | 31 | 0,92 |
| | No | 16 (6) | 250 (93,9) | 266 | |
| Arteria responsable del infarto (%) | | | | | |
| • DA | | 6 (4,1) | 141 (95,9) | 147 | 0,16 |
| • CD | | 10 (9,6) | 94 (90,3) | 104 | |
| • CX | | 2 (4,3) | 44 (95,6) | 46 | |

*Evento: mortalidad a los 30 días. DA: arteria descendente anterior. CD: arteria coronaria derecha. CX: arteria circunfleja.*

***Tabla 5.*** *Análisis multivariado.*

| | Exp(B) | p | IC95% para Exp (B) | |
|---|---|---|---|---|
| | | | Límite inferior | Límite superior |
| Edad | 1,055 | 0,112 | 0,988 | 1,127 |
| Sexo | 0,943 | 0,941 | 0,197 | 4,510 |
| Diabetes mellitus | 0,849 | 0,783 | 0,265 | 2,722 |
| HTA | 1,135 | 0,822 | 0,375 | 3,434 |
| Tabaquismo | 0,990 | 0,988 | 0,267 | 3,674 |
| Obesidad | 1,252 | 0,726 | 0,357 | 4,391 |
| Dislipidemia | 1,657 | 0,542 | 0,326 | 8,412 |
| Cardiopatía isquémica previa | 0,504 | 0,539 | 0,057 | 4,480 |
| KK | 5,201 | 0,0001 | 2,836 | 9,538 |
| Ángor balón | 0,995 | 0,943 | 0,990 | 1,000 |

*HTA: hipertensión arterial. KK: Killip Kimball.*

trico, retrospectivo, con un período breve de tiempo de evaluación. Además, se excluyó a la población de pacientes con síndrome coronario agudo sin elevación del segmento ST, cuya prevalencia se encuentra en aumento y fueron incluidos en el trabajo original del KK[11].

## CONCLUSIÓN

El presente trabajo demuestra la vigencia actual de la clasificación de KK, basada en la presentación clínica inicial del paciente, como predictor independiente de mortalidad a los 30 días en IAMCEST, aun en la era posterior a la revascularización.

## BIBLIOGRAFÍA


1. *Killip T 3rd, Kimball JT. Treatment of myocardial infarction in a coronary care unit. Am J Cardiol. 1967;20(4):457-464.*
2. *Braunwald E, Antman EM, Beasley JW, Califf RM, Cheitlin MD, Hochman JS, et al. AHA/ACC Guidelines for the Management of Patients with Unstable Angina and Non-ST-Elevation Myocardial Infarction: Executive Summary. JAMA. 2000;284(7):835-842.*
3. *Fox KAA, Fitzgerald G, Puymirat E, Huang W, Carruthers K, Simon T, et al. Should patients with acute coronary disease be stratified for management according to their risk? Derivation, external validation and outcomes using the updated GRACE risk score. BMJ Open. 2014;4(2):e004425.*
4. *Pinto DS, Kirtane AJ, Nallamothu BK, Murphy SA, Cohen DJ, Laham RJ, et al. Hospital delays in reperfusion for ST-elevation myocardial infarction: implications when selecting a reperfusion strategy. Circulation. 2006;114(19):2019-2025.*
5. *Armstrong PW, Gershlick AH, Goldstein P, Wilcox R, Danays T, Lambert Y, et al. Fibrinolysis or primary PCI in ST-segment elevation myocardial infarction. N Engl J Med. 2013;368(15):1379-1387.*
6. *Thygesen K, Alpert JS, Jaffe AS, Chaitman BR, Bax JJ, Morrow DA, et al. Consenso ESC sobre la cuarta definición de infarto de miocardio. Rev Esp de Cardiol. 2019;72(11):929-944.*
7. *Siu CW, Jim MH, Ho HH, Miu R, Lee SWL, Lau CP, et al. Transient atrial fibrillation complicating acute inferior myocardial infarction: implications for future risk of ischemic stroke. Chest. 2007;132(1):44-49.*
8. *Piccini JP, Schulte PJ, Pieper KS, Mehta RH, White HD, Van de Werf F, et al. Antiarrhythmic drug therapy for sustained ventricular arrhythmias complicating acute myocardial infarction. Crit Care Med. 2011;39(1):78-83.*
9. *Piccini JP, Hranitzky PM, Kilaru R, Rouleau JL, White HD, Aylward PE, et al. Relation of mortality to failure to prescribe beta blockers acutely in patients with sustained ventricular tachycardia and ventricular fibrillation following acute myocardial infarction (from the VALsartan In Acute myocardial iNfarcTion trial [VALIANT] Registry). Am J Cardiol. 2008;102:1427-1432.*
10. *Braunwald E, Zipes DP, Libby P. Braunwald, Tratado de cardiología: texto de medicina cardiovascular (2022, Doceava edición., 609-635). España: Editorial Elsevier.*
11. *Nabel EG, Braunwald E. A tale of coronary artery disease and myocardial infarction. N Engl J Med. 2012,366(1):54-63.*

# INSUFICIENCIA TRICUSPÍDEA MASIVA. ¿MÁS QUE UN TRAUMA?

# MASSIVE TRICUSPID REGURGITATION. MORE THAN A TRAUMA?

BEATRIZ CEBALLOS[1], FRANCO DASCÓN[1], LEANDRA PLET[2], JIMENA SGAROLI[2], JULIANA FERNÁNDEZ[3], JUAN BRUNIALTI[3], MARÍA GERONEZ[3], LUCÍA ORTIZ[4], LEONARDO MANCINI[5], GUILLERMO GODOY[6]

## RESUMEN

La insuficiencia tricuspídea severa secundaria a traumatismo torácico cerrado es una entidad infrecuente y con escasa evidencia clínica. Presentamos el caso de un paciente masculino de 24 años, previamente sano, que ingresó en cuidados críticos tras un accidente de tránsito con politraumatismo. Durante su evolución, al ser evaluado por el servicio de Cardiología, se encontraba hemodinámicamente estable y sin signos de insuficiencia cardíaca. El ecocardiograma transtorácico reveló cavidades derechas severamente dilatadas, válvula tricúspide redundante con sospecha de valva anterior flail y regurgitación masiva. Se descartó endocarditis infecciosa mediante hemocultivos negativos y serologías. Ante hipoxemia refractaria y dilatación persistente del ventrículo derecho, se sospechó una causa traumática. Se realizó reemplazo valvular tricuspídeo biológico con plástica del anillo, con buena evolución posquirúrgica. Este caso resalta la importancia de considerar etiologías atípicas de insuficiencia valvular en pacientes politraumatizados, especialmente cuando el compromiso clínico inicial es mínimo. La detección precoz y la intervención oportuna son fundamentales para preservar la función del ventrículo derecho y mejorar el pronóstico.

**Palabras clave:** insuficiencia tricuspídea, traumatismo torácico cerrado, válvula tricúspide, cirugía valvular.

## ABSTRACT

Severe tricuspid regurgitation secondary to blunt chest trauma is a rare condition with limited clinical evidence. We present the case of a previously healthy 24-year-old male who was admitted to the intensive care unit after a traffic accident involving multiple trauma. During his clinical course, he was evaluated by the cardiology service and found to be hemodynamically stable and free of signs of heart failure. Transthoracic echocardiography revealed severely dilated right heart chambers, a redundant tricuspid valve with suspected flail of the anterior leaflet, and massive regurgitation. Infective endocarditis was ruled out through negative blood cultures and serological testing. Due to refractory hypoxemia and persistent right ventricular dilation, a traumatic etiology was suspected. The patient underwent successful biological tricuspid valve replacement and annuloplasty. This case highlights the importance of considering atypical causes of valvular insufficiency in polytrauma patients, particularly when initial clinical findings are subtle. Early detection and timely surgical intervention are essential to preserve right ventricular function and improve patient outcomes.

**Keywords:** tricuspid regurgitation, blunt chest trauma, tricuspid valve, valvular surgery

REVISTA CONAREC 2024;40(175):175-177 | HTTPS://DOI.ORG/10.32407/RCON/2024175/0175-0177

## INTRODUCCIÓN

La insuficiencia tricuspídea (IT) severa secundaria a un traumatismo torácico cerrado es una lesión cardíaca infrecuente. Se clasifica como grave, masiva o torrencial en función de la progresión de la enfermedad y se asocia a peor pronóstico.

En los traumatismos cerrados con compromiso valvular, es más frecuente la afectación de las válvulas del lado izquierdo (mitral y aórtica), mientras que la lesión de la válvula tricúspide (VT) es poco común[1].

La fisiopatología de la lesión implica la compresión directa, la descompresión o la aparición de fuerzas de aceleración/desaceleración en el tórax y compresión indirecta de la parte superior del abdomen[2]. En más del 90% de los casos, la etiología es secundaria a la dilatación del ventrículo derecho (VD) por sobrecarga de presión o de volumen, o bien la dilatación de la aurícula derecha (AD) y el anillo tricuspídeo causado por fibrilación auricular[3]. Por otra parte, la coronariopatía es poco frecuente, representando solo el 0,02% de las lesiones traumáticas; los traumatismos contusos son responsables de la mayoría de estos casos[5].

Entre las causas de IT primaria, se describe la endocarditis infecciosa (especialmente en usuarios de drogas por vía parenteral), y en menor frecuencia el traumatismo torácico y el daño valvular iatrogénico[3].

En el contexto de un traumatismo, los pacientes suelen presentar lesiones multisistémicas[5]. Debido a la naturaleza complaciente del VD, la regurgitación tricuspídea puede ser bien tolerada en una fase inicial, y los pacientes pueden desarrollar insuficiencia cardíaca (IC) tiempo después, con antecedentes retrospectivos de traumatismo por objeto contundente. Los principales mecanismos de lesión traumática de la VT incluyen: rotura de los músculos papilares, disrupción de cuerdas tendinosas, rotura libre de valvas o destrucción completa de la válvula[4].

La cirugía está indicada en pacientes sintomáticos con IT primaria grave aislada, sin disfunción significativa del VD (Recomendación IC), y debe considerarse en pacientes asintomáticos o con síntomas leves de IT primaria aislada y dilatación del VD, que sean candidatos a cirugía[3].

1. Jefe de Residentes de Cardiología. Hospital Interzonal Especializado de Agudos y Crónicos (HIEAyC) San Juan de Dios de La Plata
2. Residente de Cardiología. HIEAyC San Juan de Dios de La Plata
3. Médica Staff de Cardiología, Coordinadora docente de la Residencia de Cardiología. HIEAyC San Juan de Dios de La Plata
4. Médico Staff de Cardiología, Servicio de Ecocardiografía. HIEAyC San Juan de Dios de La Plata
5. Jefe de sala División Cardiología. HIEAyC San Juan de Dios de La Plata
6. Jefe de Servicio División Cardiología. HIEAyC San Juan de Dios de La Plata, La Plata, Buenos Aires. Argentina

✉ ***Correspondencia:*** *Beatriz Ceballos. beadriana92@gmail.com.*

Los autores declaran no poseer conflictos de intereses.

06/10/2024 | Aceptado: 10/10/2024

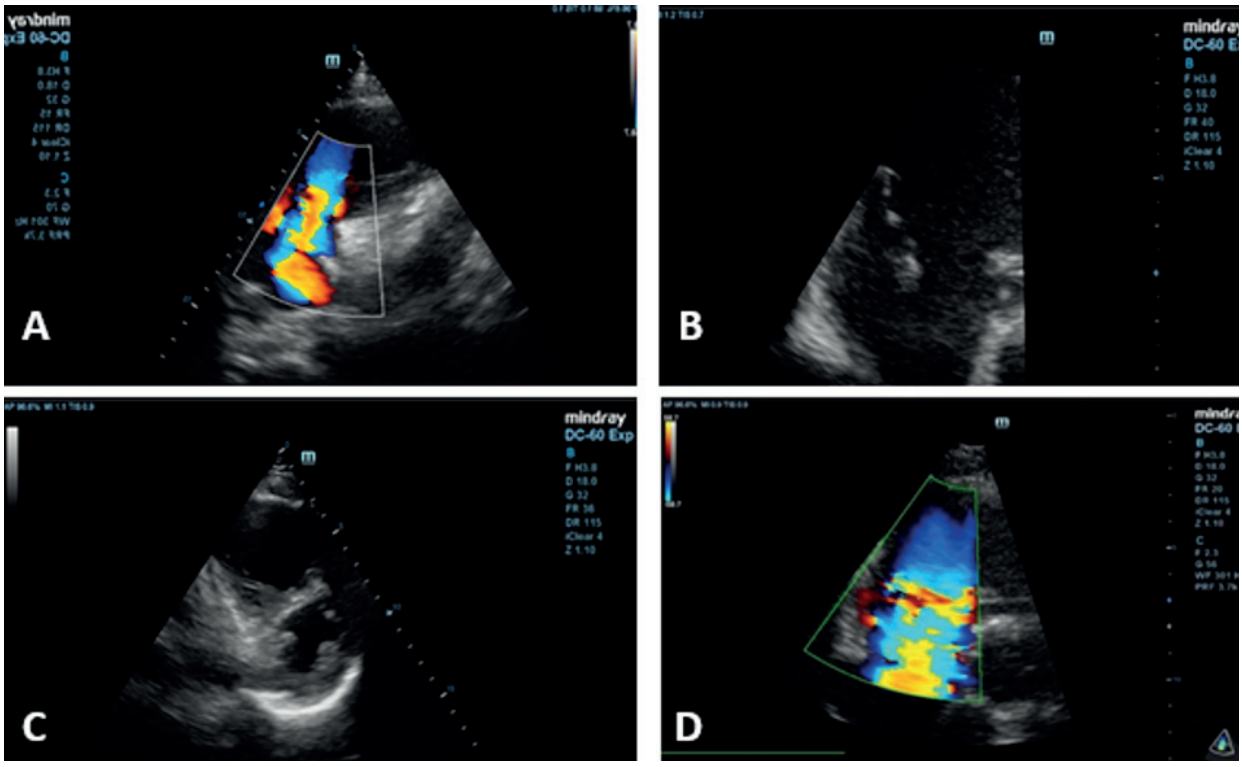



***Figura 1.*** *Ecocardiograma bidimensional a nivel del eje corto de grandes vasos y músculos papilares. A) Insuficiencia tricuspídea severa. B) Ventrículo derecho dilatado. C) Imagen adherida a valva anterior de la válvula tricúspide con valvas finas (músculo papilar roto) que ocasiona pérdida de coaptación valvar y condiciona la insuficiencia tricuspídea masiva (D).*

## CASO CLÍNICO

Paciente masculino de 24 años, sin antecedentes patológicos, que sufrió un politraumatismo por accidente en la vía pública (choque moto-colectivo). Requirió internación en unidad de cuidados críticos, intubación orotraqueal, asistencia respiratoria mecánica, uso de inotrópicos y colocación de sensor de presión intracraneana por traumatismo encefalocraneano. Además, presentó síndrome compartimental abdominal, complicado con equimosis escrotal.

Durante su internación, al momento de la evaluación por el servicio de Cardiología, se encontraba asintomático, sin signos de insuficiencia cardíaca (IC), lúcido, afebril, hemodinámicamente estable, normotenso y taquicárdico. Presentaba R1 y R2 normofonéticos, R3 derecho, signo de Dressler positivo, sin soplos, sin ingurgitación yugular, edemas ni hepatomegalia. El murmullo vesicular estaba conservado, sin ruidos agregados; a nivel neurológico, orientado, sin focos motores ni sensitivos.

El electrocardiograma mostró taquicardia sinusal a 110 lpm, QRS angosto, bloqueo AV de primer grado, signos de sobrecarga sistólica derecha y agrandamiento auricular izquierdo.

En el laboratorio presentó hematocrito de 48%, hemoglobina 15,2 g/dl, leucocitos 8.110/mm$^3$, creatinina 1,02 mg/dl y proteína C reactiva negativa. Las serologías para VDRL y enfermedad de Chagas fueron negativas. Se realizaron ecografía abdominal y tomografía de encéfalo, sin hallazgos patológicos ni signos de embolismo.

El ecocardiograma transtorácico (ETT) evidenció un ventrículo izquierdo con dimensiones y función conservadas, motilidad septal paradójica (signo indirecto de hipertensión pulmonar) y adecuada contractilidad en los demás segmentos. Las cavidades derechas estaban severamente dilatadas, con motilidad de la pared libre del VD conservada (TAPSE: 17 mm, límite inferior de la normalidad). La válvula tricúspide era redundante, con sospecha de valva anterior *flail*, y se visualizó una imagen móvil e hiperrefringente de 12 mm con movimiento anárquico **(Figura 1)**, que ocasionaba pérdida de coaptación valvular, condicionando IT masiva **(Figura 2)**. La vena cava inferior mostraba colapso inspiratorio disminuido y las venas suprahepáticas estaban dilatadas con flujo reverso.

Ante la sospecha de endocarditis, se tomaron tres hemocultivos que resultaron negativos. Un nuevo ETT confirmó los mismos hallazgos. A las 72 horas, el paciente presentó hipoxemia refractaria. Se sospechó tromboembolismo pulmonar (TEP), por lo que se realizó angiotomografía de tórax con protocolo para TEP, con resultado negativo.

El paciente persistía asintomático, sin signos de IC, con valores de reactantes de fase aguda negativos. Debido a la persistencia de episodios de hipoxemia y la dilatación de cavidades derechas, se sospechó una etiología traumática, ya que la rápida aparición del cuadro clínico no era compatible con destrucción valvular progresiva por endocarditis. Se decidió realizar reemplazo valvular tricuspídeo biológico y plástica del anillo, procedimiento que se realizó con éxito.

## DISCUSIÓN

La IT severa se asocia con una alta mortalidad y peores resultados a pesar del contexto y las comorbilidades. En función del ancho de la vena contracta y el orificio regurgitante, puede clasificarse en grave, masiva o torrencial, asociándose a disfunción ventricular derecha y mal pronóstico.

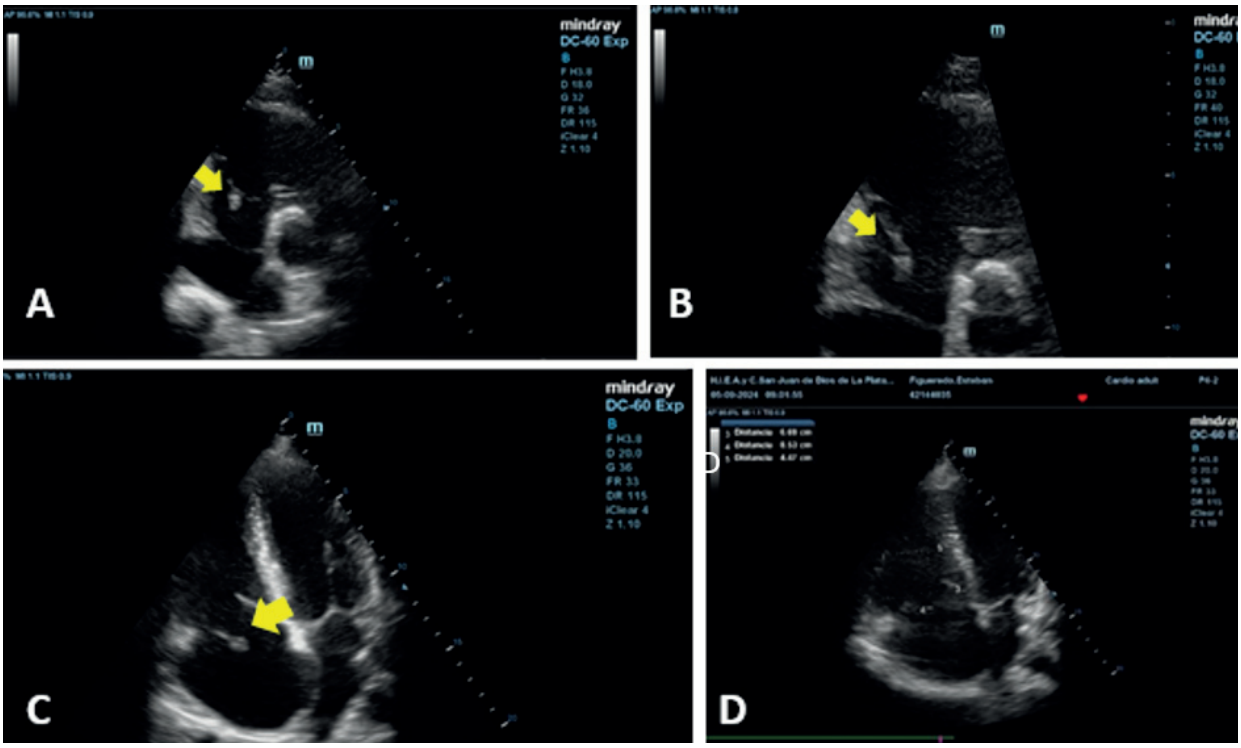



***Figura 2.*** *Ecocardiograma bidimensional vista eje corto de grandes vasos. (A) y (B): con imagen adherida a valva anterior de válvula tricúspide de movimiento anárquico. (C): misma imagen vista desde una vista apical de cuatro cámaras. (D): Vista apical cuatro cámaras con ventrículo derecho dilatado.*

En este caso se presentó un paciente joven, previamente sano, que sufrió un traumatismo cerrado con múltiples intervenciones invasivas en cuidados intensivos. Desarrolló insuficiencia respiratoria e IT masiva secundaria a probable rotura valvular traumática, evidenciada en el ecocardiograma por una imagen móvil e hiperrefringente de comportamiento anárquico. Inicialmente se sospechó endocarditis infecciosa, pero la evolución clínica y paraclínica motivaron una reinterpretación del cuadro, definiéndose como lesión de origen traumático.

La baja prevalencia de esta entidad, probablemente por subdiagnóstico, resalta la necesidad de un seguimiento cercano de los traumatismos de tórax cerrado, ya que puede haber lesiones valvulares graves sin manifestaciones clínicas evidentes, con consecuencias significativas sobre la función del VD.

La reparación quirúrgica precoz está justificada para preservar la función ventricular derecha y es requerida en los pacientes cuya regurgitación tricuspídea sea grave a torrencial, asociada a signos clínicos y ecocardiográficos de sobrecarga del VD. En caso de ser factible, se recomienda optar por la reparación valvular[5].

## CONCLUSIONES

La IT severa secundaria a un traumatismo torácico cerrado es una lesión cardíaca poco frecuente y con escasa evidencia disponible. Determinar el mecanismo de las insuficiencias valvulares, así como su etiología, es un proceso complejo que involucra diferentes variables en la evolución de la enfermedad; por lo tanto, es fundamental descartar las etiologías más prevalentes sin dejar de considerar causas atípicas. Esta estrategia permite instaurar una conducta terapéutica temprana y adecuada para cada paciente.

## BIBLIOGRAFÍA

1. *Ismailov RM, Weiss HB, Ness RB, Lawrence BA, Miller TR. Blunt cardiac injury associated with cardiac valve insufficiency: Trauma links to chronic disease? Injury. 2005;36(9):1022-8.*
2. *Banning AP, Durrani A, Pillai R. Rupture of the Atrial Septum and Tricuspid Valve After Blunt Chest Trauma. Ann Thorac Surg. 1997;64(1):240-2.*
3. *Vahanian A, Beyersdorf F, Praz F, Milojevic M, Baldus S, Bauersachs J, et al. 2021 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease: Developed by the Task Force for the management of valvular heart disease of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). Rev Esp Cardiol (Engl ed). 2022;75(6):524.*
4. *Emmert MY, Pretre R, Suendermann S, Weber B, Bettex DA, Hoerstrup SP, et al. Severe traumatic tricuspid insufficiency detected 10 years after blunt chest trauma. Clin Res Cardiol. 2011;100(2):177-9.*
5. *Eranki A, Villanueva C, Wilson-Smith A, Seah P. Traumatic tricuspid valve regurgitation: A two case series. Trauma Case Rep. 2021;37:100593.*

# TRATAMIENTO ANTIBIÓTICO SUPRESIVO EN ENDOCARDITIS INFECCIOSA POR ENTEROCOCCUS FAECALIS EN VÁLVULA AÓRTICA MECÁNICA

# SUPPRESSIVE ANTIBIOTIC TREATMENT FOR INFECTIOUS ENDOCARDITIS CAUSED BY ENTEROCOCCUS FAECALIS IN MECHANICAL AORTIC VALVE

LUCAS ADRIÁN OTERO GÓMEZ[1], JUAN VALOIS MARTÍNEZ KENAN[1], ANABELLA MEZZALIRA[1], ANA BELÉN VALDÉS[1], MARÍA FLORENCIA HERMAN CAVARRA[1], JOSEFINA STRUZKA[1]

## RESUMEN

El abordaje terapéutico de la endocarditis infecciosa (EI) asociada a válvula protésica sigue siendo un motivo de debate en la práctica diaria. Por este motivo el objetivo del presente trabajo es abordar, a través del análisis del caso clínico de un paciente con reemplazo valvular mecánico con antecedentes de radioterapia y múltiples intervenciones torácicas, cuáles son las recomendaciones actuales para el manejo de la EI en válvulas protésicas. Se evaluaron en detalle las indicaciones quirúrgicas y las opciones de tratamiento médico, destacando la antibioticoterapia supresiva administrada por vía oral, como una alternativa válida en casos seleccionados posterior a una evaluación multidisciplinaria. Además, se discuten, los resultados a largo plazo de este enfoque en comparación con la opción quirúrgica según la evidencia disponible al momento.

**Palabras clave:** endocarditis infecciosa, válvula protésica, antibiótico supresivo.

## ABSTRACT

The therapeutic approach to prosthetic valve infective endocarditis (IE) remains a subject of debate in daily clinical practice. Therefore, the aim of this study is to address, through the analysis of a clinical case involving a patient with a mechanical valve replacement, a history of radiotherapy, and multiple thoracic interventions, the current recommendations for the management of IE in prosthetic valves. Surgical indications and medical treatment options were thoroughly evaluated, highlighting suppressive antibiotic therapy administered orally as a valid alternative in selected cases following multidisciplinary assessment. Additionally, the long-term outcomes of this approach are discussed in comparison to surgical options, according to the currently available evidence.

**Keywords:** suppressive antibiotic therapy, infective endocarditis, prosthetic valves

REVISTA CONAREC 2024;40(175):178-181 | HTTPS://DOI.ORG/10.32407/RCON/2024175/0178-0181

## INTRODUCCIÓN

La endocarditis infecciosa (EI) de válvula protésica mecánica es una condición seria asociada a una alta morbimortalidad, ya que la infección del material suele ser de difícil erradicación debido a la dificultad de los antimicrobianos para actuar sobre los microorganismos adheridos a los biofilms protésicos[1].

La EI producida por especies de enterococos continúa siendo a nivel mundial una de las etiologías más frecuentes. Comprende entre el 5 al 20% de los casos alrededor de todo el mundo, y el *Enterococcus faecalis* es el microorganismo responsable en el 90%[2].

Aunque la infección de una válvula protésica a menudo requiere intervención quirúrgica en una cantidad significativa de casos, en la práctica diaria observamos que, debido a diversos factores (comorbilidades o alto riesgo quirúrgico, entre otras), esta no siempre es llevada a cabo. Para prevenir la recaída de la infección se plantea en algunos casos la antibioticoterapia supresiva como una opción razonable.

## CASO CLÍNICO

Paciente masculino de 50 años, con antecedentes de linfoma no Hodgkin en la infancia, por el cual realizó tratamiento quimioterápico, radioterápico y quirúrgico mediante toracotomía. Evoluciona con estenosis aórtica severa y enfermedad coronaria, secundaria al tratamiento anteriormente mencionado, por lo cual se realizó cirugía combinada de reemplazo valvular, con válvula aórtica mecánica y cirugía de revascularización miocárdica con realización de dos puentes coronarios a los 35 años de edad. Posteriormente evoluciona con una complicación infecciosa grave, mediastinitis, motivo por el cual se realizó reintervención mediante toilette quirúrgica. Como otros antecedentes presenta rinosinusitis crónica polipoidea en tratamiento con anticuerpos monoclonales (mepolizumab).

Consulta por un síndrome febril de 3 semanas de evolución, sin foco aparente, por lo que se realizan hemocultivos con relevamiento de *Enterococcus faecalis*, por lo que se decidió su internación. Al examen físico se encontraba taquicárdico, ruidos cardíacos normofonéticos, con soplo sistólico eyectivo 3/6 en foco aórtico y clic compatible con válvula protésica mecánica, sin signos de insuficiencia cardíaca ni lesiones sugestivas de embolia séptica.

1. Residente de Cardiología. Hospital Alemán, Buenos Aires, Argentina

✉ ***Correspondencia:*** *Lucas Adrián Otero Gómez. Hospital Alemán, Av. Pueyrredón 1640, C1118AAT CABA, Argentina. Tel.: +54 2932 540445. lucas.oterogomez@gmail.com.*

Los autores declaran no poseer conflictos de intereses.

Recibido: 25/10/2024 | Aceptado: 10/11/2024

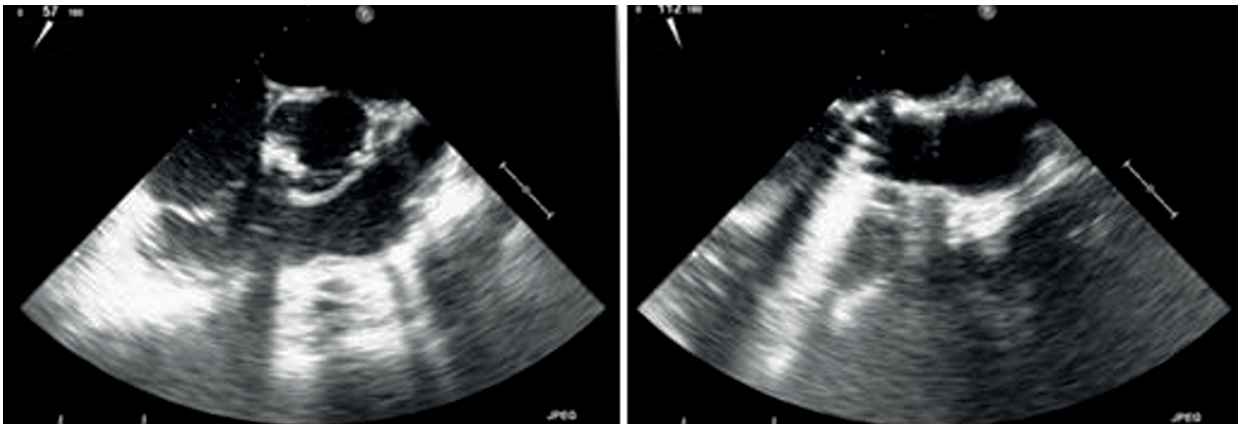


***Figura 1.*** *Ecocardiograma transesofágico que evidencia masa heterogénea con ecos filamentosos móviles sobre la cara ventricular del disco de válvula aórtica protésica, cercano a la valva anterior de la mitral, topográficamente en la región de la valva coronariana derecha.*

Por alta sospecha clínica de endocarditis infecciosa se realizó ecocardiograma transesofágico (ETE) **(Figura 1)** que evidenció masa con ecos filamentosos en cara ventricular del disco de válvula aórtica protésica con leve insuficiencia valvular.

Se interpretó, en base a estos resultados, como endocarditis infecciosa tardía de válvula aórtica protésica mecánica por *Enterococcus faecalis*, y se inició tratamiento antibiótico endovenoso (EV) con ceftriaxona y ampicilina ajustado a sensibilidad. Se solicitaron hemocultivos de control que resultaron negativos a las 72 horas del inicio de tratamiento antibiótico dirigido.

Se realizó tomografía por emisión de positrones (PET-TC) **(Figura 2)** y angiotomografía coronaria **(Figura 3)** que descartaron impacto séptico y presencia de complicaciones locales, evidenciándose también prótesis valvular mecánica en posición aórtica normofuncionante con apertura y cierre conservados.

Posteriormente se realizó ateneo multidisciplinario del caso decidiéndose, en base a resultados de estudios complementarios solicitados y preferencias del paciente, estrategia inicial con tratamiento antibiótico EV seguido de tratamiento supresivo por vía oral.

Se realizó ETE **(Figura 4)** de control luego de tres semanas de tratamiento antibiótico EV en internación, evidenciándose ausencia de imágenes filamentosas descritas previamente, por lo que se decidió colocación de catéter central de inserción periférica (PICC) para continuar tratamiento antibiótico con daptomicina en domicilio y seguimiento conjunto con Servicio de Infectología.

Tras completar 6 semanas de tratamiento antibiótico EV se repitió ETE de manera ambulatoria, que informó masa calcificada a nivel de la base de la válvula protésica, sin compromiso de la movilidad del disco ni presencia de ecos filamentosos móviles previamente descritos. Con estos resultados se inició tratamiento supresivo por vía oral con levofloxacina.

Evolucionó luego de un mes de tratamiento con mialgias, interpretadas secundarias al uso de quinolonas por lo que se decidió rotar antibioticoterapia a amoxicilina. Evolucionó posteriormente de manera favorable.

## DISCUSIÓN

Durante mucho tiempo uno de los pilares indiscutidos del tratamiento de la EI en válvula protésica mecánica ha sido la cirugía de reemplazo valvular, especialmente en aquellos casos asociados a los siguientes escenarios[3]:

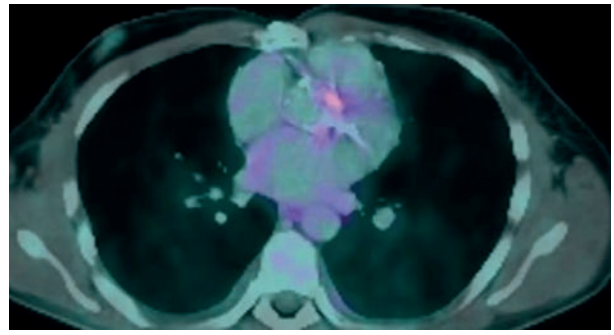


***Figura 2.*** *Tomografía por emisión de positrones (PET-TC) que evidencia incremento metabólico discreto alrededor del anillo valvular que no se sostiene en el estudio no corregido (podría corresponder a sobrecorrección de atenuación por la estructura metálica del mismo).*

- Insuficiencia cardíaca: shock cardiogénico o edema pulmonar; mala tolerancia hemodinámica (indicación clase I).
- Infección incontrolada: complicaciones locales, comprendiendo abscesos, aneurisma falso, fístula o vegetaciones crecientes; bacterias u hongos resistentes (indicación clase I); hemocultivos persistentemente positivos, EI de válvula protésica por *Staphylococcus aureus* o bacilos Gram negativos no HACEK (indicación clase IIa)
- Prevención de embolias sépticas: vegetación mayor o igual a 10 milímetros y émbolos pese a tratamiento antibiótico adecuado; vegetación mayor o igual a 10 milímetros y otras indicaciones de cirugía (indicación clase I); vegetación mayor o igual a 10 milímetros sin evidencia de émbolos (indicación clase IIb).

La EI producida por especies de enterococo plantea puntualmente dos situaciones que condicionan el tratamiento antibiótico de elección:

- El requerimiento de antibioticoterapia combinada prolongada, debido a su alta resistencia a la muerte inducida por antibióticos.
- Su alta resistencia a aminoglucósidos e incluso a betalactámicos y a la vancomicina.

Esto ha llevado a la necesidad de combinaciones de antibióticos, entre las que la opción de elección es ampicilina asociada a ceftriaxona en aquellos casos de EI por enterococo sin alto grado de resistencia a

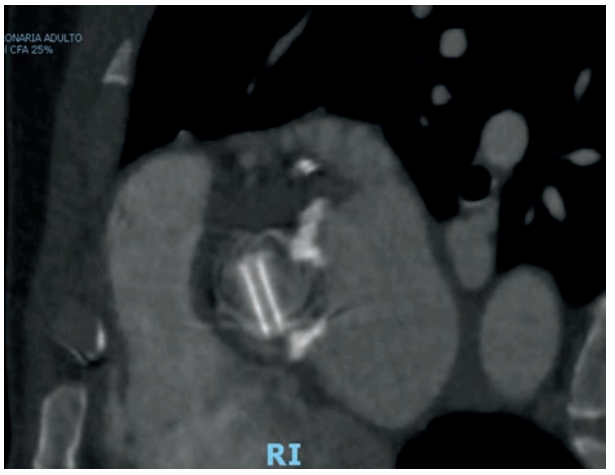



***Figura 3.*** *Angiotomografía coronaria que muestra prótesis valvular mecánica en posición aórtica (bidisco) con apertura y cierre conservados, y masa descrita en ecocardiograma transesofágico con una intensidad de señal de 1150 UH.*

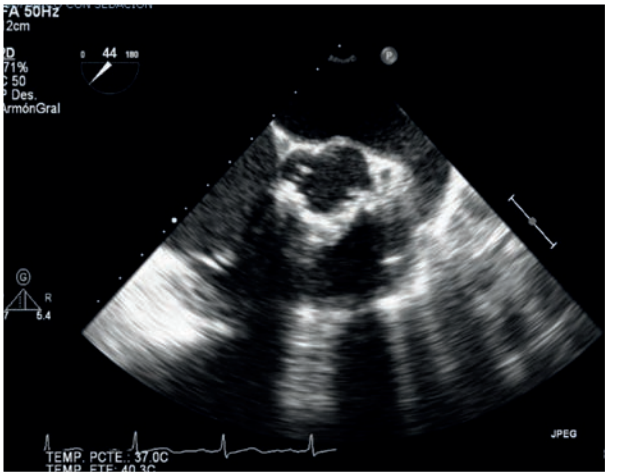



***Figura 4.*** *Ecocardiograma transesofágico de control, con ausencia de ecos aleteantes móviles descritos en estudio previo.*

aminoglucósidos, debido a su efecto sinérgico y un perfil de seguridad favorable, especialmente a nivel renal.

Mientras que el tratamiento antibiótico por sí solo puede ser suficiente en algunas ocasiones, otras veces, principalmente en aquellos de EI asociada a dispositivos implantables o válvulas protésicas, el retiro o reemplazo del material infectado puede ser necesario para lograr fines curativos. Cuando el tratamiento quirúrgico o la remoción del dispositivo infectado no pueden ser llevados a cabo, la antibioticoterapia supresiva puede ser una opción para prevenir la reinfección y sus consecuencias asociadas.

Dicha estrategia de tratamiento hace referencia a la antibioticoterapia por un largo período de tiempo e incluso de manera indefinida, y suele ser iniciada luego de haber completado el esquema habitual de tratamiento antibiótico EV.

La evidencia que respalda esta estrategia comprende series pequeñas que incluyen desde estudios retrospectivos observacionales[4-6] unicéntricos y multicéntricos que evidencian una tasa de sobrevida razonable sin recurrencias infecciosas al año, hasta una revisión sistemática[7] que comparó los resultados de pacientes que recibieron tratamiento conservador contra aquellos asignados a cirugía, y evidenció peores resultados a corto y largo plazo en el grupo que recibió únicamente tratamiento antibiótico. Sin embargo, este estudio sugiere heterogeneidad en los resultados según cual haya sido la indicación de la intervención quirúrgica, siendo la prevención de embolias menos relevante que la insuficiencia cardíaca o la infección incontrolada como predictores de mortalidad en pacientes no sometidos a cirugía. Hay que tener en cuenta, que las poblaciones fueron distintas, encontrando pacientes de mayor edad y mayor prevalencia de enfermedad coronaria, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, diabetes mellitus o falla renal en el grupo de tratamiento conservador.

En relación al caso clínico desarrollado, nos encontramos ante un paciente con EI tardía de válvula protésica a *Enterococcus faecalis* (indicación IIa de cirugía), sin signos de insuficiencia cardíaca, en el que se realizaron estudios complementarios con la finalidad de descartar signos de infección incontrolada o embolia séptica a distancia que requirieran intervención quirúrgica con un grado de recomendación clase I.

Habiendo descartado complicaciones locales y a distancia secundarias a EI, en contexto de una evolución clínica favorable con el tratamiento antibiótico instaurado y con hemocultivos control negativos, se decidió continuar con el tratamiento antibiótico EV como primera medida, para luego continuar con tratamiento vía oral indefinido y seguimiento ambulatorio estricto.

A favor de esta conducta, un estudio observacional[6] evidenció que un seguimiento cercano a cargo de un equipo multidisciplinario podría mejorar el pronóstico a un año en aquellos pacientes en los que se optó por el tratamiento antibiótico como medida de terapéutica y propone además guiar la duración de la antibioticoterapia a partir del seguimiento mediante PET-TC.

## CONCLUSIONES

La evidencia a favor del tratamiento antibiótico supresivo en casos de EI no sometidos a tratamiento quirúrgico surge de estudios observacionales y pequeñas series de casos; sin embargo, representa una alternativa a considerar en casos seleccionados.

Se requieren más estudios multicéntricos y prospectivos para establecer y definir el papel del tratamiento supresivo y estrategias de antibioticoterapia a largo plazo en el manejo de la EI.

## BIBLIOGRAFÍA


1. *Shrestha N, Shah S, Hussain S, Pettersson G, Griffin B, Nowacki A, et al. Association of Surgical Treatment With Survival in Patients With Prosthetic Valve Endocarditis. Ann Thorac Surg. 2020;109(6):1834-1843.*
2. *Garofoli N, Joly V, Le Pluart D, Hobson C, Beaumont A, Lariven S, et al. Enterococcal endocarditis management and relapses. JAC-Antimicrob Resist. 2024;6(2):dlae033.*
3. *Delgado V, Ajmone Marsan N, De Waha S, Bonaros N, Brida M, Burri H, et al. 2023 ESC Guidelines for the management of endocarditis: Developed by the task force on the management of endocarditis of the European Society of Cardiology (ESC) Endorsed by the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS) and the European Association of Nuclear Medicine (EANM). Eur Heart J. 2023;44(39):3948-4042.*
4. *Lemmet T, Bourne-Watrin M, Gerber V, Danion F, Ursenbach A, Hoellinger B, et al. Suppressive antibiotic therapy for infectious endocarditis. Infect Dis Now. 2024;54(3):104867.*
5. *Vallejo Camazon N, Mateu L, Cediel G, Escolà-Vergé L, Fernández-Hidalgo N, Gurgui Ferrer M, et al. Long-term antibiotic therapy in patients with surgery-indicated not undergoing surgery infective endocarditis. Cardiol J. 2021;28(4):566-578.*
6. *Beaumont A, Mestre F, Decaux S, Bertin C, Duval X, Iung B, et al. Long-term Oral Suppressive Antimicrobial Therapy in Infective Endocarditis (SATIE Study): An Observational Study. Open Forum Infect Dis. 2024;11(5):ofae194.*
7. *Caldonazo T, Hagel S, Doenst T, Kirov H, Sá M, Jacquemyn X, et al. Conservative Versus Surgical Therapy in Patients With Infective Endocarditis and Surgical Indication—Meta-Analysis of Reconstructed Time-to-Event Data. J Am Heart Assoc. 2024;13(7):e033404.*

# DISECCIÓN ESPONTÁNEA DE ARTERIA CORONARIA: UN DIAGNÓSTICO INESPERADO

# SPONTANEOUS CORONARY ARTERY DISSECTION: AN UNEXPECTED DIAGNOSIS

BIANCA GIUDICATTI[1], MATÍAS PEREYRA[1], DANIELA BRAUER[1], SOFÍA DI MATTIA[2], MAURO GONZALEZ[3], JUAN MANUEL DOYHARZABAL[4], ALEJANDRO ESQUIVEL[5], ROBERTO STRATTA[6]

RESUMEN

La disección espontánea de arteria coronaria es una causa infrecuente de síndrome coronario agudo que afecta generalmente a mujeres jóvenes con pocos o ningún factor de riesgo cardiovascular tradicional y cuya presentación clínica varía desde la angina inestable hasta incluso la muerte súbita. Además, es una entidad sobre la cual tenemos poca evidencia en cuanto a su tratamiento y pronóstico. A continuación, se abordará el caso de una paciente de sexo femenino de 46 años, que se presenta a la guardia de urgencias con dolor precordial típico.

**Palabras clave:** disección espontánea de arteria coronaria, síndrome coronario agudo, dolor precordial.

ABSTRACT

Spontaneous coronary artery dissection is an uncommon cause of acute coronary syndrome that generally affects young women with few or no traditional cardiovascular risk factors. Its clinical presentation ranges from unstable angina to sudden cardiac death. Furthermore, there is limited evidence regarding its treatment and prognosis. The following is the case of a 46-year-old female patient who presented to the emergency department with typical precordial chest pain.

**Keywords:** spontaneous coronary artery dissection, acute coronary syndrome, chest pain.

REVISTA CONAREC 2024;40(175):182-185 | HTTPS://DOI.ORG/10.32407/RCON/2024175/0182-0185

## INTRODUCCIÓN

La disección espontánea de arteria coronaria (DEAC) es una causa infrecuente de síndrome coronario agudo (SCA) que afecta generalmente a mujeres jóvenes con pocos o ningún factor de riesgo cardiovascular tradicional y cuya presentación clínica varía desde la angina inestable hasta incluso la muerte súbita. Además, es una entidad sobre la cual tenemos poca evidencia en cuanto a su tratamiento y pronóstico[1,2,6].

## CASO CLÍNICO

Paciente femenina de 46 años con antecedentes de sobrepeso (índice de masa corporal 27 kg/m$^2$), sin otros antecedentes personales o familiares conocidos de relevancia ni toma de medicación habitual. Consulta en nuestro nosocomio por cuadro de dolor precordial de inicio súbito en esfuerzo, tipo urente, que irradia a ambos brazos de 30 min de duración, acompañado de disnea. Al examen físico se encontraba lúcida, afebril, presión arterial 130/80 mmHg, buena mecánica respiratoria, saturando 95% a aire ambiente, mucosas rosadas y húmedas, ritmo regular a 70 latidos por minuto (LPM), ruidos cardíacos normofonéticos, silencios libres, sin signos de insuficiencia cardíaca y con persistencia de ángor aunque de menor intensidad.

Se realiza electrocardiograma (ECG) en la sala de guardia donde se evidenció supradesnivel del segmento ST de V2 a V6 y ondas T simétricas en DII, DIII y aVF **(Figura 1).** Se interpreta el cuadro como un síndrome coronario agudo con elevación del segmento ST de cara anterior (SCACEST) por lo cual se decide ingreso a la Unidad Coronaria. Se realiza un laboratorio de rutina con solicitud de biomarcadores cardíacos, troponinas T en dos oportunidades de 398 ng/l y a las 24 horas 1538 ng/l (punto de corte 40 ng/l). Se administra tratamiento antiagregante plaquetario y anticoagulante (carga de ácido acetilsalicílico e inhibidor de P2Y12 y bolo endovenoso de heparina no fraccionada). Se solicita cinecoronariografía (CCG) de urgencia donde se realiza el diagnóstico de infarto agudo de miocardio (IAM) secundario a disección espontánea de arteria descendente anterior en su segmento medio distal **(Figura 2).** El resto de la CCG mostraba un tronco coronario izquierdo, arteria coronaria derecha y arteria circunfleja sin lesiones angiográficas significativas.

Se realizó ecocardiograma transtorácico (ETT) donde se constataron diámetros y espesores conservados, función sistólica del ventrículo izquierdo preservada (fracción de eyección 61%), con hipoquinesia septoapical y anteroapical.

Se optó por una estrategia terapéutica conservadora. La evolución fue favorable, durante su estadía hospitalaria se inició tratamiento médico farmacológico (ácido acetilsalicílico, inhibidores de los P2Y12,

1. Residente de Cardiología. Sanatorio Santa Fe
2. Instructora del servicio de Cardiología, Staff del Sanatorio Santa Fe
3. Médico Cardiólogo, Staff del Sanatorio Santa Fe
4. Cardiólogo Intervencionista, Staff del Sanatorio Santa Fe
5. Médico Cardiólogo especialista en imagen cardíaca no invasiva, Staff del Sanatorio Santa Fe
6. Jefe de Unidad Coronaria del Sanatorio Santa Fe. Santa Fe, Argentina

✉ ***Correspondencia:*** *Bianca Giudicatti. Sanatorio Santa Fe. Belgrano 3055, S3000 Santa Fe. Argentina. Celular: 342-436199. bgiudicatti@gmail.com.*

Los autores declaran no poseer conflictos de intereses.

Recibido: 20/10/2024 | Aceptado: 25/10/2024

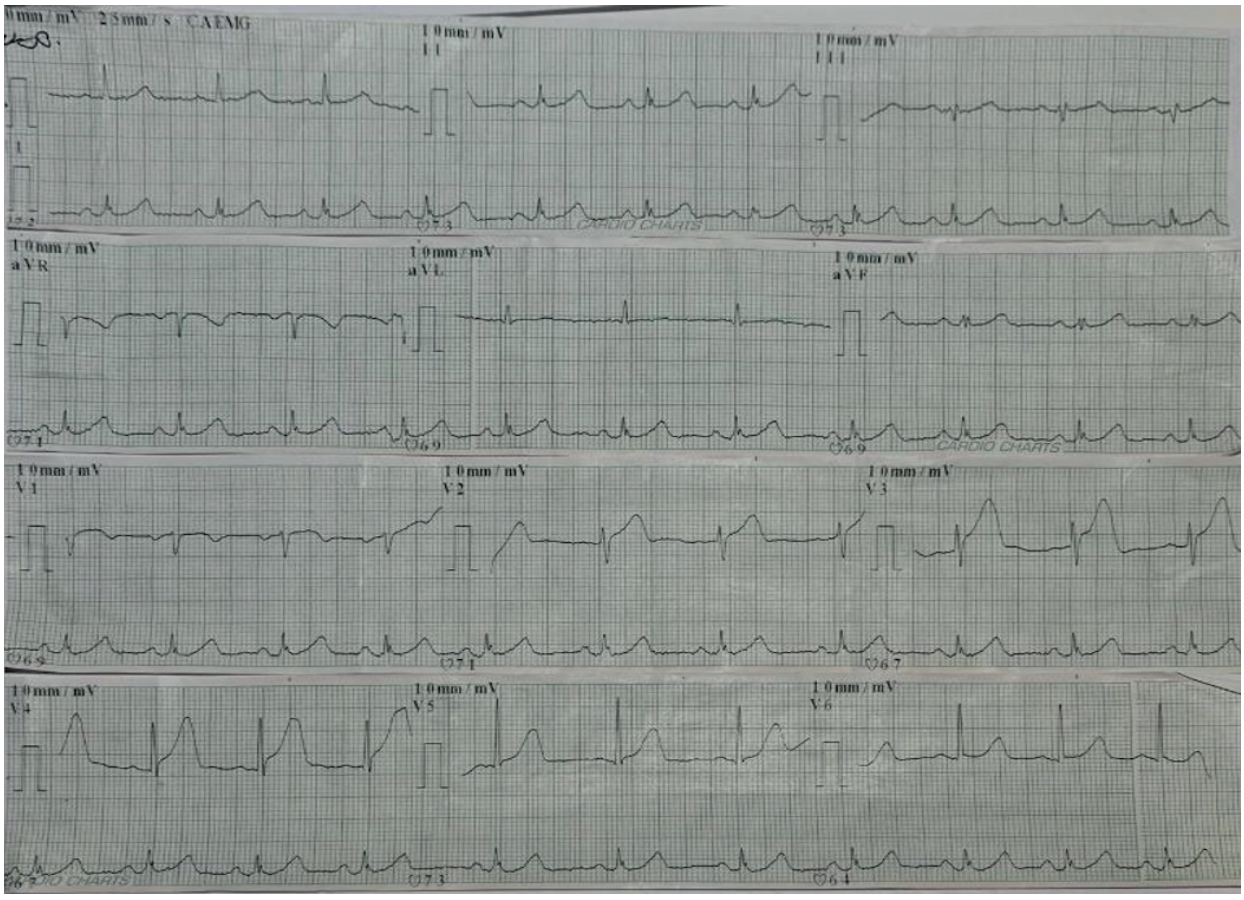



***Figura 1.*** *Electrocardiograma de ingreso de 12 derivaciones. Se observa supradesnivel del segmento ST de V2 a V6.*

estatinas de alta intensidad y betabloqueante a máxima dosis tolerada). El ECG al alta presentó un ritmo sinusal a 70 LPM, QRS angosto, ondas T isodifásicas en DII, DII, aVF y de V1 a V6, con onda Q en DII, DIII, aVF y cara anterior **(Figura 3).**

En el seguimiento a los seis meses, se realizó un estudio de perfusión miocárdica que informó una función sistólica del ventrículo izquierdo conservada con área de necrosis transmural en región apical y anteroapical sin signos de isquemia residual. Se encontraba asintomática, con buena adherencia y tolerancia a la medicación, realizando rehabilitación cardiovascular.

## DISCUSIÓN

Las enfermedades cardiovasculares son una de las principales causas de muerte a nivel mundial. La prevalencia real de la DEAC es incierta[6], se estima que representa el 1-4% de los SCA[2]. Es una entidad clínica infrecuente que afecta preferentemente a mujeres jóvenes de 40 a 50 años con pocos o ningún factor de riesgo cardiovascular[3].

Consiste en la separación de dos de las tres capas de la pared arterial (la íntima y la media, o más frecuentemente entre la media y la adventicia) creando una luz falsa cuya progresión hacia distal deteriora el flujo coronario y puede producir isquemia, o la obstrucción de arteria coronaria causada por la formación de un hematoma intramural (HIM). La DEAC no está asociada con aterosclerosis, traumatismo ni iatrogenia[2,4,6].

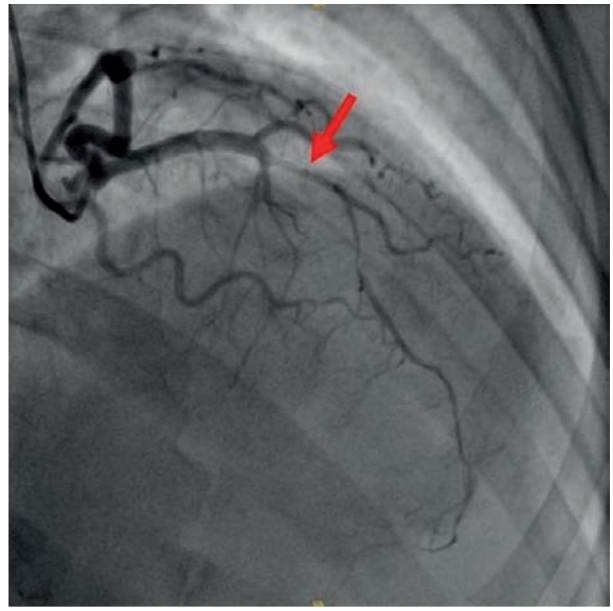


***Figura 2.*** *Cinecoronariografía. Se evidencia estrechamiento típico de disección coronaria en segmento medio distal de la arteria descendente anterior (flecha roja).*

La fisiopatología es incierta, se ha asociado con hormonas esteroideas más frecuentes en el posparto, y a la presencia de displasia fibromuscular no detectada, una enfermedad capaz de afectar a distintos territorios vasculares como arterias renales y coronarias[3,5,6,9]. Otros fac-

tores relacionados son la hipertensión, el espasmo coronario por aumento de fuerzas de cizallamiento, enfermedades del tejido conectivo (enfermedad de Marfan y el síndrome de Ehlers Danlos), vasculitis, el consumo de cocaína, y también es necesario mencionar el factor hereditario[2].

La presentación clínica más frecuente es el SCA, y hasta un 80% de los pacientes presentan elevación de biomarcadores[2,4,8].

Como detalla un reporte de caso, "más del 70% son mujeres, hay relación con el embarazo hasta en el 30%, la descendente anterior está afectada en más de la mitad de los casos"[4]. Generalmente se ven afectados los segmentos medios a distales de las arterias coronarias y la afectación multivaso ocurre en el 9% al 23% de los pacientes[6,9].

El uso de la cinecoronariografía en el SCA ha aumentado el diagnóstico de esta entidad y es el método por imágenes de primera línea[6]. Se propone la clasificación angiográfica para DEAC de Saw: el tipo 1 se refiere a la apariencia clásica de múltiples luces radiolúcidas o tinción de contraste de la pared arterial. El tipo 2 se refiere a la presencia de estenosis difusa que puede ser de gravedad y longitud variables (generalmente >20 mm), la variante 2A es un estrechamiento arterial difuso bordeado por segmentos normales proximales y distales al HIM, y la variante 2B es un estrechamiento difuso que se extiende hasta la punta distal de la arteria. El tipo 3 es una estenosis focal o tubular, generalmente de <20 mm de longitud, que imita la aterosclerosis[4,6,7] **(Figura 4).**

El patrón de estenosis difusa (es decir, el tipo 2) es la manifestación angiográfica más común de la DEAC[6], tal como presenta nuestra paciente. En caso de duda, la obtención de imágenes intracoronarias mediante ecografía intravascular o tomografía de coherencia óptica pueden ayudar al diagnóstico definitivo de esta patología[1,6].

La elección del tratamiento va a depender de la localización de la disección, su extensión y accesibilidad, así como también de la severidad de la isquemia y la estabilidad del paciente. La decisión siempre debe ser individualizada y el tratamiento puede variar desde medidas conservadoras a la revascularización percutánea o quirúrgica[1,2].

Asimismo, el tratamiento farmacológico es controversial ya que no existe hasta el momento evidencia clara que respalde el uso de antiplaquetarios en monoterapia o terapia dual en DEAC y su duración[1,2,6,7]. Algunos expertos recomiendan, en el contexto de SCA, una terapia antiplaquetaria dual durante al menos un año después de una DEAC y luego continuar con ácido acetilsalicílico de manera indefinida, independientemente de la estrategia del tratamiento inicial y en ausencia de contraindicaciones[6].

En lo que respecta al tratamiento con estatinas, no se recomiendan de rutina después de una DEAC[8], sino que deben reservarse para aquellos pacientes que cumplen con las indicaciones de las guías para prevención primaria de aterosclerosis o enfermedad aterosclerótica establecida[4,6].

La estrategia conservadora, tal como se optó en nuestra paciente, es por lo general el tratamiento de elección en los pacientes con DEAC clínicamente estables y sin evidencia objetiva de isquemia en curso[4,6,7,8]. Varios estudios han demostrado que la intervención coronaria percutánea se asocia con un mayor riesgo de complicaciones[8,9].

Datos observacionales han indicado una curación angiográfica de las lesiones por DEAC en la mayoría de los pacientes (entre 70%–97%) en los que se optó por una estrategia conservadora y fueron reestudiados selectivamente semanas a meses después del evento índice[6,10].

En cuanto al pronóstico de la DEAC, luego de superada la fase aguda suele ser bueno, con una supervivencia a los 5 años del 95%[2], y presentan un riesgo de recurrencia de DEAC en un 13,1%[5,10].

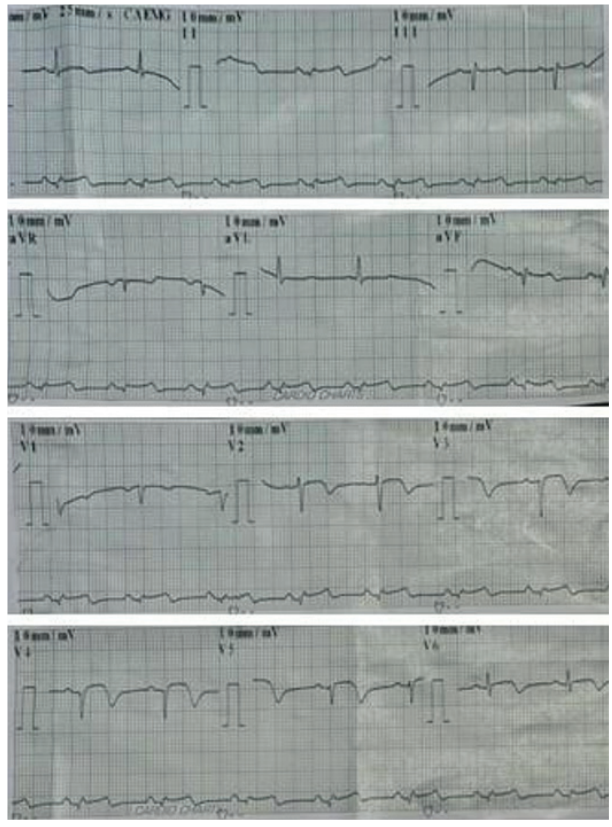


***Figura 3.*** *Electrocardiograma al alta de 12 derivaciones, que muestra ondas T isodifásicas en cara inferior y de V1 a V6, con onda Q en DII, DIII, aVF y cara anterior.*

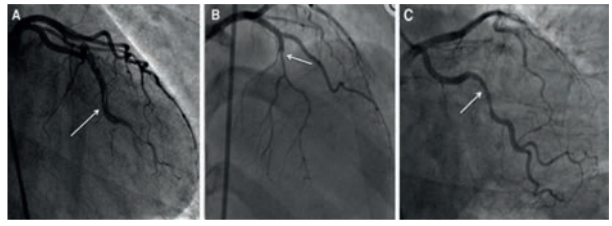



***Figura 4.*** *Características angiográficas de la disección coronaria espontánea. A) Tipo 1. B) Tipo 2. C) Tipo 3. Extraído de: Hayes SN, Kim ESH, Saw J, Adlam D, Arslanian-Engoren C, Economy KE, et al. Spontaneous Coronary Artery Dissection: Current State of the Science: A Scientific Statement From the American Heart Association. Circulation. 2018;137(19):523-557.*

## CONCLUSIONES

La DEAC es una entidad infrecuente y subdiagnosticada, cuya prevalencia es desconocida. Afecta con mayor frecuencia a mujeres jóvenes sin factores de riesgo cardiovasculares a diferencia de los SCA secundarios a aterosclerosis. La era de la reperfusión ha permitido un mayor diagnóstico de esta entidad. Existen controversias en cuanto a su abordaje y tratamiento, el cual va a depender de cada paciente y la experiencia de cada centro, aunque cada vez existen más datos a favor de la estrategia conservadora.

## BIBLIOGRAFÍA


1. *García-Guimaraes M, Bastante T, Macaya F, Roura G, Sanz R, Barahona Alvarado JC, et al. Disección coronaria espontánea en España: características clínicas y angiográficas, tratamiento y evolución hospitalaria. Revista Española de Cardiología. 2021;74(1):15-23.*
2. *Cruz M, Mieres M, García M, Perendones M. Disección coronaria espontanea: Reporte de un caso. Revista Uruguaya de Medicina Interna. 2020;5(2):37-41.*
3. *Zipes DP, Libby P, Bonow RO, Mann DL, Tomaselli GF. Braunwald E. Tratado de cardiología: Texto de medicina cardiovascular (2019, Onceava edición). España: Editorial Elsevier.*
4. *Romero-Rodríguez N, Fernández-Quero M, Villa Gil-Ortega M, Urbano del Moral JA, Ballesteros Prada S, Díaz de La Llera L, et al. Disección coronaria espontánea y sus implicaciones pronósticas a largo plazo en una cohorte de 19 casos. Revista Española de Cardiología. 2010;63(9):1088-1091.*
5. *Mortensen KH, Thuesen L, Kristensen IB, Christiansen EH. Spontaneous coronary artery dissection: a Western Denmark Heart Registry study. Catheterization and cardiovascular interventions: official journal of the Society for Cardiac Angiography & Interventions. 2009;74(5),710–717.*
6. *Hayes SN, Kim ESH, Saw J, Adlam D, Arslanian-Engoren C, Economy KE, et al. Spontaneous Coronary Artery Dissection: Current State of the Science: A Scientific Statement From the American Heart Association. Circulation. 2018;137(19):523-557.*
7. *Lettieri C, Zavalloni D, Rossini R, Musumeci G, Zanini R, Castiglioni B, et al. Management and Long-Term Prognosis of Spontaneous Coronary Artery Dissection. American Journal of Cardiology. 2015;116(1):66-73.*
8. *Tweet MS, Hayes SN, Pitta SR, Simari RD, Lerman A, Lennon RJ, et al. Clinical features, management, and prognosis of spontaneous coronary artery dissection. Circulation. 2012;126(5):579-588.*
9. *Nakashima T, Noguchi T, Haruta S, Yamamoto Y, Oshima S, Nakao K, et al. Prognostic impact of spontaneous coronary artery dissection in young female patients with acute myocardial infarction: A report from the Angina Pectoris-Myocardial Infarction Multicenter Investigators in Japan. Int J Cardiol. 2016;207:341-348.*
10. *Saw J, Aymong E, Sedlak T, Buller CE, Starovoytov A, Ricci D, et al. Spontaneous coronary artery dissection: association with predisposing arteriopathies and precipitating stressors and cardiovascular outcomes. Circulation: Cardiovascular interventions. 2014;7(5):645–655.*

# TUMOR QUÍSTICO DEL NODO ATRIOVENTRICULAR DE LOCALIZACIÓN ATÍPICA

# CYSTIC TUMOR OF ATRIOVENTRICULAR NODE IN ATYPICAL LOCATION

PABLO BASSINO[1], YAISBEL COSTERO[2], JOSEFINA PACE[1], JOANA SIMONETTA[1], PABLO NAVARRO[1], MAURO BESADA[1], HÉCTOR CALASTRA[1], DIEGO FONTANA[1]

RESUMEN

Los tumores cardíacos primarios son entidades infrecuentes, siendo el tumor quístico del nodo auriculoventricular (AV) una forma benigna y congénita de rara presentación, pero con alta asociación a muerte súbita. Presentamos el caso de un varón de 42 años, con antecedentes cardiovasculares, que consultó por síntomas inespecíficos. En el examen físico se auscultó un soplo sistólico, lo que motivó estudios por imágenes. El ecocardiograma transtorácico reveló una masa intracardíaca en el tracto de salida del ventrículo izquierdo, con características sugestivas de mixoma o fibroelastoma. La angiotomografía y la resonancia magnética cardíaca confirmaron la presencia de una lesión móvil, en íntimo contacto con la valva coronariana derecha. Se realizó resección quirúrgica y reemplazo valvular con prótesis mecánica. El estudio anatomopatológico confirmó el diagnóstico de tumor quístico del nodo AV. El paciente evolucionó favorablemente. Este caso destaca la importancia del diagnóstico diferencial en masas cardíacas, especialmente ante hallazgos atípicos, y subraya el valor del estudio histopatológico para un abordaje terapéutico preciso.

**Palabras clave:** tumores cardíacos, nodo auriculoventricular, masa cardíaca.

ABSTRACT

Primary cardiac tumors are rare entities, with the cystic tumor of the atrioventricular (AV) node representing a benign and congenital form that is infrequently encountered but highly associated with sudden cardiac death. We present the case of a 42-year-old male with a history of cardiovascular disease who sought medical attention due to nonspecific symptoms. Physical examination revealed a systolic murmur, prompting further imaging studies. Transthoracic echocardiography revealed an intracardiac mass in the left ventricular outflow tract, with characteristics suggestive of a myxoma or fibroelastoma. Cardiac CT angiography and MRI confirmed the presence of a mobile lesion in close contact with the right coronary cusp. Surgical resection and valve replacement with a mechanical prosthesis were performed. Histopathological analysis confirmed the diagnosis of a cystic tumor in the AV node. The patient had a favorable postoperative course. This case highlights the importance of differential diagnosis in cardiac masses, particularly in the presence of atypical findings, and underscores the value of histopathological evaluation for accurate therapeutic planning.

**Keywords:** cardiac tumors, atrioventricular node, cardiac mass

REVISTA CONAREC 2024;40(175):186-188 | HTTPS://DOI.ORG/10.32407/RCON/2024175/0186-0188

## INTRODUCCIÓN

Los tumores cardíacos primarios son infrecuentes, con una incidencia desde 0,001% hasta 0,03%. Las manifestaciones clínicas son diversas, dependiendo de su localización y estirpe. Entre ellos se encuentran neoplasias benignas y malignas que pueden desarrollarse a partir de cualquier tejido cardíaco[1,2]. Los tumores primarios más frecuentes son los mixomas[1,2], que habitualmente son benignos y se localizan en la aurícula izquierda, mientras que los tumores malignos son más raros, ocupando cavidades derechas, siendo el sarcoma el más frecuente.

El tumor quístico del nodo auriculoventricular (AV), también conocido como mesotelioma del nodo AV, es un tumor cardíaco primario de comportamiento benigno, de naturaleza congénita, que clásicamente se ubica en el *septum* interventricular[3], y representa el 2,7% de los tumores cardíacos. Pero, a pesar de ello, es el tumor cardíaco primario más común que causa muerte súbita (MS)[3,4].

1. Residente de Cardiología. Hospital Italiano de La Plata, Provincia de Buenos Aires
2. Jefa de residentes. Hospital Italiano de La Plata, Provincia de Buenos Aires

✉ ***Correspondencia:*** *Pablo Bassino. Hospital Italiano de La Plata. Av. 51, B1900 La Plata, Provincia de Buenos Aires. Argentina. Tel.: 2392-532577. palibassino@gmail.com.*

Los autores declaran no poseer conflictos de intereses.

Recibido: 26/09/2024 | Aceptado: 27/11/2024

## CASO CLÍNICO

Paciente masculino de 42 años con antecedentes de hipertensión arterial, obesidad grado I y enfermedad por reflujo gastroesofágico (ERGE) consulta al médico clínico por cervicalgia y cefalea. En el examen físico se auscultó un soplo sistólico de intensidad 2/6 en el foco aórtico, motivo por el cual fue derivado al Servicio de Cardiología. Una vez evaluado se solicitó un ecocardiograma transtorácico (ETT) donde se evidenció fracción de eyección (FEy) conservada del 73%, ventrículo izquierdo (VI) de dimensiones normales, sin trastornos de motilidad. En relación a las valvas coronariana derecha (CD) y coronariana izquierda (CI), en su cara ventricular (tracto de salida de VI) se observó masa adherida, con base de implantación amplia, bordes regulares, aspecto heterogéneo, móvil y adherida, que prolapsaba en sístole a la raíz aórtica, de 18x15 mm.

Se solicitó una angiotomografía cardíaca **(Figura 1)**, la cual evidenció una masa en íntimo contacto con la valva CD, a nivel de la cara ventricular, en el tracto de salida del VI, la presencia de una masa de densidad heterogénea, de bordes regulares, con base de implantación e infiltración a nivel del *septum* interventricular, que prolapsaba en sístole a la raíz aórtica, de 19,4x15,5 mm de diámetro, compatible con fibroelastoma o mixoma.

El caso fue discutido en un *Heart-team* y se decidió realizar resección quirúrgica de la masa intracardíaca. Como parte del protocolo prequirúrgico, se solicitó una resonancia magnética cardíaca **(Figura 2)**, que informó la presencia de una pequeña masa de 15,7x13,6 mm, adheri-

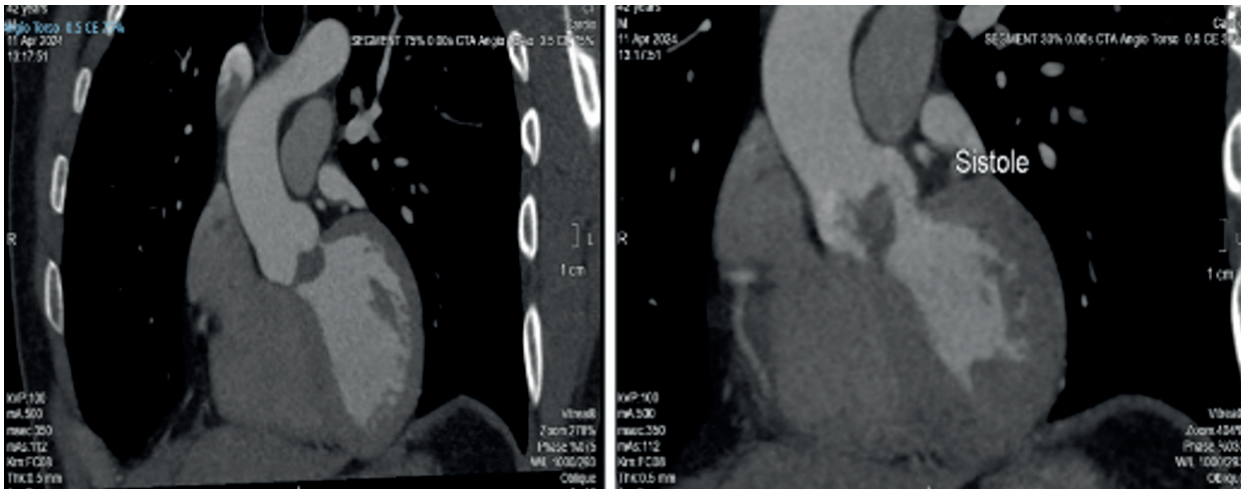



***Figura 1.*** *Angiotomografía cardíaca, que evidenció masa de densidad heterogénea, de bordes regulares, en íntimo contacto con la valva coronariana derecha, a nivel de la cara ventricular, en el tracto de salida del ventrículo izquierdo, con prolapso en sístole a la raíz aórtica.*

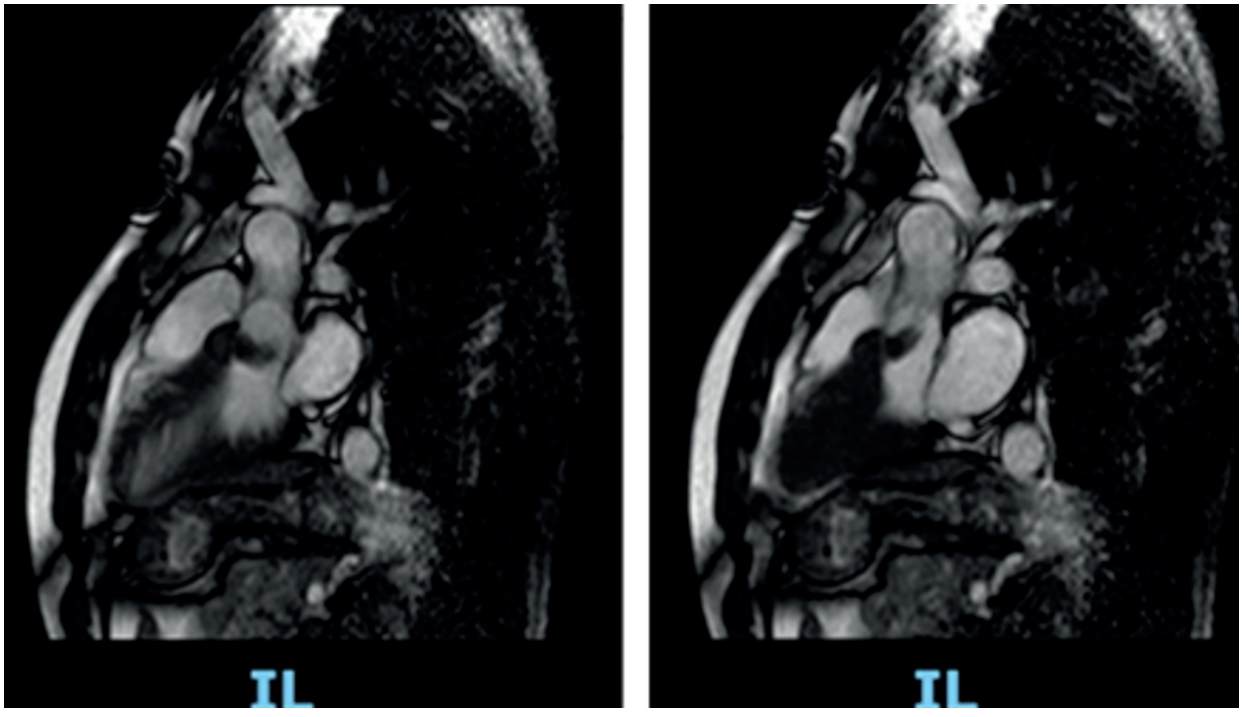


***Figura 2.*** *Resonancia magnética cardíaca, que evidenció masa de 15,7x13,6 mm, adherida a valva coronariana derecha en cara ventricular, isointensa en T1 y PSIR, sin perfusión e hiperintensa en T2, pudiendo corresponder a fibroelastoma papilar vs mixoma.*

da a la valva CD en su cara ventricular. La masa era isointensa en T1 y PSIR, sin perfusión, e hiperintensa en T2, compatible con fibroelastoma papilar o mixoma.

Se realizó una cirugía programada para la resección de la masa intracardíaca **(Figura 3)**, localizada sobre la valva CD de la válvula aórtica. Se procedió al reemplazo valvular con la colocación de una prótesis mecánica número 23. El paciente evolucionó favorablemente en el posoperatorio, sin complicaciones.

Se remitió la muestra de la resección quirúrgica del tumor para estudio anatomopatológico, que informó posteriormente hallazgo de tumor quístico del nodo AV **(Figura 4)**, confirmando el diagnóstico. Se realizó ETT de control que constató válvula mecánica normofuncionante. Posteriormente, por buena evolución, el paciente fue dado de alta con anticoagulación con acenocumarol y evolucionó asintomático, con controles ambulatorios con Cardiología y Hematología.

## DISCUSIÓN

El tumor cardíaco quístico del nodo AV es un tumor primario benigno que deriva de restos de células mesoteliales atrapadas en la región del nodo AV durante el desarrollo embrionario. Se trata de pequeñas tumoraciones de menos de 15 mm que se encuentran en el septo interauricular en la región del nodo AV. Son más frecuentes en mujeres y en las dos primeras décadas de la vida.

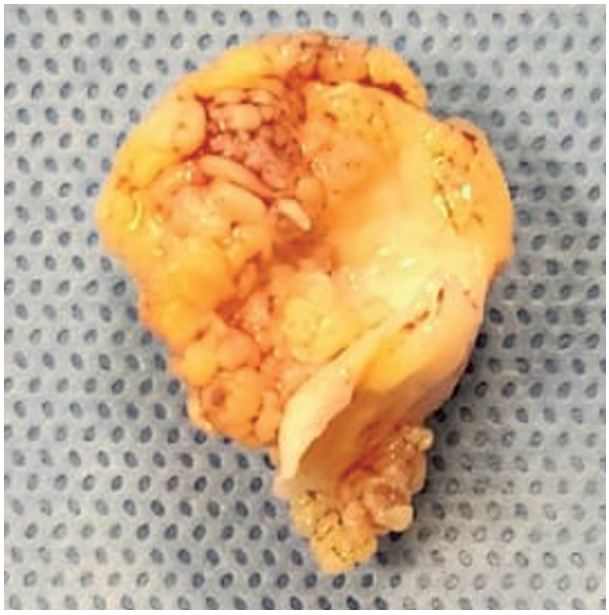
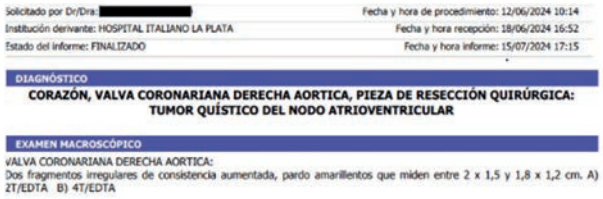


***Figura 3.*** *Pieza de resección quirúrgica de masa intracardíaca.*

Según su localización, típicamente adheridos al *septum* interventricular, cursan con diferentes tipos de bloqueo AV o con taquicardia ventricular, y es el tumor cardíaco primario más común que causa muerte súbita (MS)[4,5]. La MS en estos casos puede ser causada por focos ectópicos arritmogénicos que surgen de una preparación deficiente del impulso eléctrico a través del tejido conductor anormal de la unión AV[5]. Dependiendo de la forma de expresión clínica, deben ser tratados con implantación de marcapasos o con desfibrilador implantable[2].



Solicitado por Dr/Dra: [redacted] Fecha y hora de procedimiento: 12/06/2024 10:14
Institución derivante: HOSPITAL ITALIANO LA PLATA Fecha y hora recepción: 18/06/2024 16:52
Estado del informe: FINALIZADO Fecha y hora informe: 15/07/2024 17:15

DIAGNÓSTICO

**CORAZÓN, VALVA CORONARIANA DERECHA AORTICA, PIEZA DE RESECCIÓN QUIRÚRGICA: TUMOR QUÍSTICO DEL NODO ATRIOVENTRICULAR**

EXAMEN MACROSCÓPICO

VALVA CORONARIANA DERECHA AORTICA:
Dos fragmentos irregulares de consistencia aumentada, pardo amarillentos que miden entre 2 x 1,5 y 1,8 x 1,2 cm. A) 2T/EDTA B) 4T/EDTA

***Figura 4.*** *Informe anatomopatológico de muestra de pieza de resección quirúrgica.*

En el caso presentado, debido a su localización atípica izquierda y en la válvula aórtica, no presentó alteraciones eléctricas y su hallazgo fue incidental, mediante la realización de un ETT al constatar un soplo cardíaco al examen físico.

Debido a su posición en cavidades izquierdas y al prolapso durante la sístole hacia la raíz aórtica, el principal riesgo para el paciente era el embolismo, lo que justificó la necesidad de una resección quirúrgica, como se recomienda en los tumores intracardíacos izquierdos.

## CONCLUSIONES

El tumor quístico del nodo AV es un tumor cardíaco primario, generalmente benigno, pero con alto riesgo de muerte súbita debido a su localización habitual en el sistema de conducción cardíaco. Sin embargo, en localizaciones atípicas, como la descrita en este caso, puede presentarse sin síntomas eléctricos pero con riesgo de complicaciones embólicas. El estudio histopatológico es fundamental para confirmar el diagnóstico y orientar el manejo adecuado.

## BIBLIOGRAFÍA


1. *Amano J, Nakayama J, Yoshimura Y, Ikeda U. Clinical classification of cardiovascular tumors and tumor-like lesions, and its incidences. Gen Thorac Cardiovas Surg. 2013;61(8):435-447.*
2. *Abad C. Cardiac tumors. I. General considerations. Benign primary tumors. Rev Esp Cardiol. 1998;51(1):10-20.*
3. *Luc JGY, Phan K, Tchantchaleishvili V. Cystic tumor of the atrioventricular node: a review of the literatura. J Thorac Dis. 2017;9(9):3313-3318.*
4. *Burke A, Tavora F. The 2015 WHO Classification of Tumors of the Heart and Pericardium. J Thorac Oncol. 2016;11(4):441-452.*
5. *Cohle SD. Cystic Tumour of the Atrioventricular Node: Case Report and Literature Review, Forensic Sciences Research. 2019;4(3):287-289.*

# REGLAMENTO DE PUBLICACIONES DE LA REVISTA DEL CONSEJO ARGENTINO DE RESIDENTES DE CARDIOLOGÍA

## RULES OF PUBLICATIONS OF CONAREC JOURNAL

La *Revista del Consejo Argentino de Residentes de Cardiología (CONAREC)* publica artículos sobre temas relacionados con la Cardiología en su más amplio sentido. La *Revista CONAREC* es una publicación bimestral de marzo a diciembre (cinco números anuales) con objetivos asentados en la divulgación de material científico y educativo sobre la especialidad.
La publicación es de tipo impresa y electrónica (www.revistaconarec.com.ar), ambas de acceso gratuito. La distribución se realiza a nivel nacional y está dirigida a residentes y concurrentes de Cardiología, así como a cardiólogos clínicos e intervencionistas, técnicos en Cardiología, centros asistenciales, asociaciones científicas, bibliotecas y facultades de Medicina.
Los principios editoriales de la revista se basan en las recomendaciones para manuscritos enviados a revistas Biomédicas *(Recommendations for the Conduct, Reporting, Editing, and Publication of Scholarly Work in Medical Journals)* redactadas por el Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas *(Internacional Comittee of Medical Journal Editors – ICMJE)* en su más reciente actualización, disponible en www.icmje.org.

## ORIGINALIDAD DEL MATERIAL

Los artículos enviados deben ser originales e inéditos. No serán aceptados trabajos que se encuentren publicados o en evaluación en otras revistas científicas tanto en el mismo como en distinto idioma.

**Artículos duplicados.** Se consideran artículos duplicados aquellos que contienen material que ya ha sido publicado en su totalidad o en gran parte, o se encuentra incluido en o estrechamente vinculado a otro trabajo que ha sido enviado o aceptado para su publicación en otra revista. Estos artículos no serán aceptados para su publicación.

**Publicaciones secundarias.** La publicación secundaria de material publicado en otras revistas puede ser justificable y beneficiosa, especialmente cuando se intenta transmitis información relevante a la mayor audiencia posible (ej: guías de práctica clínica, registros con datos nacionales sobre patologías prevalentes en materia de salud pública). Los artículos se considerarán para publicación secundaria siempre y cuando se ajusten a las recomendaciones ICMJE y los editores de ambas revistas lo aprueben. Además debe ser debidamente aclarado en el texto que ya ha sido publicado en todo o en parte y deber citarse adecuadamente la publicación original.

## ÉTICA

Los trabajos clínicos experimentales que sean enviados para su evaluación deben elaborarse respetando las recomendaciones internacionales sobre investigación clínica desarrolladas en la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial revisada recientemente (www.wma.net/es/policy) y deben haber sido aprobados por un Comité de Ética institucional o regional responsable en experimentación humana. En el caso de utilización de animales de laboratorio, deberá ajustarse a las normas de la Sociedad Americana de Fisiología. Los autores de los artículos aceptan la responsabilidad definida por el Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas (www.icmje.org).

## PROTECCIÓN DE LA PRIVACIDAD DE PACIENTES

No pueden publicarse descripciones, fotografías u otros detalles que contribuyan a identificar al paciente, a menos que esta información sea indispensable para la exposición del material; en ese caso, el paciente o el padre o tutor de los menores de edad expresarán su consentimiento por escrito, el cual deberá adjuntarse.

## REGISTRO DE ENSAYOS CLÍNICOS

La *Revista CONAREC* apoya las políticas para registro de ensayos clínicos de la Organización Mundial de Salud (OMS) y del ICMJE, reconociendo la importancia de esas iniciativas para el registro y divulgación internacional de información sobre estudios clínicos, en acceso abierto. En consecuencia, solamente se aceptarán para publicación los artículos de investigaciones clínicas que hayan recibido un número de identificación en uno de los Registros de Ensayos Clínicos validados por los criterios establecidos por la OMS e ICMJE. El número de identificación se deberá consignar al final del resumen.

## SECCIONES

**Artículos originales**
Son trabajos científicos o educativos de investigación básica o clínica original. Debe seguir la estructura "IMRD", es decir, debe tener Introducción, Material y métodos, Resultados y Discusión (véanse las normas de publicación ICMJE). Además son necesarias una Conclusión y Referencias bibliográficas. Cuando la situación lo amerite, se pueden agregar Agradecimientos y un Apéndice adjunto.
*Condiciones: texto general hasta 5.000 palabras, resumen hasta 500 palabras, 3-6 palabras clave, tablas más figuras hasta 8, referencias hasta 40, autores hasta 10.*

**Revisión anual**
*Condiciones: texto general hasta 5.000 palabras, resumen hasta 500 palabras, 3-6 palabras clave, tablas más figuras hasta 8, referencias hasta 40, autores hasta 3.*

**Revisión por expertos**
Son artículos sobre temas relevantes de la especialidad solicitados por el Comité de Redacción a autores de reconocida trayectoria (nacionales o extranjeros). Excepcionalmente podrán ser considerados para publicación artículos no solicitados por el Comité siempre y cuando se ajusten al presente reglamento.
*Condiciones: texto general hasta 5.000 palabras, resumen hasta 500 palabras, 3-6 palabras clave, tablas más figuras hasta 8, referencias hasta 40, autores hasta 3.*

**Médicos de Guardia**
Son artículos sobre el manejo racional y protocolizado de diferentes circunstancias que se presentan en la práctica diaria. Son revisados y consensuados previamente con especialistas en el tema, que culminan con un diagrama de flujo sobre el manejo diagnóstico-terapéutico de la patología.
*Condiciones: texto general hasta 3.000 palabras, resumen hasta 150 palabras, tablas más figuras hasta 6, referencias hasta 20, autores hasta 8.*

**Caso clínico**
Es la descripción de un caso clínico de características inusuales, que incluye su abordaje diagnóstico y terapéutico, y su resolución final. Debe acompañarse de una introducción, una discusión bibliográfica y las conclusiones pertinentes.

*Condiciones: texto general hasta 2.000 palabras, resumen hasta 350 palabras, tablas más figuras hasta 5, referencias hasta 20, autores hasta 10.*

**Imágenes en Cardiología**
Son imágenes, no necesariamente excepcionales, pero sí ilustrativas, que deben ir acompañadas de una leyenda explicativa, un resumen del caso clínico y una breve reseña bibliográfica.
*Condiciones: texto general hasta 1.200 palabras, resumen hasta 350 palabras, figuras hasta 8, referencias hasta 10, autores hasta 10.*

**Editoriales**
Son comentarios y/o análisis de un artículo publicado en el número de la revista en el que aparece y es solicitado por el Comité de Redacción a un autor experto en el tema. Asimismo, pueden solicitarse comentarios sobre temas no relacionados con un artículo en particular.
*Condiciones: texto general hasta 1.200 palabras, referencias hasta 10.*

**Monografía seleccionada**
Son monografías seleccionadas y/o premiadas por el Comité Científico de la última Jornada Interresidentes de Cardiología, adaptadas para la publicación en la revista (ver normas de publicación ICMJE).
*Condiciones: texto general hasta 10.000 palabras, resumen hasta 500 palabras, 3-6 palabras clave, tablas más figuras hasta 10 y referencias hasta 100. Máximo de autores: 3.*

**Selección de artículos relevantes, guías y consensos publicados**
La selección del material estará a cargo de miembros del Comité de Redacción teniendo en cuenta las principales revistas nacionales e internacionales.
*Condiciones: se confeccionará una lista en la que conste el título del artículo seleccionado y la correspondiente cita de la revista en la que fue publicado según las normas generales de publicación de CONAREC.*

**Agenda CONAREC**
Se publicarán las actividades más importantes correspondientes al bimestre de la edición.

## RECEPCIÓN, EVALUACIÓN Y PUBLICACIÓN DE ARTÍCULOS

El envío del artículo (texto, tablas y figuras) debe realizarse por correo electrónico a **conarecrevista@gmail.com** consignando en el asunto la sección a la que corresponda.
Cada manuscrito recibido será examinado por el Comité de Redacción con la supervisión del Comité Asesor y de ser adecuado a las normas de publicación será evaluado por dos árbitros externos especializados en el tema en forma doble ciego: el material será enviado a estos últimos sin consignar el nombre de los autores ni el centro al que pertenecen. Si los revisores consideran necesaria la realización de modificaciones, se enviarán las sugerencias al autor responsable preservando la identidad del revisor. El autor recibirá una respuesta preliminar dentro de los 3 meses de remitido el manuscrito correctamente, debiendo realizar los cambios sugeridos a la brevedad y reenviar el material para su nueva evaluación. Finalmente, se notificará al autor responsable sobre la aceptación o el rechazo del manuscrito.
El Comité de Redacción se reserva el derecho de introducir, con el consentimiento de los autores, todos los cambios editoriales exigidos por las normas gramaticales y las necesidades de edición de la revista.
Aprobada la publicación del trabajo, CONAREC retiene los derechos de autor para su reproducción total o parcial.

## PREPARACIÓN DEL MANUSCRITO

El artículo debe estar escrito en castellano, en un procesador de texto Word (Microsoft®) o similar (con formato compatible) y guardado con extensión *.doc o *.docx. El tamaño de la página debe ser A4 o carta, con doble espacio interlineado, márgenes de 25 mm con texto justificado y con tamaño de letra de 12 puntos tipo Times New Roman. Las páginas se numerarán en forma consecutiva comenzando con la portada.
Cada artículo debe ser presentado con una **primera página** que debe contener: a) título del artículo en mayúscula con negrita; b) apellido y nombres completos de los autores; c) institución en que se desempeñan; d) cargos que ocupan; e) título abreviado para cabeza de página; f) título en inglés; g) número total de palabras del artículo, sin las referencias bibliográficas; h) número de palabras del resumen; i) nombre y dirección completa, código postal y dirección de correo electrónico del autor con quien se deba mantener correspondencia; j) declaración de la existencia o no de conflictos de intereses.
Para consignar los nombres de los autores, se debe colocar el apellido seguido por el nombre de pila y la inicial del segundo si lo tuviere, separado por punto y coma del siguiente (por ejemplo: Herrera Paz Juan J; Thierer Jorge). Continuado con punto seguido el lugar donde se realizó el trabajo. Debajo se debe colocar el lugar donde desempeña su tarea laboral y cargo que ocupa cada uno de los autores señalado con notas al pie, usando números consecutivos. Quienes figuren como autores deben haber participado en la investigación o en la elaboración del manuscrito y hacerse públicamente responsables de su contenido, adaptándose a las normas para la autoría expuestas por la IMCJE.
La **segunda página** debe incluir a) resumen en español; b) palabras clave en español; c) resumen en inglés americano (*abstract*); d) palabras clave en inglés (keywords); e) número de identificación en el registro de Ensayos Clínicos cuando corresponda.
Las palabras clave deben ser términos incluidos en la lista del Index Medicus (Medical Subject Headings – MeSH) y Descriptores en Ciencias de la Salud (DeCS). Para la selección de estos se recomienda visitar los siguientes enlaces: http://www.nlm.nih.gov/mesh/2014/mesh_browser/MBrowser y http://decs.bvs.br
Luego, en la **tercera página**, se debe desarrollar el contenido del manuscrito de acuerdo con las especificaciones de cada tipo de artículo, iniciando una nueva página para cada sección. Cada sección de la estructura "IMDR" debe ir con negrita mayúscula, mientras que las siguientes subsecciones dentro de la estructura IMDR deben ir con negrita tipo título separadas de las secciones por espacio simple.

**Unidades de medida**
Como unidades de medida se utilizarán las del sistema métrico decimal, usando comas para los decimales. Todas las mediciones clínicas, hematológicas y químicas deben expresarse en unidades del sistema métrico y/o UI, aclarando, cuando sea necesario, los rangos de referencia del laboratorio que realizó las determinaciones.

**Abreviaturas**
Solo se utilizarán las abreviaturas comunes, evitándose su uso en el título y en el resumen. La primera vez que se empleen irán precedidas por el término completo, excepto que se trate de unidades de medida estándar.

**Tablas y Figuras**
Las tablas y figuras deben presentarse en hojas individuales y se enumerarán consecutivamente con números arábigos (1, 2, etc.) según el orden que fueron citadas en el texto, con un título breve para cada una de ellas. Deben ser rotuladas con la palabra Tabla o Figura en negrita continuada por el número correspondiente de figura o tabla. Todas las abreviaturas de la tabla no estandarizadas deben explicarse. Las notas aclaratorias deben ir al pie de la tabla utilizando los siguientes símbolos en esta secuencia: *, †, ‡, §, ¶, **, ††, ‡‡, etc.
Las figuras deben estar en formato TIFF, PSD o JPEG, a 300 dpi en formato final. Deben ser numeradas correlativamente con una leyenda explicativa en hoja aparte. El tamaño usual de las fotografías debe ser de 127x173 mm. Los títulos y las explicaciones detalladas se colocan en el texto de las leyendas y no en la ilustración misma.

**Referencias bibliográficas**
Las referencias bibliográficas solo se limitarán a citar a aquellos artículos originales directamente relacionados con el trabajo, evitándose mencionar artículos de revisión sobre el tema expuesto. Se enumerarán las referencias de manera consecutiva con números arábigos entre paréntesis.

Se incluirán todos los autores cuando sean seis o menos; si fueran más de seis, el sexto será seguido de la expresión "et al". Los títulos de las revistas serán abreviados según el estilo empleado en el Index Medicus. Ejemplos según tipo de publicación a citar:

1. Registro de Procedimientos Diagnósticos y Terapéuticos efectuados durante el período 2006-2007. Colegio Argentino de Cardioangiólogos Intervencionistas (CACI). Disponible en http://www.caci.org.ar/addons/3/158.pdf. Consultado el 01/01/2009. (Para páginas web).
2. Ambrosy AP, Vaduganathan M, Huffman MD, Khan S, Kwasny MJ, Fought AJ, et al. Clinical course and predictive value of liver function tests in patients hospitalized for worsening heart failure with reduced ejection fraction: an analysis of the EVEREST trial. Eur J Heart Fail. 2012;14(3):302-11. (Para revistas en inglés).
3. Guardiani F, Mana M, Vázquez R. Trombosis simultánea en el infarto agudo de miocardio. Pancoronaritis. Rev Conarec. 2008;30(96):290-92. (Para revistas en español).
4. Braverman A, Thompson R, Sanchez L. Enfermedades de la aorta. En: Bonow R, Mann D, Zipes D, Libby P. *Braunwald, Tratado de Cardiología: texto de medicina cardiovascular* (2013, Novena edición, 1324-1354). España: Editorial Elsevier. (Libro).

## APÉNDICE - ESTRUCTURA "IMRD"

**Introducción.** Establece el propósito del artículo y realiza el resumen de los fundamentos lógicos para la observación del estudio. Da únicamente las referencias estrictamente pertinentes. Se presentan los objetivos del trabajo, y se resumen las bases para el estudio o la observación. No debe incluir resultados o conclusiones del trabajo.

**Materiales y métodos.** Incluye una descripción de: a) La selección de los sujetos estudiados y sus características. b) Los métodos, aparatos y procedimientos; en estudios clínicos se informarán detalles del protocolo (población estudiada, intervenciones efectuadas, bases estadísticas). c) Guías o normas éticas seguidas. d) Descripción de los métodos estadísticos utilizados. Describe claramente la selección de los sujetos destinados a la observación y la experimentación (pacientes o animales de laboratorio, incluido grupo de control). Debe identificar edad, sexo y otras características relevantes de la población, los métodos, aparatos (proporcionar el nombre, dirección de la empresa que lo produce) y procedimientos con suficientes detalles que permitan a otros investigadores la reproducción de los resultados. Deben mencionarse las drogas y las sustancias químicas, incluidos nombre químico, dosis y vías de administración.

Dentro de esta sección deberá aclararse, si correspondiera, el análisis estadístico realizado, así como el programa utilizado para ello, y el nivel de significancia preestablecido. Los trabajos clínicos aleatorizados (randomizados) deberán presentar información sobre los elementos más importantes del estudio, que contengan el protocolo y la hoja de flujo de la inclusión de los pacientes, y además deberán seguir los lineamientos del CONSORT (consúltese el artículo en la página web de instrucciones de la revista).
Los autores que presentan revisiones deberán incluir una sección en la que se describan los métodos utilizados para la ubicación, la selección y la síntesis de datos; estos métodos deberán figurar abreviados en el resumen.

**Resultados.** Los resultados deben presentarse con una secuencia lógica en el texto, las tablas y las ilustraciones. No se deben repetir en el texto todos los datos de las tablas o las ilustraciones, debiendo destacar solo las observaciones importantes. Las tablas y las figuras deben utilizarse en el número estrictamente necesario para explicar el material y para valorar su respaldo. Se recomienda emplear gráficos como alternativa para las tablas con numerosas entradas.

**Discusión.** Resalta los aspectos nuevos e importantes del estudio, las conclusiones de ellos derivadas, y su relación con los objetivos que figuran en la Introducción. No se debe repetir información que ya figure en otras secciones del trabajo. Evitar declaraciones de prioridad y referencias a trabajos aún no completados. Incluir los hallazgos, sus implicaciones y limitaciones, incluso lo que implicaría una futura investigación. Relacionar las observaciones con las de otros estudios importantes.
Las conclusiones deben estar relacionadas con los objetivos del estudio. Se deben evitar informes no calificados y conclusiones que no estén completamente respaldados por los datos. Los autores deben evitar dar informaciones sobre costos-beneficios económicos a menos que el artículo incluya datos económicos y su análisis. Plantear otras hipótesis cuando esté justificado, pero rotuladas claramente como tales. Las recomendaciones pueden incluirse cuando resulten apropiadas.

**Agradecimientos.** Precediendo a la bibliografía; si cabe se citarán: reconocimiento por apoyo técnico, aportes financieros, contribuciones que no lleguen a justificar autoría. En estos casos los autores serán responsables de contar con el consentimiento escrito de las personas nombradas.

**Apéndice.** En esta sección, de carácter opcional, deberá incluirse todo aquel material no contemplado en los apartados previos, y que resulte necesario o facilite la comprensión del manuscrito remitido. Ejemplo de esto son los formularios empleados para llevar adelante una encuesta, ilustraciones de una maquinaria empleada para una determinada tarea, o similar.

# REGLAMENTO DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN DE CONAREC

Los Registros CONAREC constituyen un patrimonio del Consejo, fruto del trabajo incansable y desinteresado de residentes de todo el país. Por tanto, los datos obtenidos a través de estos pueden ser empleados por cualquier miembro del CONAREC, independientemente de que hayan participado o no en la elaboración de dicho registro. Sin embargo, para armonizar estas tareas, es necesario cumplimentar una serie de requisitos:

## 1. DISEÑO DE REGISTRO Y ENCUESTAS DE CONAREC

A. Se formará un grupo de miembros activos de CONAREC destinado al diseño de Registros o Encuestas de CONAREC que podrán ser los autores principales del mismo, todos ellos residentes miembros y colaboradores activos de CONAREC, quienes deberán ser convocados y aprobados por la Comisión Directiva vigente.
B. Se designará un autor principal del Registro o Encuesta CONAREC, que deberá ser siempre un miembro activo.
C. Se incluirá indefectiblemente hasta tres staff o colaboradores convocados para el asesoramiento científico necesario.
D. Se privilegiará la publicación en la Revista del CONAREC, aunque pueden ser publicados asimismo en conjunto en revistas nacionales e internacionales que sean adecuadas a tal fin

## 2. DISEÑO DE SUBANÁLISIS DE REGISTROS Y ENCUESTAS DE CONAREC

A. Cualquier residente interesado en analizar los datos de los Registros del Consejo como primera instancia deberá ponerse en contacto con cualquier miembro de la Comisión Directiva vigente del Consejo, para informar y elevar una propuesta (enviar propuesta a conarecoficial@gmail.com). La propuesta deberá ser evaluada por la Comisión Directiva y por los autores originales del Registro CONAREC o la Encuesta CONAREC publicados
B. En esta propuesta deberá informar en qué Jornada científica se desea presentar el trabajo o en qué Revista Científica se hará la publicación. En caso de que se trate de un trabajo en formato abstract, se deberá asumir el compromiso de los autores de publicar sus resultados en formato de texto completo (full text).
C. Se dará mayor relevancia a las propuestas de realización de subanálisis que involucren residentes de diferentes centros, a fin de favorecer el trabajo multicéntrico y federal. El Consejo se encargará de facilitar a los residentes que así lo soliciten, la forma de contactarse con residentes de las instituciones que deseen invitar a participar de la investigación.
D. Cualquier residente que quiera llevar adelante un proyecto con los datos de los Registros CONAREC dispondrá de asesoramiento estadístico y metodológico provisto por el CONAREC si así lo solicita (miembros del Consejo y expertos externos convocados a tal fin).
E. Autoría:

- Residentes: Toda investigación deberá incluir indefectiblemente al menos la mitad de autores que sean residentes activos. El autor principal de un registro o subanálisis de CONAREC deberá ser exclusivamente un residente o un miembro activo del Consejo al momento de diseñar el mismo, y será el responsable último de concretar la redacción del full text del mismo.
  - Autores originales del Registro: En todos los casos deberá consignarse como parte de los autores del subanálisis a los principales autores del Registro o Encuesta CONAREC Original.
  - Staff asesores: El/los residentes que soliciten realizar un subanálisis de un Registro o encuesta de CONAREC podrán proponer un médico de planta/staff como asesor o tutor para ser coautor del trabajo final, debiendo incluir siempre y en todos los casos al menos un staff asesor del Registro Original.
  - Debido al carácter multicéntrico y colaborativo de los Registros y Encuestas de CONAREC, y en consonancia con el espíritu federal del Consejo, no se incluirá el nombre de los centros de los autores, y en lugar de ellos se consignará "en representación del Consejo Argentino de Residentes de Cardiología".
  - Todo autor deberá ser notificado del trabajo para su participación en la confección y diseño, así como para la confirmación de la publicación.

F. Publicación: Se privilegiará la publicación en la Revista del CONAREC, aunque pueden ser publicados asimismo en conjunto en revistas nacionales e internacionales que sean adecuadas a tal fin, siempre acordado previamente con la Comisión Directiva vigente y los autores principales del Registro Original.
G. No se permitirá a los autores ni coautores de un trabajo científico realizar un nuevo análisis hasta haber completado el previo: el escrito final debe al menos encontrarse siendo analizado por la Revista científica donde se propuso publicar inicialmente el manuscrito.
H. Los trabajos realizados con los datos del CONAREC no podrán ser empleados para ascender en la membresía de ninguna Sociedad Científica, ni como investigación para aprobar el curso de especialista de cardiología o carreras afines.