



# Revista Argentina de Cardiología

## Argentine Journal of Cardiology

Octubre 2024 | Vol. 92 N° 5

ISSN 0034-7000

www.sac.org.ar

### CARTA DEL DIRECTOR DE LA RAC

La Revista Argentina de Cardiología cumple 90 años  
Jorge Thierer

### EDITORIAL

Nuevas derivaciones precordiales y VCGS regionales  
Pedro Brugada

Aquellos años felices  
Carlos Tajer

### ARTÍCULOS ORIGINALES

La situación actual del cardiólogo en nuestro país. Resultados de la encuesta del Área de Políticas de Salud  
Diego S. Novielli, Horacio Pomes Iparraguirre, Fernando J. Sokn y cols.

Presencia de disautonomía como predictor del desarrollo de cardiopatía estructural en pacientes con enfermedad de Chagas  
Daniel A. Chirino Navarta, Macarena Mujica Gutiérrez, Mariela S. Leonardi y cols.

Revascularización endovascular en isquemia crítica de miembros inferiores  
Robertino Bevacqua, Mariano Norese, Sergio Shinzato y cols.

Análisis 3D de la geometría y fluidodinámica durante el planeamiento prequirúrgico de los pacientes con ventrículo único y síndrome de heterotaxia en el estadio pre Fontan-Kreutzer  
Ignacio G. Berra, Néstor R. Cejas Bolecek, Ramiro Goldman y cols.

Cirugía de revascularización miocárdica en Argentina. Subanálisis del Registro ARGEN-CCV  
Walter Alustiza, Natalia Carli, Esteban Romeo y cols.

### PROGRESOS MÉDICOS

Nuevas derivaciones electrocardiográficas y vectorcardiogramas regionales  
Mario J. Mc Loughlin, José M. Di Diego

### CARTAS CIENTÍFICAS

Cardiomiopatía hipertrófica asociada a variante genética en MYBPC3:c.1119 C>G (p.Tyr373Ter)  
Juan S. Hernández, Jhon J. Gómez-Tovio, Sofía A. Hernández-Meza y cols.

Endocarditis infecciosa recurrente por Klebsiella Pneumoniae  
Fernando Alberto Machado Gómez, Mateo Aguirre Flórez, Efraín Santiago Guzmán Bedoya y cols.

### ANÁLISIS HISTÓRICO DE LA EVOLUCIÓN DE LAS IDEAS MÉDICAS

El conocimiento total del sistema circulatorio  
Jorge C. Trainini

### ARTÍCULOS DE REVISIÓN

Breve reseña historia de la Cardiología Argentina, de la Sociedad Argentina de Cardiología y de la formación en la especialidad  
Amanda Galli

Del estudio observacional y el ajuste a la decisión clínica. Parte 2  
Arturo Cagide

### CONTROVERSIA

En la estenosis aórtica grave sin disfunción ventricular no hay que esperar los síntomas  
Pablo Lamelas, María Celeste Carrero

### CARTA DE LECTORES

Desafíos de la anticoagulación en miocardiopatía chagásica y fibrilación auricular  
Facundo I. Zuviría

Durabilidad de las prótesis biológicas en posición aórtica  
Andrés Ibarra Montana

### CARTA DEL PRESIDENTE DE LA SAC

La variable independiente del éxito...nuestra gente  
Víctor Mauro



# REVISTA ARGENTINA DE CARDIOLOGIA

ORGANO CIENTÍFICO DE LA SOCIEDAD ARGENTINA DE CARDIOLOGÍA

## COMITÉ EDITOR

### Director

JORGE THIERER  
Instituto Universitario CEMIC, CABA

### Director Adjunto

CLAUDIO C. HIGA  
Hospital Alemán, CABA

### Directores Asociados

ERNESTO DURONTO  
Fundación Favalaro, CABA  
JUAN PABLO COSTABEL  
ICBA, CABA  
WALTER M. MASSON  
Instituto Universitario Hospital Italiano, CABA  
JAVIER GUETTA  
Instituto Universitario CEMIC, CABA  
GASTÓN RODRÍGUEZ GRANILLO  
Instituto Médico ENER, Clínica La Sagrada Familia (CABA)  
SANDRA SWIESZKOWSKI (Hospital de Clínicas José de San Martín, CABA)

### Editor Consultor

HERNÁN C. DOVAL  
Instituto Universitario Hospital Italiano

### Delegado por la SAC

CHRISTIAN SMITH  
Hospital Felipe Arnedo, Clorinda, Formosa

### Editor de Ciencias básicas

BRUNO BUCHHOLZ  
Universidad de Buenos Aires

### Vocales

MARIANO FALCONI (Instituto Universitario Hospital Italiano, CABA)

LUCRECIA BURGOS  
ICBA, CABA

JOSÉ LUIS BARISANI (Hospital Presidente Perón, Avellaneda, Buenos Aires)

JORGE CARLOS TRAININI (Hospital Presidente Perón, Avellaneda, Buenos Aires)

GUILLERMO ERNESTO LINIADO (Hospital Argerich, CABA)

ELIÁN GIORDANINO  
Clínica Las Condes, Santiago de Chile

MARIANO TREVISÁN (Sanatorio San Carlos, Bariloche, Río Negro)

BIBIANA MARÍA DE LA VEGA (Hospital Zenón Santillán, Universidad Nacional de Tucumán)

### Consultor en Estadística, Buenos Aires

JAVIER MARIANI  
Hospital El Cruce, Buenos Aires

### Coordinación Editorial

PATRICIA LÓPEZ DOWLING  
VERÓNICA TORRES

## COMITÉ HONORARIO

MARCELO V. ELIZARI (ARGENTINA)  
GUILLERMO KREUTZER (ARGENTINA)  
JOSÉ NAVIA (ARGENTINA)

## COMITÉ EDITOR INTERNACIONAL

AMBROSIO, GIUSEPPE (ITALIA)  
University of Perugia School of Medicine, Perugia  
ANTZELEVITCH, CHARLES (EE.UU)  
Masonic Medical Research Laboratory  
BADIMON, JUAN JOSÉ (EE.UU)  
Cardiovascular Institute, The Mount Sinai School of Medicine  
BARANCHUK, ADRIÁN (CANADÁ)  
Queen's University, Kingston  
BAZÁN, MANUEL (CUBA)  
INCOR, La Habana  
BLANKSTEIN, RON  
Harvard Medical School (EEUU)  
BRUGADA, RAMÓN (ESPAÑA)  
Cardiology Department, The Thorax Institute, Hospital Clinic, University of Barcelona, Barcelona  
CABO SALVADOR, JAVIER  
Departamento de Ciencias de la Salud de la Universidad de Madrid UDIMA (ESPAÑA)  
CAMIM, JOHN (GRAN BRETAÑA)  
British Heart Foundation, St. George's University of London  
CARRERAS COSTA, FRANCESC (ESPAÑA)  
Hospital de la Santa Creu i Sant Pau, Universitat Autònoma de Barcelona  
CHACHQUES, JUAN CARLOS (FRANCIA)  
Pompidou Hospital, University of Paris Descartes, Paris  
DEMARIA, ANTHONY N. (EE.UU)  
UCSD Medical Center, San Diego, California  
DI CARLI, MARCELO (EE.UU)  
Harvard Medical School, Boston, MA  
EVANGELISTA MASIP, ARTURO (ESPAÑA)  
Instituto Cardiológico, Quirónsalud-Teknon, Barcelona  
EZEKOWITZ, MICHAEL (EE.UU)  
Lankenau Medical Center, Medical Science Building, Wynnewood, PA  
FEIGENBAUM, HARVEY (EE.UU)  
Indiana University School of Medicine, Indianapolis  
FERRARI, ROBERTO (CANADÁ)  
University of Alberta, Edmonton, Alberta  
FERRARIO, CARLOS (EE.UU)  
Wake Forest University School of Medicine, Winston-Salem  
FLATHER, MARCUS (GRAN BRETAÑA)  
Royal Brompton and Harefield NHS Foundation Trust and Imperial College London  
FUSTER, VALENTIN (EE.UU)  
The Mount Sinai Medical Center, New York  
GARCÍA FERNÁNDEZ, MIGUEL ÁNGEL (ESPAÑA)  
Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Medicina  
JIFFÉ STEIN, ALBERTO (ESPAÑA)  
Department of Cardiology, A Coruña University Hospital, La Coruña

KASKI, JUAN CARLOS (GRAN BRETAÑA)  
St. George's University of London, Cardiovascular Sciences Research Centre, Cranmer Terrace, London  
KHANDERIA, BIJOY (EE.UU)  
Aurora Cardiovascular Services  
KRUCOFF, MITCHELL W. (EE.UU)  
Duke University Medical Center, Durham  
LÓPEZ SENDÓN, JOSÉ LUIS (ESPAÑA)  
Hospital Universitario La Paz, Instituto de Investigación La Paz, Madrid  
LUSCHER, THOMAS (SUIZA)  
European Heart Journal, Zurich Heart House, Zürich, Switzerland  
MARZILLI, MARIO (ITALIA)  
Cardiothoracic Department, Division of Cardiology, University Hospital of Pisa  
MAURER, GERALD (AUSTRIA)  
Univ.-Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie I, Christian-Doppler-Klinik, Salzburg  
MOHR, FRIEDRICH (ALEMANIA)  
Herzzentrum Universität Leipzig, Leipzig  
NANDA, NAVIN (EE.UU)  
University of Alabama at Birmingham, Birmingham  
NEUBAUER, STEFAN  
University of Oxford and John Radcliffe Hospital (GRAN BRETAÑA)  
NILSEN, DENNIS (NORUEGA)  
Department of Cardiology, Stavanger University Hospital, Stavanger  
PALACIOS, IGOR (EE.UU)  
Massachusetts General Hospital  
PANZA, JULIO (EE.UU)  
MedStar Washington Hospital Center, Washington, DC  
PICANO, EUGENIO (ITALIA)  
Institute of Clinical Physiology, CNR, Pisa  
PINSKI, SERGIO (EE.UU)  
Cleveland Clinic Florida  
RASTAN, ARDAWAN (ALEMANIA)  
Universitäts-Herzzentrum Freiburg-Bad Krozingen  
SERRUYS, PATRICK W.  
Imperial College (GRAN BRETAÑA)  
SICOURI, SERGE (EE.UU)  
Masonic Medical Research Laboratory, Utica  
THEROUX, PIERRE (CANADÁ)  
University of Toronto, Ontario  
TOGNIONI, GIANNI (ITALIA)  
Consorzio Mario Negri Sud, Santa Maria Imbaro, Chieti  
VENTURA, HÉCTOR (EE.UU)  
Ochsner Clinical School-The University of Queensland School of Medicine, New Orleans  
WIELGOSZ, ANDREAS (CANADÁ)  
University of Calgary, Calgary, Alberta  
ZIPES, DOUGLAS (EE.UU)  
Indiana University School of Medicine, Indianapolis

## SOCIEDAD ARGENTINA DE CARDIOLOGÍA

## COMISIÓN DIRECTIVA

### Presidente

VÍCTOR M. MAURO

### Presidente Electo

PABLO G. STUTZBACH

### Vicepresidente 1°

SERGIO J. BARATTA

### Vicepresidente 2°

RICARDO S. GALDEANO

### Secretario

SILVIA S. MAKHOUL

### Tesorero

DIEGO PÉREZ DE ARENAZA

### Prosecretario

SANDRA SWIESZKOWSKI

### Protesorero

JUAN P. COSTABEL

### Vocales Titulares

MARCOS AMUCHÁSTEGUI

CAROLINA SALVATORI

IVÁN CONSTANTIN

MARIANA CORNELI

### Vocal Suplentes

MARÍA J. MEDUS

FEDERICO LANDETA

JORGE A. ALLÍN

### Presidente Anterior

CLAUDIO R. MAJUL

## Revista Argentina de Cardiología

La Revista Argentina de Cardiología es propiedad de la Sociedad Argentina de Cardiología.

ISSN 0034-7000 ISSN 1850-3748 versión electrónica - Registro de la Propiedad Intelectual en trámite

Full English text available. Indexada en SciELO, Scopus, Embase, LILACS, Latindex, Redalyc, Dialnet y DOAJ. Incluida en el Núcleo Básico de Revistas Científicas Argentinas del CONICET.

## VOL 92 N° 4 AGOSTO 2024

### Dirección Científica y Administración

Azcuénaga 980 - (1115) Buenos Aires / Tel.: 4961-6027/8/9 / Fax: 4961-6020 / e-mail: revista@sac.org.ar / web site: www.sac.org.ar

Atención al público de lunes a viernes de 13 a 20 horas



**VOL 92 N° 5**  
**OCTUBRE 2024**

# Sumario

<b>CARTA DEL DIRECTOR DE LA RAC</b>	329	<b>La Revista Argentina de Cardiología cumple 90 años</b> Jorge Thierer
<b>EDITORIALES</b>	330	<b>Nuevas derivaciones precordiales y VCGS regionales</b> Pedro Brugada
	332	<b>Aquellos años felices</b> Carlos Tajer
<b>ARTÍCULOS ORIGINALES</b>	333	<b>La situación actual del cardiólogo en nuestro país. Resultados de la encuesta del Área de Políticas de Salud</b> Diego S. Novielli, Horacio Pomes Iparraguirre, Fernando J. Sokn, Rubén Kevorkian, Carlos Rapallo, Alberto Caccavo, Anibal Picarel, Néstor Pérez Baliño, Osvaldo Masoli, Jorge E. Tronge
	339	<b>Presencia de disautonomía como predictor del desarrollo de cardiopatía estructural en pacientes con enfermedad de Chagas</b> Daniel A. Chirino Navarta, Macarena Mujica Gutiérrez, Mariela S. Leonardi, Claudio Dizeo, José G Escobar Calderón
	345	<b>Revascularización endovascular en isquemia crítica de miembros inferiores</b> Robertino Bevacqua, Mariano Norese, Sergio Shinzato, Marcelo H. Damonte H., Nicolás E. Heredia
	353	<b>Análisis 3D de la geometría y fluidodinámica durante el planeamiento prequirúrgico de los pacientes con ventrículo único y síndrome de heterotaxia en el estadio pre Fontan-Kreutzer</b> Ignacio G. Berra, Néstor R. Cejas Bolecek, Ramiro Goldman, Rocío Boudou, María Laura Zenobi, Pablo García Delucis, Javier Cornelis, Pablo Takeuchi, Fernando Díaz Mori, Mauro Fermin, Enzo Dari, Sebastián Berra
	361	<b>Cirugía de revascularización miocárdica en Argentina. Subanálisis del Registro ARGEN-CCV</b> Walter Alustiza, Natalia Carli, Esteban Romeo, Javier Ferrari, Adrián Lescano, Leonardo Cáceres, Hernán del Percio, Heraldó D'Imperio
<b>PROGRESOS MÉDICOS</b>	367	<b>Nuevas derivaciones electrocardiográficas y vectorcardiogramas regionales</b> Mario J. Mc Loughlin, José M. Di Diego
<b>CARTAS CIENTÍFICAS</b>	376	<b>Cardiomiopatía hipertrófica asociada a variante genética en MYBPC3:c.1119 C&gt;G (p.Tyr373Ter)</b> Juan S. Hernández, Jhon J. Gómez-Tovio, Sofía A. Hernández-Meza, Nicolás Niederbacher
	379	<b>Endocarditis infecciosa recurrente por Klebsiella Pneumoniae</b> Fernando Alberto Machado Gómez, Mateo Aguirre Flórez, Efraín Santiago Guzmán Bedoya, Diego Alejandro Medina Morales, Javier Gustavo Martínez Aroca
<b>ANÁLISIS HISTÓRICO DE LA EVOLUCIÓN DE LAS IDEAS MÉDICAS</b>	383	<b>El conocimiento total del sistema circulatorio</b> Jorge C. Trainini
<b>ARTÍCULOS DE REVISIÓN</b>	385	<b>Breve historia de la Cardiología Argentina, de la Sociedad Argentina de Cardiología y de la formación en la especialidad</b> Amanda Galli
	389	<b>Del estudio observacional y el ajuste a la decisión clínica. Parte 2</b> Arturo Cagide
<b>CONTROVERSIAS</b>	396	<b>En la estenosis aórtica grave sin disfunción ventricular no hay que esperar los síntomas</b> Pablo Lamelas, María Celeste Carrero
<b>CARTAS DE LECTORES</b>	405	<b>Desafíos de la anticoagulación en miocardiopatía chagásica y fibrilación auricular</b> Facundo I. Zuviria
	406	<b>Durabilidad de las prótesis biológicas en posición aórtica</b> Andrés Ibarra Montana
<b>CARTA DEL PRESIDENTE DE LA SAC</b>	408	<b>La variable independiente del éxito...nuestra gente</b> Víctor Mauro



**VOL 92 N° 5**  
**OCTOBER 2024**

# Summary

<b>RAC DIRECTOR'S LETTER</b>	329	<b>The Argentine Journal of Cardiology turns 90 years old</b> Jorge Thier
<b>EDITORIALES</b>	330	<b>New Precordial Leads and Regional Vectocardiograms</b> Pedro Brugada
	332	<b>Those Happy Years</b> Carlos Tajer
<b>ORIGINAL ARTICLES</b>	333	<b>Current Situation of Cardiologists in our Country. Health Policy Area Survey Results</b> Diego S. Novielli, Horacio Pomes Iparraguirre, Fernando J. Sokn, Rubén Kevorkian, Carlos Rapallo, Alberto Caccavo, Anibal Picarel, Néstor Pérez Baliño, Osvaldo Masoli, Jorge E. Tronche
	339	<b>Presence of Dysautonomia as a Predictor of Structural Heart Disease in Patients with Chagas Disease</b> Daniel A. Chirino Navarta, Macarena Mujica Gutiérrez, Mariela S. Leonardi, Claudio Dizeo, José G Escobar Calderón
	345	<b>Endovascular Revascularization in Chronic Limb-Threatening Ischemia</b> Robertino Bevacqua, Mariano Norese, Sergio Shinzato, Marcelo H. Damonte H., Nicolás E. Heredia
	353	<b>3D Analysis of Geometry and Fluid Dynamics During Presurgical Planning of Patients with Single Ventricle and Heterotaxy Syndrome in Pre-Fontan-Kreutzer Stage</b> Ignacio G. Berra, Néstor R. Cejas Bolecek, Ramiro Goldman, Roció Boudou, María Laura Zenobi, Pablo García Delucis, Javier Cornelis, Pablo Takeuchi, Fernando Díaz Mori, Mauro Fermin, Enzo Dari, Sebastián Berra
	361	<b>Coronary Artery Bypass Grafting in Argentina. Subanalysis of the ARGEN-CCV Registry</b> Walter Alustiza, Natalia Carli, Esteban Romeo, Javier Ferrari, Adrián Lescano, Leonardo Cáceres, Hernán del Percio, Heraldo D'Imperio
<b>MEDICAL PROGRESS</b>	367	<b>New Electrocardiographic Leads and Regional Vectorcardiograms</b> Mario J. Mc Loughlin, José M. Di Diego
<b>SCIENTIFIC LETTERS</b>	376	<b>Hypertrophic cardiomyopathy associated with genetic variant MYBPC3:c.1119 C&gt;G (p.Tyr373Ter)</b> Juan S. Hernández, Jhon J. Gómez-Tovio, Sofía A. Hernández-Meza, Nicolás Niederbacher
	379	<b>Recurrent Infective Endocarditis Due to Klebsiella Pneumoniae</b> Fernando Alberto Machado Gómez, Mateo Aguirre Flórez, Efraín Santiago Guzmán Bedoya, Diego Alejandro Medina Morales, Javier Gustavo Martínez Aroca
<b>HISTORICAL ANALYSIS ON THE EVOLUTION OF MEDICAL IDEAS</b>	383	<b>Total Knowledge of the Circulatory System</b> Jorge C. Trainini
<b>REVIEW ARTICLES</b>	385	<b>Brief History of Argentine Cardiology, Argentine Society of Cardiology and Training in the Specialty</b> Amanda Galli
	389	<b>From Observational Studies and Adjustment to Clinical Decision. Part 2</b> Arturo Cagide
<b>CONTROVERSY</b>	396	<b>In Severe Aortic Stenosis Without Left Ventricular Dysfunction, do not Wait for Symptoms to Develop</b> Pablo Lamelas, María Celeste Carrero
<b>LETTERS FROM READERS</b>	405	<b>Challenges of Anticoagulation in Chagasic Cardiomyopathy and Atrial Fibrillation</b> Facundo I. Zuviría
	406	<b>Durability of Biological Prostheses in Aortic Position</b> Andrés Ibarra Montana
<b>SAC PRESIDENT'S LETTER</b>	408	<b>The Independent Variable for Success... our People</b> Víctor Mauro

# La Revista Argentina de Cardiología cumple 90 años

*The Argentine Journal of Cardiology Turns 90 Years Old*

JORGE THIERER<sup>1</sup>, MTSAC 

En este año 2024 la Revista Argentina de Cardiología cumple 90 años. Fue creada en 1934, 3 años antes que la Sociedad Argentina de Cardiología, y fue, desde el inicio mismo de la Sociedad, su órgano oficial, científico y de difusión. Nótese que a diferencia de lo que podría esperarse, no fue la Sociedad la que decidió lanzar una revista, sino los que hacían la Revista y sus colaboradores los que fundaron una Sociedad. Esto solo refleja sobradamente el empuje y la visión de esos prohombres de la Cardiología nacional. Y, desde entonces, la Revista Argentina de Cardiología ha sido el lugar permanente de publicación de investigación básica y clínica, de debate de ideas, de revisiones, de opinión. A lo largo de los años todos hemos sentido el deseo y el orgullo de publicar aquí.

Pero nada es fácil ni está dado. Mantener la Revista activa y con un estándar de calidad que siempre se aspira a mejorar implica la tarea de muchos, desde la búsqueda activa de material, pasando por la revisión y corrección esmerada de textos, análisis estadísticos, referencias y figuras, hasta la traducción fiel al inglés para hacer más universal el contenido, y la tarea administrativa incansable para cumplir con las regulaciones. Cuando comparamos lo inicialmente recibido con el resultado final que damos a luz, y que debe ser satisfactorio para los autores, nosotros y los lectores, sentimos que la tarea está cumplida.... solo para recomenzar al día siguiente, o esa misma noche, con la preparación del próximo número.

Todo nuestro trabajo carece de sentido sin los emisores y los receptores. Nosotros somos simplemente el medio de transmisión. Y por eso no nos cansamos de pensar en cómo hacer la Revista más atractiva para unos y otros. Entendemos el trabajar en la Revista como un acto de servicio y de entrega. Queremos una Revista mejor porque eso implica una Sociedad mejor y

una Cardiología nacional mejor. Y decimos que pese a tener ya 90 años, la Revista Argentina de Cardiología se mantiene joven y lozana, y sigue embelleciéndose. A todos los avances que menciona Carlos Tajer en su editorial, quisiera sumar en los últimos años el hecho de haber agregado al tradicional formato en pdf, el html como forma de presentación del material, el haber agregado color a las publicaciones, el rediseño y actualización de las políticas editoriales, y el haber desarrollado una página propia ([rac.sac.org.ar](http://rac.sac.org.ar)), de fácil acceso y recorrido sencillo que contribuye a la mayor difusión de los contenidos. Todos ellos han sido reclamos de los evaluadores en las gestiones para poder ingresar a PubMed. A todos quienes trabajamos en la Revista, a los directivos de la Sociedad, a la Sociedad toda, nos anima claramente el deseo de lograr la tan ansiada indexación. Desde hace años todos quienes pasaron por el Comité Editorial (Oliveri, Doval, Tajer, Borracci, Pomés Iparraguirre, Trainini, Lowenstein, y Arias, Lucas, Díaz, y tantos más) laboraron incansablemente con ese norte. Y así lo hace el Comité actual, desde Claudio Higa, el Director adjunto, hasta cada uno de los Directores Asociados y los vocales, con el auxilio irremplazable de Patricia López Dowling, la coordinadora editorial, los diseñadores y las traductorías siempre comprometidas con su tarea. Esperamos que en la próxima presentación podamos conseguirlo. Esfuerzo y dedicación no han faltado.

En lo personal, trabajar tantos años en la Revista me permitió ingresar inicialmente con temor reverencial, y con el tiempo, formar parte de un círculo de cardiólogos por mí admirado con quienes dialogar e intercambiar ideas, me permitió aprender sobre distintas disciplinas, y, sobre todo, me hizo sentir útil. Por eso siempre viví a la Revista como mi lugar en el enorme espacio de la Sociedad. ¡Feliz cumpleaños!

REV ARGENT CARDIOL 2024;92:329. <http://dx.doi.org/10.7775/rac.es.v92.i5.20832>



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

©Revista Argentina de Cardiología

<sup>1</sup> Director de la Revista Argentina de Cardiología

# Nuevas derivaciones precordiales y VCGS regionales

## *New Precordial Leads and Regional Vectocardiograms*

PEDRO BRUGADA<sup>1</sup> 

Hace unos pocos meses recibí la invitación del cardiólogo Dr. Alejandro Bermejo para prologar su libro *Lógica Electrocardiográfica... desde casi cero*. Mi reacción inicial fue muy simple: ¿un nuevo libro de electrocardiografía? ¿Qué podría escribirse de nuevo, más de cien años después del desarrollo de la técnica? Mi reacción cambió de inmediato con la lectura del manuscrito. Alejandro había roto todas las reglas conocidas y traía al mundo una obra con una construcción totalmente inédita que mezcla lo más íntimo de la electrofisiología celular con la patología anatómica micro y macroscópica y el electrocardiograma de superficie para crear un producto didáctico como pocas veces había visto. ¿Cómo podía contribuir mi prólogo al éxito de su empresa? Clarísimamente quería mostrar mi aprecio por su esfuerzo y por los resultados obtenidos. Y lo único que se me ocurrió fué comparar su trabajo con el de los cocineros y de los músicos. Sin repetirme, creo que estas comparaciones se aplican también al trabajo realizado por los Dres. Mc Loughlin y Di Diego, trabajo que se publica hoy en esta Revista Argentina de Cardiología. (1)

En la cocina de cualquier restaurante hay muchos posibles ingredientes, pero no son infinitos y si los agrupamos en relación con su origen, tampoco quedan tantos: verduras, carne, pescado, frutas, productos lácteos. Curiosamente, y a pesar de esta limitación de ingredientes, cada año aparecen en el mundo docenas, si no centenares, de libros de cocina. Libros con nuevas ideas de cómo cocinar, presentar, y mezclar los distintos ingredientes para crear algo nuevo. Y el resultado es, en general, efectivamente una nueva cocina a veces tan distinta como la cocina “molecular” del famoso catalán Ferrán Adriá de “El Bulli”, indiscutiblemente el Picasso de la cocina del siglo XX y XXI. ¿Por qué, pues, me sorprendí con un nuevo libro de electrocardiografía?

Peor aún con la música. Los ingredientes son aún más escasos que en la cocina: solo siete notas, nada

más. ¿Cómo consiguen los músicos hacernos disfrutar con nuevas canciones cada semana? Bien, tanto en la cocina como en la música lo importante está en los detalles. Una salsa de tomate puede ser picante, dulce, salada, amarga o una combinación de estos sabores. Un vaso de leche con café tiene decenas de variedades: *macchiato*, *capuccino*, cortado, americano con leche, y mucho más. En la música, además de las siete notas básicas, tenemos los bemoles y los sostenidos, la duración de cada nota y el ritmo. Es así como los cocineros y los músicos geniales nos sorprenden a diario con las nuevas recetas y canciones.

En cualquier área de la ciencia ocurre exactamente lo mismo. Los investigadores creativos siempre buscan y encuentran nuevos detalles en los fenómenos normales o anormales, detalles que contribuyen al progreso científico con el fin de mejorar el bienestar de la humanidad. Es la combinación de conocimiento, curiosidad y espíritu emprendedor lo que distingue al científico que descubre, del científico que pasa la vida repitiendo experimentos de otros. Mc Loughlin y Di Diego son descubridores, tal como lo muestran sus numerosas publicaciones sobre electrocardiografía, y como nos muestran de nuevo hoy con su estudio de las derivaciones bipolares precordiales. Tal como ellos explican, su uso no es nuevo, pero sí su interpretación, especialmente cuando están combinadas con la vectocardiografía regional. Y tal como ellos también sugieren, las posibilidades actuales de computación y uso de inteligencia artificial hacen posible integrar estas derivaciones en un ECG standard. Como en la cocina y en la música, son los detalles que los autores hoy nos presentan lo que nos hace progresar en la electrocardiografía. En el mundo cardiológico actual la interpretación automática de los trazados es un hecho universal. Si bien la interpretación algorítmica del electrocardiograma tiene ventajas muy claras, su entrada

Rev Argent Cardiol 2024;92:330-331. <http://dx.doi.org/10.7775/rac.es.v92.i5.20826>

Ver artículo relacionado: Rev Argent Cardiol 2024;92:367-375. <http://dx.doi.org/10.7775/rac.es.v92.i5.20824>

Dirección para correspondencia: Pedro Brugada. E-mail: [pedro@brugada.org](mailto:pedro@brugada.org)



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

©Revista Argentina de Cardiología

<sup>1</sup> Profesor de Cardiología, Universidad Libre de Bruselas (VUB). Bruselas, Bélgica.

ha conllevado un menor interés por parte de los nuevos médicos en la interpretación propia de los trazados. Serge Barold (no publicado) ha claramente declarado su gran preocupación por el desinterés creciente en la electrocardiografía por parte de los médicos residentes. Quizás el artículo de Mc Loughlin y Di Diego no haga crecer la curiosidad de todos los médicos, pero sí sea una contribución importante cuando se integren de manera rutinaria sus derivaciones en la interpretación automática del electrocardiograma. Espero que todos

los cardiólogos que actúan como profesores presenten este artículo a sus residentes para estimular su curiosidad electrocardiográfica. Tengan por seguro que yo lo haré con los míos.

---

#### **BIBLIOGRAFÍA**

1. Mc Loughlin MJ, Di Diego JM. Nuevas derivaciones electrocardiográficas y vectorcardiogramas regionales. *Rev Argent Cardiol* 2024;92:367-375. <http://dx.doi.org/10.7775/rac.es.v92.i5.20824>

# Aquellos años felices

## Those Happy Years

CARLOS TAJER<sup>1</sup>, MTSAC 

A fines de los 90 la Sociedad Argentina de Cardiología se propuso renovar la revista, e invitó a Raúl Oliveri para liderar esta transformación. Luego de un año bajo su dirección, fui convocado al Comité Editorial. Bajo su liderazgo se hicieron grandes cambios en múltiples planos. Alcanza con comentar que en ese momento se pedía a los autores que entregaran los contenidos en papel o diskettes, ¡¡pero en el proceso la editorial a cargo reescribía toda la revista y descartaba el soporte electrónico!!! El trabajo de secretaría era guiado por Carmen Sarría, que nos educaba en diferentes aspectos políticos del manejo editorial, y complementado por Patricia López Dowling, con un nivel de excelencia. Luego, bajo la dirección de Hernán Doval, se configuró una nueva estética y el compromiso de editoriales de opinión para el debate. Se consolidó a lo largo de los años un comité editorial con Jorge Trainini, Jorge Lowenstein, Raúl Borracci, Jorge Thierer, Horacio Pomés Iparaguire, un grupo fenomenal, y cada reunión implicaba intercambios sobre temas intelectuales de actualidad, desde la teoría del caos a la estética del arte. Comparto una pequeña anécdota. Habíamos publicado con Hernán un trabajo que daba un resultado de una  $p$  de 0,048, significativa. Recibimos una carta de Raúl Borracci, cirujano cardiovascular con una formación de posgrado en bioestadística, con una crítica elegante y con un nuevo cálculo que llevó la  $p$  a 0,051, no significativa. Le respondimos con un artículo, que seguimos usando para nuestro curso de investigación, *La ilusión de la  $p$  significativa*, comentando que entre nuestra afirmación y la suya la diferencia de probabilidad era de 3 en 1000, es decir, cumplía o no cumplía la regla religiosa de la significación pero en términos de verdad-error era irrelevante. Nos quedó claro que Raúl tenía un pensamiento fino y vocación crítica, por lo que lo invitamos a incorporarse a la Revista, de la cual llegó a ser director con múltiples contribuciones. Bajo el liderazgo de Hernán emprendimos la epopeya hasta hoy infructuosa de ingresar a PubMed. Estudiamos el tema en detalle, y fuimos dando pasos sucesivos: ingre-

so de la revista a otros índices internacionales (Scielo, Embase, Scopus), publicación completa en castellano e inglés, formato electrónico, incorporación de colegas extranjeros al comité editorial, asesoramientos con empresas. Comencé a participar de la SAC en 1983 en el Consejo de Emergencias Cardiovasculares, y desarrollé múltiples tareas en diferentes áreas, como la creación del Comité de Investigación, pero mi gran sueño era llegar a la dirección de la Revista, que ejercí efectivamente entre 2009 y 2012. Fueron años muy felices, de mucho trabajo editorial, creativos, e inventamos diferentes estrategias para mejorar el flujo de investigaciones originales, como números temáticos por invitación y otras. Creamos incluso un blog para intercambiar relatos y experiencias de los socios SAC. El espíritu del grupo fue siempre intentar colaborar con todos los autores en mejorar sus trabajos si eso era requerido. En ocasiones reescribí casi por completo algunos trabajos que tenía datos de interés pero que no resultaban publicables, con largas explicaciones a los autores que lo aceptaron. Asumí el compromiso de escribir los editoriales bimestrales siguiendo la tradición, lo que me dio un permiso para adentrarme en temáticas muy diversas. Escribí por ejemplo un artículo sobre metáforas para pensar la medicina, que hice revisar por la Profesora Guiomar Capuscio, titular de cátedra con un doctorado en el tema, y otro sobre medicina evolucionista, un viaje al pensamiento biológico evolutivo, siempre enriquecidos por los debates en el comité. Varios de esos artículos fueron recopilados en dos libros que publicó luego la editorial El Zorzal con muy buena recepción. En el 2012 me ofrecieron pasar a la carrera política, vicepresidencia y presidencia SAC, que no era una ambición personal ni un sueño, y que resultó una muy compleja experiencia para la cual no estaba debidamente preparado. Recuerdo esos años en la Revista con mucho afecto y nostalgia, y mantengo el compromiso de colaborar en los desafíos que hoy enfrenta, este nuevo mundo de las redes y el pensamiento líquido.

REV ARGENT CARDIOL 2024;92:332. <http://dx.doi.org/10.7775/rac.es.v92.i5.20827>

Dirección para correspondencia: Carlos Tajer. E-mail: ctajer@gmail.com



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

©Revista Argentina de Cardiología

<sup>1</sup> Ex director de la Revista Argentina de Cardiología

# La situación actual de los cardiólogos en nuestro país. Resultados de la encuesta del Área de Políticas de Salud

## Current Situation of Cardiologists in our Country. Health Policy Area Survey Results

DIEGO S. NOVIELLI<sup>1</sup>, HORACIO POMÉS IPARRAGUIRRE<sup>2</sup>, FERNANDO J. SOKN<sup>3</sup>, RUBÉN KEVORKIAN<sup>4</sup>, CARLOS RAPALLO<sup>5</sup>, ALBERTO CACCAVO<sup>6</sup>, ANÍBAL PICAREL<sup>7</sup>, NÉSTOR PÉREZ BALIÑO<sup>8</sup>, OSVALDO MASOLI<sup>9</sup>, JORGE E. TRONGÉ<sup>10</sup>

### RESUMEN

**Introducción:** La crisis actual del sistema de salud nacional afecta el desarrollo de la práctica cardiológica.

**Objetivos:** Conocer la situación actual del cardiólogo en su actividad profesional respecto a las condiciones de trabajo, conformidad con su remuneración y representación ante la Sociedad Argentina de Cardiología, y su opinión en cuanto a las formas de educación médica continua.

**Material y métodos:** Encuesta cerrada, anónima, enviada a través del mail corporativo de la Sociedad, redes sociales y contactos directos de WhatsApp. Se utilizó la plataforma RedCap. Se implementó la escala de Likert en las respuestas que tenían múltiples opciones.

**Resultados:** Se encuestó a 393 cardiólogos, el 27 % mujeres. La edad media fue  $56 \pm 9$  años. El 50 % trabaja en el ámbito público o privado sin residencia, una media de  $40 \pm 10$  horas semanales. Un alto porcentaje cree conveniente generar redes de atención en las principales patologías. Más del 90 % piensa que no está correctamente remunerado y que no tiene una representación gremial adecuada. El 89,9 % considera que la residencia es el mejor sistema formativo y entre el 76,1 % y el 80,2 % aprueba completarlo con doctorado o máster de posgrado, respectivamente. Finalmente, 53 % está de acuerdo con la necesidad de la recertificación.

**Conclusiones:** El accionar médico está distribuido de manera similar entre entidades públicas y privadas, con y sin residencias médicas. La mayoría no trabaja en redes de atención, pero en un alto porcentaje expresa la necesidad y adherencia a realizarlo. La mayor parte de los cardiólogos está disconforme con su remuneración, y siente que carece de una representación gremial adecuada.

Con respecto a la educación y formación de posgrado, se ratifica, como en encuestas previas, que la residencia es el mejor sistema formativo y debería complementarse con doctorados y/o maestrías de la especialidad atento a la permanente actualización y progreso de la cardiología.

**Palabras claves:** Política sanitaria - Educación cardiológica - Formación médica - Cardiología - Residencia - Metas de atención

### ABSTRACT

**Background:** The current crisis in the national healthcare system is impacting on the development of cardiology practice.

**Objectives:** To know the current situation of cardiologists in their professional practice in terms of working conditions, satisfaction with their salaries and their representation by the Argentine Society of Cardiology, and their opinion on forms of continuing medical education.

REV ARGENT CARDIOL 2024;92:333-338. <http://dx.doi.org/10.7775/rac.es.v92.i5.20813>

Recibido: 11/07/2024 - Aceptado: 27/08/2024

**Dirección para correspondencia:** Diego Novielli, Hospital Cuenca Alta Néstor Kirchner, RP6 Km 92,5, Cañuelas, Provincia de Buenos Aires. E-mail: diegonovielli@gmail.com



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

©Revista Argentina de Cardiología

<sup>1</sup> Hospital Cuenca Alta Néstor Kirchner (HCANK). Áreas Políticas de Salud SAC.

<sup>2</sup> Instituto Medico Agüero, Morón. Área Políticas de Salud SAC.

<sup>3</sup> Clínica IMA, Adrogué. Área Políticas Políticas de Salud SAC.

<sup>4</sup> Hospital F. J. Santojanni. Área Políticas de Salud SAC.

<sup>5</sup> Sanatorio Anchorena-Itoiz. Área Políticas de Salud SAC.

<sup>6</sup> Clínica Coronel Suarez. Área Políticas de Salud SAC.

<sup>7</sup> Hospital Lucio Meléndez Adrogué. Área Políticas de Salud SAC.

<sup>8</sup> Instituto cardiovascular de Buenos Aires. Ex presidente SAC. Área Políticas de Salud SAC.

<sup>9</sup> Instituto cardiovascular de Buenos Aires. Ex presidente SAC. Políticas de Salud SAC.

<sup>10</sup> Clínica IMA, Adrogué, Ex presidente SAC. Área Políticas de Salud SAC.

**Methods:** A closed anonymous survey was sent via the Society corporate email, social networks, and direct WhatsApp contacts. The RedCap platform was used. The Likert scale was implemented in multiple choice answers.

**Results:** A total of 393 cardiologists were surveyed; 27% were female. The mean age was  $56 \pm 9$  years. Fifty percent of cardiologists worked in public or private healthcare institutions without medical residency, an average of  $40 \pm 10$  hours per week. A high percentage believed it would be useful to create care networks for main diseases. More than 90% felt that they are not adequately paid and that they are not properly represented by the trade union. A total of 89.9% considered that the medical residency is the best system of training. Between 76.1% and 80.2% were in favor of completing the residency with a doctorate or master's degree, respectively. Finally, 53% agreed with the need for recertification.

**Conclusions:** Medical professional practice is evenly distributed between public and private institutions, with and without medical residency. Most cardiologists do not work in care networks, but a high percentage express the need and willingness to do so. Most cardiologists are dissatisfied with their salaries, and also feel they lack an adequate trade union representation. Regarding postgraduate education and training, as in previous surveys, it is confirmed that the medical residency is the best system of training and it should be complemented by a doctorate and/or master's degree in the specialty in view of the constant updating and advances in cardiology.

Key words: Health policy - Cardiology education - Medical training - Cardiology - Residency - Goals of care

## INTRODUCCIÓN

En el año 2023, año de cambios en la Argentina, con elección presidencial, inflación creciente y a poco tiempo de finalizada la pandemia de Covid-19, en que los médicos pudieron dar a conocer su problemática, también se iniciaron debates acerca de cómo los cardiólogos sufrimos dicha crisis (que se expresa en nuestros honorarios, el tratamiento diario de los pacientes y la dificultad para que el mismo sea el óptimo, basado en la mejor evidencia disponible) y, también, cómo ello se refleja en los esfuerzos y deseos de los colegas para continuar estudios de actualización, investigación y perfeccionamiento. Por ello, desde el Área de Políticas de Salud de la Sociedad Argentina de Cardiología (APS SAC) realizamos una primera encuesta sobre tres puntos de los cuales necesitamos conocer más información: la situación actual del cardiólogo en su actividad profesional, su percepción sobre las condiciones y retribución de su trabajo y su representación en la Sociedad, y sus impresiones en lo que respecta a la formación en la especialidad y las actividades de educación médica continua.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio observacional y transversal que evaluó distintas esferas de la vida de los cardiólogos en Argentina. Se empleó un cuestionario validado por el Comité de Ética e Investigación de la SAC, de acuerdo con distintas características métricas. Dicha encuesta se llevó a cabo entre junio y septiembre de 2023 y tuvo carácter anónimo.

El cuestionario fue autoadministrado, y se envió a través del *mail* corporativo de la Sociedad, redes sociales y contactos de WhatsApp. Se utilizó la plataforma RedCap, de acuerdo con recomendaciones de la Sociedad.

El cuestionario estaba constituido por 16 preguntas separadas en tres dominios o dimensiones que midieron: 1) La relación del cardiólogo con la Sociedad (5 preguntas), 2) la calidad y reconocimiento profesional de la actividad cardiológica (7 preguntas) y 3) la formación médica continua (4 preguntas). La mayoría de las preguntas se realizaron con una escala de respuesta de cinco opciones con puntaje ordinal tipo Likert. (1) Además del cuestionario, se recogieron las características demográficas (edad, sexo) y laborales (nivel

de ingresos, carga de trabajo), a fin de relacionarlas con los otros dominios.

Se empleó estadística descriptiva; las variables cualitativas se expresan como frecuencias y porcentajes, y las cuantitativas como media y desviación estándar.

La encuesta se adjunta en el enlace en el anexo 1.

## RESULTADOS

### Características demográficas de la muestra

Se encuestó a 393 médicos cardiólogos; 109 (27 %) eran de sexo femenino y la edad media fue de  $56 \pm 9$  años. De los encuestados 320 (81 %) eran socios de la SAC, y 34 (9,67 %) no pertenecían a ninguna entidad científica. Noventa y cinco encuestados (24,9 %) están asociados, además de la SAC, a otra entidad científica. De todos los encuestados, 276 (70,73 %) pertenecen al AMBA (Ciudad Autónoma de Buenos Aires y Gran Buenos Aires).

Hubo 26 encuestados (6,6 %) que no respondieron esta pregunta

Respecto del tiempo de ejercicio de la profesión, la mayoría lleva en ella más de 20 años. (Figura 1) Se reporta una media de 40 horas de trabajo semanales. Ejercen en el 50 % de los casos en el ámbito público o privado con residencia. (Figura 2)

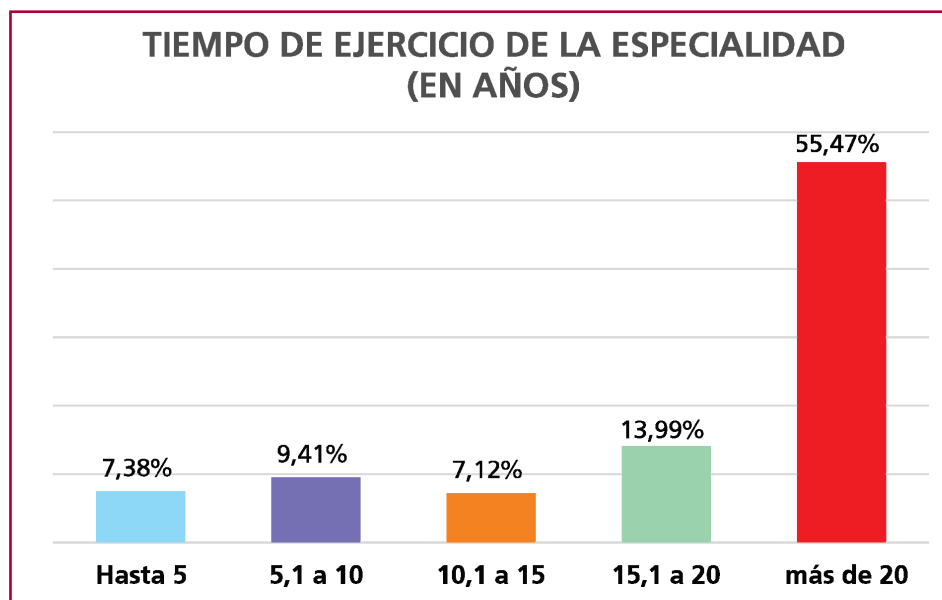
En lo que respecta al ámbito de atención, la mayoría de los cardiólogos refiere que se debe centrar en el primer (prevención y promoción de la salud cardiovascular) y segundo nivel (diagnóstico y tratamiento de enfermedades cardiovasculares) de atención, y solo 33 (8,4 %) refieren que deberían trabajar únicamente en áreas críticas.

Al interrogar a los cardiólogos sobre si creen que deben trabajar en redes de atención de la patología cardiovascular; la inmensa mayoría opina positivamente (373, el 95 %), pero solo la mitad forma parte de una red (207, el 52,7 %).

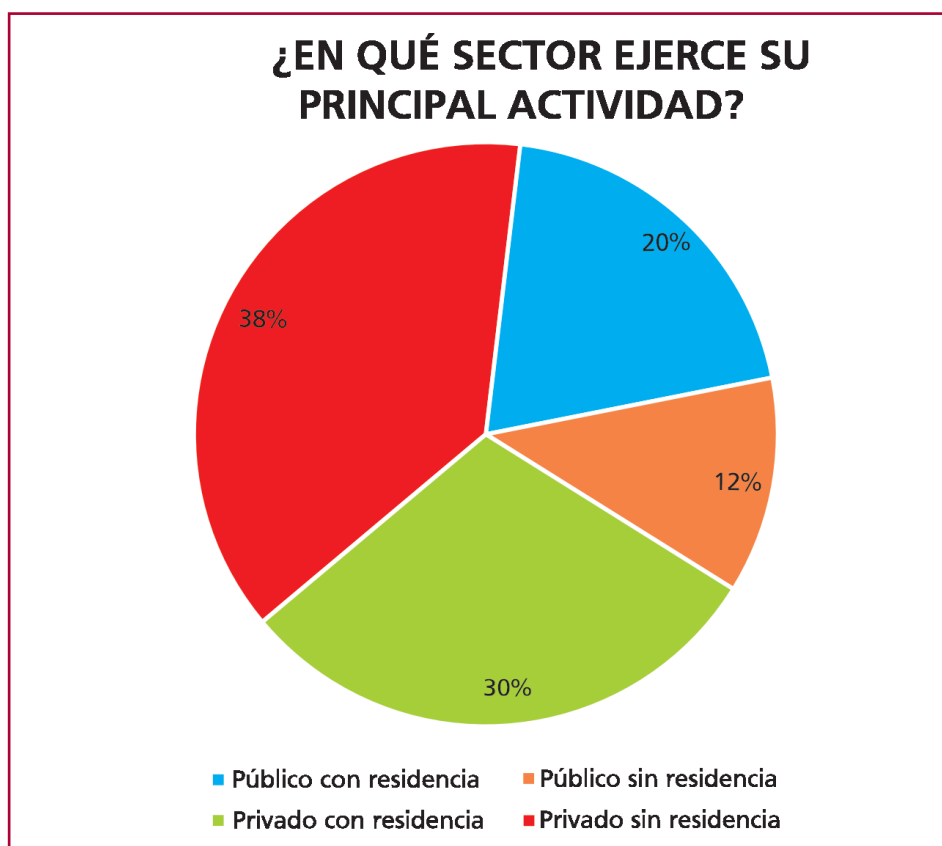
Con referencia a la remuneración y satisfacción económica, 371 encuestados, más del 90 %, están en desacuerdo con sus ingresos y remuneraciones (Figura 3).

Hubo 7 encuestados (1,78 %) que no respondieron esta pregunta.

**Fig. 1.** Tiempo en años de ejercicio de la profesión.



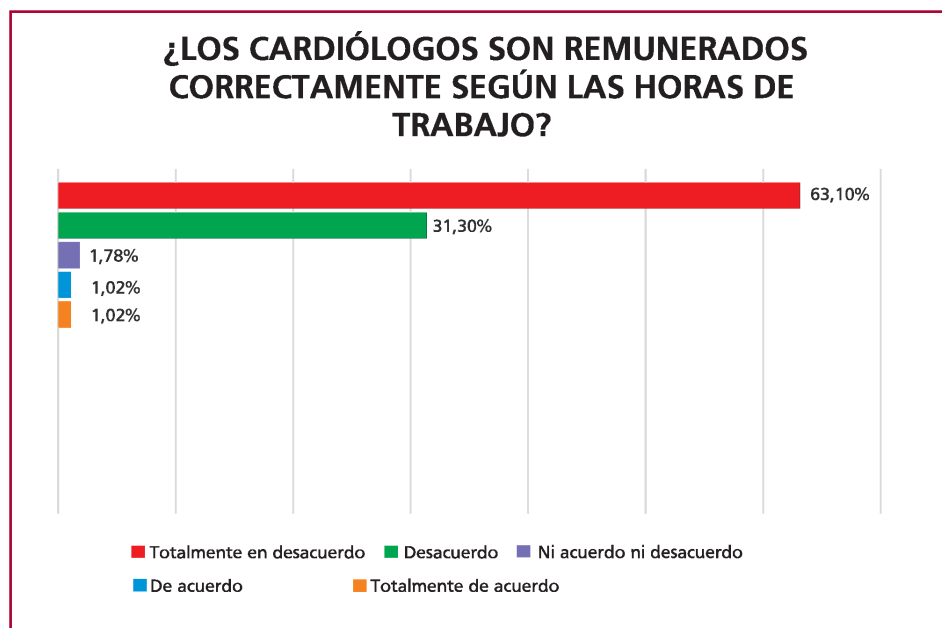
**Fig. 2.** Ámbito de ejercicio de la cardiología.



A menor percepción de ingresos es mayor la insatisfacción personal y peor la visión a futuro, ello expresado claramente en la pregunta de cómo se ven los profesionales en el próximo lustro: 289 (73,5 %) se ven en iguales o peores condiciones que las actuales.

Finalmente, 365 encuestados (92,8 %) no creen que los cardiólogos tengamos representación económica, social y gremial adecuada.

Al consultar si conocen el APS SAC, 300 (76 %) no la conocen o creen no conocer lo suficiente; el 17 % responde afirmativamente, 4 % la conoce, pero no les



**Fig. 3.** Opinión de los cardiólogos sobre la remuneración con relación a las horas de trabajo

resulta relevante, el resto no responde. Sin embargo, 329 (83 %) responde positivamente que la SAC debiera evaluar y participar activamente en la jerarquización y remuneración del acto médico. (2)

Por último, en lo referente a la educación médica continua, preguntamos cuál creen los cardiólogos que es el mejor sistema de formación de especialista y 353 (89,9 %) concuerdan en que es a través de la residencia. Dado que una discusión que se da actualmente es qué sistema de formación de especialista y que tipo de residencia debe desarrollarse, las respuestas fueron: 59 (15 %) como curso de Cardiología posterior a residencia de Clínica Médica, 37 (9,2 %) favorables a hacer residencia de Cardiología posteriormente a una residencia de Clínica Médica, 37 (9,4 %) ingreso directo a residencia de Cardiología y 253 (64,4 %) residencia con 1 año de Clínica Médica y luego 3 años de Cardiología. Siete encuestados no respondieron.

Sobre los nuevos escenarios de formación posgrado y en particular de educación continua que se dan en la actualidad, 299 (76,1 %) y 315 (80,2 %) están a favor de la formación a través de doctorado y máster, respectivamente. (3)

Para concluir la encuesta preguntamos qué lugar tiene la recertificación profesional por pares; 212 (53 %) están de acuerdo/totalmente de acuerdo, y solo 1 de cada 5, en desacuerdo parcial o completo con el proceso de recertificación profesional.

## DISCUSIÓN

En la encuesta los cardiólogos expresaron que la atención debe realizarse en áreas de primer y segundo nivel, aspecto que confirma la posición de la SAC del último cuarto de siglo, en que definió que el cardiólogo es un médico orientado a la prevención cardiovascular

en atención primaria y secundaria. (4,5) Otro aspecto llamativo es la fuerte convicción para trabajar en redes de atención. Hay en este sentido iniciativas en Argentina, (6-8) similares a países europeos (9) como España, Alemania, Italia y también en el nuestro, donde la red “Stent for Life” genera las bases para la construcción de un sistema de atención del infarto agudo de miocardio; (10) Las redes deben servir para crecer en conocimiento y fomentar el desarrollo de nuevas estrategias para el mejor abordaje de las diversas patologías cardíacas.

Es evidente que hay descontento con la remuneración, referida a lo largo de 20 años en diversos reportes. Ello es amplificado hoy en día por la alta carga de formación, escenarios y demandas de trabajo. Cada vez más, el médico debe responder satisfactoriamente a las distintas demandas que recibe en un escenario de pacientes que se interesan y conocen más sobre distintos aspectos de su salud, todo esto sin una remuneración acorde a un tiempo de consulta que satisfaga a ambos, médicos y pacientes, en cualquier nivel de atención. (11,12)

Los cardiólogos no somos ajenos a la situación actual del país, por eso decidimos evaluar la nuestra en particular; podemos decir de nuestra encuesta y en comparación con algunos puntos a una similar realizada en 2014 por Borracci y cols. que la relación de ingresos y satisfacción se mantiene en forma directa: a mayores ingresos, mayor satisfacción. (13)

Sobre el desarrollo personal, satisfacción del cardiólogo, calidad y tiempo de la consulta médica, se fue cambiando del *Triple Aim* (triple meta: mejorar la experiencia de los pacientes, mejorar los resultados clínicos de la población, reducir costes per cápita de la atención sanitaria), (14,15) al concepto del cuádruple ánimo que involucra necesariamente la satisfacción del médico, donde se otorga igual peso a la calidad de

atención, los recursos del sistema, la satisfacción del paciente y la satisfacción profesional. (16)

Con respecto al sistema de formación de posgrado, la gran mayoría reconoce la residencia como el mejor sistema de formación. (17,18) Pese a ello y según los datos de la encuesta de CONAREC presentada en el último Congreso de Cardiología, el 83 % de los futuros cardiólogos piensan en la posibilidad de emigrar para ejercer la profesión en otros países. (19)

Surge de la encuesta la insatisfacción en múltiples dominios del hacer cardiológico. En este sentido al momento de la escritura de este documento está trabajando un grupo *ad hoc*, "Cardiología Unida", el cual se encuentra liderado por varias entidades científicas como la Sociedad Argentina de Cardiología, la Federación Argentina de Cardiología, la Fundación Cardiológica Argentina, el Colegio Argentino de Cardiología, el Colegio Argentino de Cardioangiólogos Intervencionistas, el Colegio Argentino de Cirujanos Cardiovasculares y la Asociación Civil de Cirugía Vascular y Angiología de la Argentina. (20)

Es evidente que el cuádruple ánimo parece un objetivo complejo que involucra múltiples actores y nos lleva como Sociedad a constantes desafíos de actualización, formación y nuevos aspectos en calidad y gestión centrada en el paciente. (21)

Pensamos que es importante resaltar que la Sociedad Argentina de Cardiología tiene una tarea relevante como entidad de consulta para los organismos oficiales en relación con la optimización de la calidad de atención y la formación, retribución y recertificación de los profesionales de la especialidad. En este sentido, el Área de Políticas de Salud (APS) constituye un instrumento de valor para la interrelación de nuestra Sociedad con aquellos organismos. Sin embargo, es necesario reconocer que más de la mitad de los encuestados no conoce las actividades del APS o no le resultan relevantes. No obstante, la gran mayoría responde que la SAC debiera evaluar y participar activamente en la jerarquización y remuneración del acto médico. (2)

Esto debería hacernos reflexionar sobre la necesidad de la mayor implementación y difusión de actividades y propuestas relacionadas con la calidad de atención, educación médica continua y jerarquización del acto médico cardiológico, a través del trabajo conjunto del APS y el Área de Recertificación y la tarea mancomunada con el Colegio Argentina de Cardiología (CAC) en lo que se refiere a la adecuada remuneración.

### Limitantes

- En la encuesta no interrogamos el valor del ingreso de cada colega debido a la situación volátil de la moneda argentina y a las múltiples discusiones que se estaban dando en el ámbito público-privado sobre la remuneración y los posibles aumentos que debíamos percibir los cardiólogos.
- La encuesta brinda una orientación acerca del pensamiento del cardiólogo, pero en un escenario cambiante el mismo puede no ser definitivo.
- La mayoría de las respuestas de los cardiólogos son del AMBA.
- Hay baja representación de los cardiólogos jóvenes y mujeres.
- La encuesta no incluyó a otros actores de la salud cardiovascular.

### CONCLUSIONES

El accionar médico está distribuido de manera similar entre entidades públicas y privadas, con y sin residencias médicas. La mayoría no trabaja en redes de atención, pero en un alto porcentaje expresa la necesidad y adherencia a realizarlo. La mayor parte de los cardiólogos está disconforme con su remuneración, y siente carecer de una representación gremial adecuada.

La residencia continúa siendo considerada como el mejor sistema de formación y se acepta que debiese complementarse con educación médica de posgrado a través de doctorados y/o maestrías de la especialidad.

Finalmente, se destaca que la mayoría de los cardiólogos considera que la SAC debiera evaluar y participar activamente en la jerarquización y remuneración del acto médico.

### Declaración de conflicto de intereses

El autor declara que no tiene conflicto de intereses

(Ver formulario de conflicto de intereses del autor en la web)

### Agradecimientos

Área de investigación de la Sociedad Argentina de Cardiología.

### Anexo I. Encuesta área políticas en salud

<http://redcap.sac.org.ar/redcap/surveys/?s=HEWTKTPEKR978KJF>

### BIBLIOGRAFÍA

1. Ballesteros Pérez AM, Saturno Hernández P, Ortega Ruiz P, Minguéz Vallejos R, Molina Durán F, Martínez Ros MT, et al. Construcción y validación de una escala de actitudes hacia la atención primaria de salud. *Aten Primaria*. 1996;18:168-75.
2. Tajer CD. La Sociedad Argentina de Cardiología y las políticas de salud. *Rev Argent Cardiol* 2014;82:171. <https://doi.org/10.7775/rac.es.v82.i4.4812>
3. Galli A, Soler C, Flichtentrei D, Mastandueno R. Continuing medical education strategies. *FEM*. 2015;18:247-51. <https://doi.org/10.4321/S2014-98322015000500005>
4. Tronge J, Iglesias R. Consenso Nacional de Educación Médica en Cardiología. *Rev Argent Cardiol* 1999;67.
5. Castellano J, Narula J, Castillo J, Fuster V. Promoción de la salud cardiovascular global: estrategias, retos y oportunidades. *Rev Esp Cardiol* 2014;67:274-30. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2014.01.024>
6. Salud pública. Creación de la Red de Atención Provincial del Infarto Agudo de Miocardio de La Rioja - R.A.P.I.A.M. LEY 10.156, LA RIOJA, 13 de diciembre de 2018. Boletín Oficial, 1 de marzo de 2019. Vigente, de alcance general, Id SAIJ: LPF0010156.
7. Artaza Barrios O (Coord. (2017). Transformando los servicios de salud hacia redes integradas: elementos esenciales para fortalecer un modelo de atención hacia el acceso universal a servicios de calidad en la Argentina. <https://iris.paho.org/handle/10665.2/34027>
8. Cuidados cardiovasculares en el PNA: abordaje en red / Alejandro

Koch [et al.]. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Ministerio de Salud de la Nación. REDES, 2017

9. Bassand JP, Danchin N, Filippatos G, Gitt A, Hamm C, Silber S, et al. Implementation of reperfusion therapy in acute myocardial infarction. A policy statement from the European Society of Cardiology. *Eur Heart J* 2005;26:2733-41. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehi673>

10. Kaifoszova Z, Kala P, Alexander T, Zhang Y, Huo Y, Snyders A, et al. Stent for Life Initiative: leading example in building STEMI systems of care in emerging countries. *EuroIntervention*. 2014;10 Suppl T:T87-95. <https://doi.org/10.4244/EIJV10STA14>

11. Pozzer LL, Arri ML, Rossi L, Abraham ME, Bertalot L, Novielli D, y cols. Primera encuesta sobre formación del cardiólogo joven de la Federación Argentina de Cardiología. *Rev Fed Arg Cardiol*. 2024;53:92-5. <https://www.revistafac.org.ar/ojs/index.php/revistafac/article/view/558>

12. Borracci RA, Erica M, Gelpi. Estimación a largo plazo del número de médicos en la Argentina. *Rev Argent Cardiol*. 2016;84:1-10.

13. Borracci RA., Calderón JG, Sokn F, Angel A, Lerman J, Darú Víctor et al. Relación entre el nivel de ingresos y la calidad de vida profesional de los cardiólogos en la Argentina. *Rev Argent Cardiol*. 2008;76:352-8.

14. Berwick DM, Nolan TW, Whittington J. The triple aim: care, health, and cost. *Health Aff (Millwood)*. 2008;27:759-69. <https://doi.org/10.1377/hlthaff.27.3.759>

15. Stiefel M, Nolan K. A guide to Measuring the Triple Aim: Population Health, Experience of Care and Per Capita Cost. IHI Innovation Series white paper. Cambridge, Massachusetts: Institute for Healthcare Improvement; (2012). [www.IHI.org](http://www.IHI.org)

16. Bodenheimer T, Sinsky C. From triple to quadruple aim: care of the patient requires care of the provider. *Ann Fam Med* 2014;12:573-6. <https://doi.org/10.1370/afm.1713>

17. Agrest A. Cualidades deseables en los medicos. *Medicina* 1988;48:201-11.

18. Roiter H, Alves de Lima A, Galli A, Migliore R, Guevara E, Grancelli H, et al. Formación del médico cardiólogo a través del sistema de residencia: una propuesta del Área de Docencia de la SAC. *Rev Argent Cardiol* 2015;83:236-40.


19. <https://www.infobae.com/salud/2023/07/17/residencias-en-cardiologia-el-83-de-los-profesionales-penso-en-la-posibilidad-de-emigrar-para-ejercer-segun-una-encuesta/>

20. Majul C, Salvati A, Cisneros M, Trujillo S, Zapata G, Valdecantos J, et al. En el día del médico, las Sociedades de Cardiología alertan por el estado del sistema de Salud. <https://www.caci.org.ar/en-el-dia-del-medico-sociedades-de-cardiologia-alertan-por-el-estado-del-sistema-de-salud/>

21. Mauro V. La SAC en movimiento, *Rev Argent Cardiol* 2024;92:185-6. <https://doi.org/10.7775/rac.es.v92.i2.20758>

# Presencia de disautonomía como predictor del desarrollo de cardiopatía estructural en pacientes con enfermedad de Chagas

## Presence of Dysautonomia as a Predictor of Structural Heart Disease in Patients with Chagas Disease

DANIEL A. CHIRINO NAVARTA<sup>1</sup>, MTSAC, , MACARENA MUJICA GUTIÉRREZ<sup>1</sup>, , MARIELA S. LEONARDI<sup>1</sup>, , CLAUDIO DIZEO<sup>1</sup>, MTSAC, , JOSÉ G. ESCOBAR CALDERÓN<sup>1</sup>, MTSAC, 

### RESUMEN

**Introducción:** Varios estudios han demostrado la presencia de disfunción autonómica en etapas tempranas de la enfermedad de Chagas (ECH). La maniobra de Valsalva (MV) ha sido ampliamente utilizada para evaluar la función autonómica en diversas patologías. El Índice de Valsalva (IV), la relación entre la máxima taquicardia y bradicardia inducidas por la MV estándar, es una de las pruebas más utilizadas para evaluar la función autonómica. El papel de la disautonomía evaluada mediante el IV como predictor temprano del desarrollo de cardiopatía estructural en pacientes con Chagas sin cardiopatía demostrable ha sido poco estudiado.

**Objetivo:** Evaluar si el IV es un predictor del desarrollo temprano de alteraciones estructurales cardíacas en el seguimiento de pacientes con ECH

**Material y métodos:** Se incluyeron prospectivamente pacientes con serología positiva de Chagas. Se excluyeron los pacientes con anomalías en el electrocardiograma (ECG), el ECG Holter de 24 horas o el ecocardiograma. Se realizó una MV con registro continuo del intervalo R-R en el ECG. El IV se calculó dividiendo el intervalo RR más largo después de la MV por el intervalo RR más corto durante la MV. Se consideró IV anormal un valor  $<1,1$ .

Fue punto final primario del estudio el desarrollo de cardiopatía estructural, definido como uno de los siguientes: dilatación del ventrículo izquierdo (VI) (diámetro diastólico  $> 60$  mm en hombres o  $>55$  mm en mujeres), deterioro de la función ventricular (caída  $> 10$  puntos de la fracción de eyección -FEVI-, o FEVI  $<5$  %), arritmia ventricular compleja o bloqueo auriculoventricular de segundo grado Mobitz II, o mayor.

**Resultados:** Se incluyeron 200 pacientes, edad  $45 \pm 8$  años, 44 % mujeres. Se encontró IV anormal en el 24% (n=48). La mediana de seguimiento fue de 38 meses (rango intercuartílico, RIC, 19-43). El punto final primario se presentó en el 4,5 % (n=9). En el análisis multivariado, el IV anormal fue un predictor independiente del punto final primario (HR 3,81, IC 95 % 2,81-5,92; p=0,011). El área bajo la curva ROC fue de 0,77 (IC95% 0,63-0,92)

**Conclusiones:** La presencia de IV anormal basal es un predictor de desarrollo de cardiopatía estructural en pacientes con ECH estadio 0, con una capacidad de discriminación moderada.

**Palabras clave:** Enfermedad de Chagas - Disautonomía - Índice de Valsalva - Pronóstico

### ABSTRACT

**Background:** Several studies have demonstrated the presence of autonomic dysfunction in early stages of Chagas disease (ChD). The Valsalva maneuver (VM) has been widely used to assess autonomic function in many conditions. The Valsalva ratio (VR), which the ratio of maximal to minimal heart during the VM, is one of the most widely used tests for assessing autonomic function. The role of dysautonomia assessed by the VR as a predictor of early development of structural heart disease in Chagas disease patients without overt heart disease has not been well studied.

**Objective:** The aim of this study was to evaluate whether the VR can predict early development of structural cardiac abnormalities during the follow-up of patients with ChD.

REV ARGENT CARDIOL 2024;92:339-344. <http://dx.doi.org/10.7775/rac.es.v92.i5.20814>

Recibido: 30/04/2024 - Aceptado: 02/09/2024

Dirección para correspondencia: Daniel Agustín Chirino Navarta. Bartolome Mitre 3565, CABA, CP: 1039. E-Mail: daniel.chirino@hotmail.com



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

©Revista Argentina de Cardiología

<sup>1</sup>Servicio de cardiología, Sanatorio Franchín, Buenos Aires, Argentina

**Methods:** Patients with positive serology test for Chagas disease were screened. Patients with abnormal electrocardiogram (ECG), abnormal 24-hour Holter monitoring or abnormal echocardiogram were excluded. The VM was performed with continuous recording of the R-R interval on the ECG. The VR was calculated by dividing the longest RR interval after VM by the shortest RR interval during VM. A VI <1.1 was considered abnormal result.

The primary end point was the development of structural heart disease, defined as any of the following: left ventricular (LV) dilatation (LV diastolic diameter > 60 mm in men or > 55 mm in women), LV dysfunction [LV ejection fraction (EF) drop > 10 points or LVEF < 50%], complex ventricular arrhythmia or second-degree atrioventricular block type Mobitz II or greater.

**Results:** A total of 200 patients were included; mean age was  $45 \pm 8$  years and 44% were female. Abnormal VR occurred in 24% (n = 48). Median follow-up was 38 months (interquartile range, IQR, 19 - 43). The primary end point occurred in 4.5% (n = 9). On multivariate analysis, abnormal VR was an independent predictor of the primary end point (HR 3.81, 95% CI 2.81- 5.92; p=0.011). The area under the ROC curve was 0.77 (95% CI 0.63-0.92).

**Conclusions:** An abnormal VR at baseline is a predictor of early development of structural heart disease in patients with ChD considered to be stage 0, with moderate discrimination capacity.

**Key words:** Chagas disease - Dysautonomía - Valsalva ratio - Prognosis

## INTRODUCCIÓN

La enfermedad de Chagas (ECH) sigue siendo un importante problema de salud en Latinoamérica y, debido a los procesos migratorios, en las últimas décadas se ha extendido a otras regiones como Estados Unidos y Europa. En Argentina, se estima que afecta entre 1,5 y 2 millones de personas, de las cuales entre 350 y 500 mil padecen algún grado de cardiopatía. (1,2)

En la etapa crónica de la ECH hay un periodo de tiempo variable en que no existe evidencia de cardiopatía estructural ni de afectación de otros órganos. Este periodo se conoce como Chagas indeterminado o crónico sin patología demostrable. (3,4) Sin embargo, se sabe que aproximadamente el 30 % de los pacientes con serología positiva desarrollarán algún grado de cardiopatía estructural a lo largo de su evolución. La evaluación pronóstica de estos pacientes representa un importante desafío.

Varios estudios han demostrado la presencia de disfunción autonómica en etapas tempranas de la ECH. (5-8) Estas alteraciones podrían estar implicadas en la progresión de la enfermedad.

La maniobra de Valsalva (MV) ha sido ampliamente utilizada para evaluar la función autonómica en diversas patologías. (9) El Índice de Valsalva (IV), la relación entre la máxima taquicardia y bradicardia inducidas por la MV estándar, es una de las pruebas más utilizadas para evaluar la función autonómica, debido a que es fácil, reproducible y económica. (9,10)

El papel de la disautonomía evaluada mediante el IV como predictor del desarrollo temprano de cardiopatía estructural en pacientes con Chagas sin cardiopatía demostrable ha sido poco estudiado.

El objetivo de este estudio fue evaluar si el IV, como expresión de disautonomía, es un predictor del desarrollo temprano de alteraciones estructurales cardíacas en el seguimiento de pacientes con ECH.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio prospectivo, en un solo centro que cuenta con un programa de seguimiento de pacientes con ECH. Se incluyeron pacientes entre julio 2016 y julio del 2018 con serología positiva para *Trypanosoma Cruzi* (al menos por dos métodos diferentes: Hemaglutinación indirecta, ELISA o Inmunofluorescencia Indirecta). A todos se les realizó historia clínica, examen físico, electrocardiograma (ECG), Ecocardiograma Doppler y ECG Holter de 24 horas.

Se incluyeron pacientes considerados sin patología demostrable, condición definida como ausencia de síntomas o signos cardiovasculares, examen físico cardiovascular normal, ECG considerado normal, ecocardiograma sin alteraciones significativas y ECG Holter de 24 horas dentro de parámetros normales. Se excluyeron pacientes con historia de hipertensión arterial, diabetes mellitus, enfermedad tiroidea, cardiopatía isquémica, enfermedades neurológicas o insuficiencia renal.

A los pacientes que cumplieron los criterios de inclusión se les realizó la MV estándar. El procedimiento estandarizado es el siguiente: el paciente permanece en decúbito dorsal, donde se le indica que sople a través de una boquilla conectada a un manómetro hasta alcanzar una presión espiratoria de 40 mmHg. Una vez alcanzada esta presión, el paciente la mantiene durante 15 segundos bajo supervisión constante. Posteriormente, se libera la boquilla y el paciente continúa respirando normalmente. Durante todo el procedimiento, se realiza un registro continuo de ECG, comenzando 15 segundos antes de la espiración y continuando 15 segundos después.

El IV se calcula midiendo (en milisegundos) el intervalo RR más corto durante la prueba, denominado "RR menor intra Valsalva", y el intervalo RR más prolongado en el período descompresivo, denominado "RR mayor post Valsalva". Este último es el numerador y el primero es el denominador, de manera que la fórmula queda construida de la siguiente manera:  $RR \text{ mayor post Valsalva} / RR \text{ menor intra Valsalva} = IV$  (índice de Valsalva). Se considera anormal un  $IV < 1,1$ .

Se realizó seguimiento de los pacientes con entrevistas médicas periódicas programadas en el programa de seguimiento de ECH de la institución, realizadas según criterio médico.

Se consideró punto final primario el desarrollo de cardiopatía estructural, definido como uno de los siguientes:

dilatación del ventrículo izquierdo (diámetro diastólico del ventrículo izquierdo, VI, >60 mm en hombres o >55 mm en mujeres), deterioro de la función ventricular izquierda (caída >10 puntos de la fracción de eyección del ventrículo izquierdo -FEVI- o FEVI <50 %), arritmia ventricular compleja o bloqueo auriculoventricular segundo grado Mobitz II o mayor.

El estudio fue aprobado por el comité de ética institucional y los pacientes firmaron un formulario de consentimiento informado antes de ser incluidos.

### Análisis estadístico

Las variables continuas se expresan como media  $\pm$  desviación estándar y las categóricas como porcentaje. Para las comparaciones entre los grupos con IV normal y anormal se utilizó para las variables continuas el test t de Student, si la distribución fue normal, o test de Wilcoxon cuando la distribución fue no normal. En cuanto a las variables categóricas, se utilizó el test de chi cuadrado y test exacto de Fisher si alguna de las variables presentaba frecuencia esperada <5.

Se realizó el análisis univariado para el punto final de desarrollo de cardiopatía estructural mediante regresión con el modelo de riesgos proporcionales de Cox, incluyendo el IV como variable continua, como variable dicotómica (IV normal/anormal) y las variables que resultaran con diferencias significativas entre los grupos con y sin disautonomía. Las variables predictoras, con un valor de  $p < 0,10$  en el análisis univariado fueron incluidas en un modelo multivariado. Además, se realizó análisis de supervivencia mediante el método de Kaplan-Meier para la variable IV dicotomizada en normal/anormal.

Para establecer el poder de discriminación del IV, se construyó una curva ROC para establecer el área bajo la curva (ABC). Se consideró significativo un valor de  $p < 0,05$ . Para el análisis general se utilizó el software Epi-info 7 y Statistix 8. Para la construcción de la curva ROC se utilizó el programa Epidat 3.1.

### RESULTADOS

Se evaluaron 280 pacientes, de los cuales fueron excluidos 80 por presentar alguno de los criterios de exclusión. Se incluyeron entonces 200 pacientes, con edad promedio de  $45 \pm 8$  años, el 44 % mujeres. En la Tabla 1 se muestran las características basales de la población. El IV fue de  $1,22 \pm 0,12$ , y se encontró IV anormal en el 24 % de los pacientes ( $n=48$ ).

El grupo IV anormal mostró mayor relación E/e' en el ecocardiograma Doppler ( $9,48 \pm 2,5$  vs.  $7,1 \pm 1,8$ ,  $p < 0,001$ ) y menor onda S en el Doppler tisular ( $0,08 \pm 0,02$  vs.  $0,10 \pm 0,02$  cm/seg,  $p = 0,023$ ). Además, se observó una tendencia en el límite de la significación en la tensión arterial diastólica (TAD) basal y la frecuencia cardíaca (FC) máxima alcanzada en el ECG Holter basal de 24 h. El resto de las variables no presentaron diferencias entre los grupos.

La mediana de seguimiento fue de 38 meses (rango intercuartílico 19-43) y el punto final de desarrollo de

**Tabla 1.** Características generales

	Total (n=200)	IV normal (n=152)	IV Anormal (n=48)	P
Edad (años)	47 (6)	48 (5)	46 (5)	0,176
Mujeres, n (%)	89 (44,5)	67 (44)	22 (45)	0,655
TAS (mmHg)	117 (14)	117 (14)	116 (15)	0,712
TAD (mmHg)	68 (11)	69 (10)	66 (13)	0,053
Índice de Valsalva	1,22 (0,12)	1,32 (0,10)	1,01 (0,02)	<0,001
ECG Holter de 24 h				
FC promedio	73 (8)	73 (8)	72 (7)	0,423
FC mínima (lpm)	52 (6)	52 (6)	53 (4)	0,825
FC máxima (lpm)	120 (15)	121 (22)	115 (15)	0,052
Ecocardiograma				
DDVI (mm)	47 (4,2)	47 (4,4)	46 (3,7)	0,721
SIV (mm)	9,2 (1,1)	9,2 (1,1)	9,5 (2,2)	0,232
AAI (cm <sup>2</sup> )	17,5 (3,9)	18,1 (3,6)	17,4 (4)	0,303
FEVI	63 (5)	63 (5)	63 (5)	0,675
Relación E/A	1,26 (0,43)	1,21 (0,4)	1,28 (0,35)	0,324
Relación E/e'	7,9 (3,1)	7,1 (1,8)	9,48 (2,5)	<0,001
Onda S tisular (m/s)	0,09 (0,02)	0,10 (0,02)	0,08 (0,02)	0,023

AAI: área de aurícula izquierda; DDVI: diámetro diastólico del ventrículo izquierdo; ECG: electrocardiograma; FC: frecuencia cardíaca; FEVI: Fracción de eyección del ventrículo izquierdo; IV: Índice de Valsalva; SIV: septum interventricular en diástole; TAD: tensión arterial diastólica; TAS: tensión arterial sistólica. Las variables cuantitativas se presentan como media (DE)

cardiopatía estructural se presentó en el 4,5 % (n=9). De estos, 3 presentaron aumento del diámetro diastólico, sin deteriorar la función ventricular, 1 paciente deterioró la FEVI, 4 presentaron arritmia ventricular y 1 paciente presentó bloqueo AV de segundo grado. Ningún paciente falleció durante el seguimiento y solo un paciente presentó internación para implante programado de marcapasos.

En la Tabla 2 se muestra el análisis univariado y multivariado para el punto final primario.

En el análisis multivariado, tanto el IV como variable continua (HR 1,02, IC 95% 1,01-1,06; p=0,042) como el IV anormal (HR 3,81; IC 95% 2,81- 5,92; p=0,011) fueron predictores independientes de desarrollo de cardiopatía. En la Figura 1 se presenta la curva de Kaplan-Meier, y el área bajo la curva ROC (ABC) fue de 0,77 (IC 95%: 0,62-0,93). Ver Figura 2.

**DISCUSIÓN**

En nuestro trabajo encontramos que en una población de pacientes con ECH, sin evidencia inicial de cardiopatía, un IV anormal se asoció a desarrollo de temprano de cardiopatía estructural en el seguimiento relativamente corto de 3 años. Los pacientes que tenían un IV

anormal presentaron más de 3,5 veces chance mayor de desarrollar cardiopatía temprana, con una capacidad de discriminación moderada (ABC 0,77).

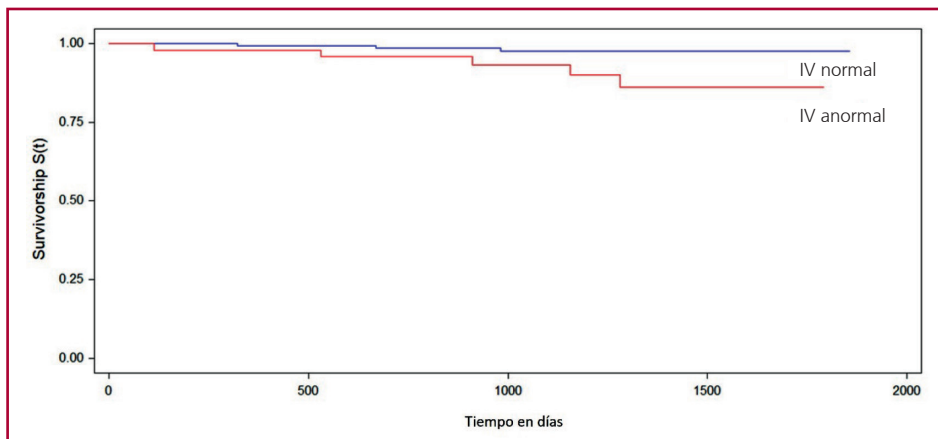
Hace más de 20 años, Olivera et al. (11) encontraron un menor IV en pacientes con ECH sin cardiopatía evidente, comparado con controles sanos. Además, en el seguimiento, el IV anormal se asoció a la aparición de bloqueos AV de segundo grado en pacientes chagásicos. Más tarde, Ribeiro et al. (12) publicaron un metaanálisis de 7 estudios y más de 350 pacientes (incluyendo al estudio de Olivera antes mencionado), y encontraron que el IV se encontraba disminuido en pacientes con ECH sin evidencia de patología estructural, comparado con pacientes sin Chagas.

El IV evalúa la integridad de la función autónoma cardíaca basándose en las respuestas de la frecuencia cardíaca asociadas con el mecanismo barorreceptor estabilizador de la presión arterial. (9) Es un método sencillo, reproducible, económico, que no requiere de mayor equipamiento. Sin embargo, hay que destacar que la MV involucra un mecanismo complejo de regulación autonómica que incluye al sistema simpático y parasimpático. Durante la maniobra, la presión arterial aumenta al mismo tiempo que ocurre bradicardia, al final de la prueba la presión arterial disminuye y la

**Tabla 2.** Análisis univariado y multivariado para el punto final primario

	HR	Univariado IC 95%	p	HR	Multivariado IC 95%	p
IV (continuo)	1,03	1,01-1,04	0,042	1,02	1,01-1,06	0,042
IV anormal	4,31	2,76-6,22	0,012	3,81	2,81-5,92	0,011
Relación E/e	1,03	0,99-1,04	0,074	1,01	0,93-1,06	0,212
Onda S Tisular	1,01	0,93-1,02	0,224	--	--	--

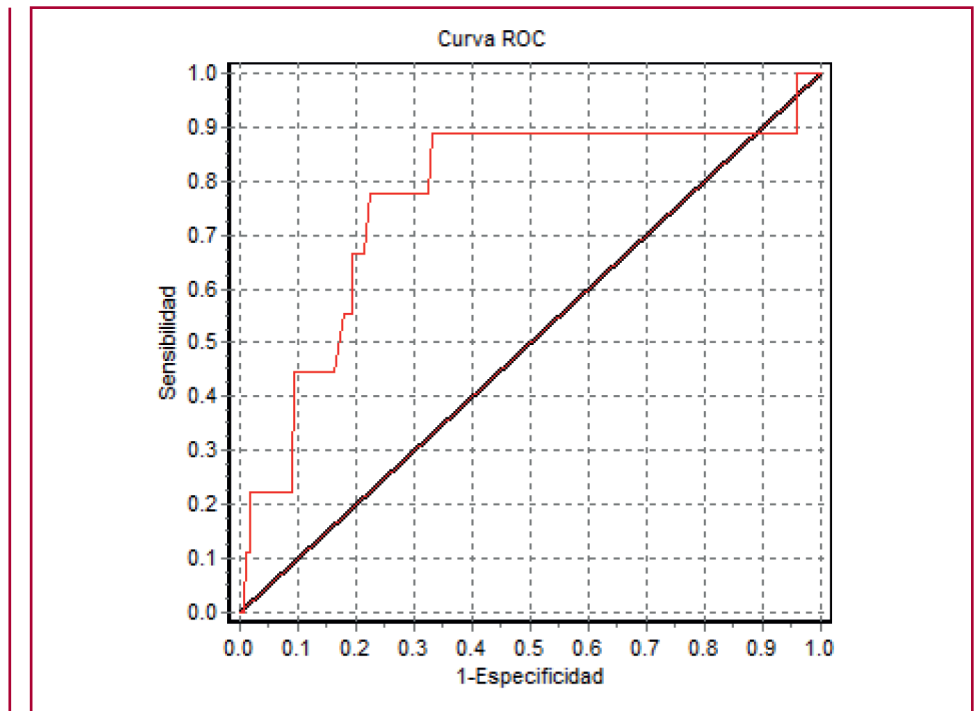
HR: hazard ratio IC 95%: intervalo de confianza del 95%



**Fig. 1.** Curva de Kaplan-Meier: IV normal/anormal para el punto final primario de desarrollo de cardiopatía estructural

Logrank test: p<0.01  
IV: índice de Valsalva

**Fig. 2.** Curva ROC: Índice de Valsalva como variable continua para el punto final primario de desarrollo de cardiopatía estructural.



frecuencia cardíaca aumenta. Entonces, un IV normal refleja una adecuada respuesta de los barorreceptores al aumento y caída de la presión arterial; mientras que un IV reducido refleja una disfunción vasovagal. (13,14)

Clásicamente, se ha considerado como normal un IV mayor de 1,5. (10) Sin embargo, en varios trabajos el IV se ha considerado anormal cuando es  $\leq 1,1$ . (15-17) Nosotros decidimos considerar este último punto de corte por ser más específico de disfunción autonómica (17)

También se ha demostrado alteración de la función autonómica en etapas tempranas de la ECH comparado con controles, utilizando otros métodos como la variabilidad de la frecuencia cardíaca, el índice de arritmia respiratoria (18,19) o la incontinencia cronotrópica en la prueba de esfuerzo. (19) Estas alteraciones ocurren temprano en el curso de la enfermedad y antes del desarrollo de la disfunción del ventrículo izquierdo. (20) Sin embargo, estos estudios no han evaluado si la presencia de disautonomía predice progresión a la de la ECH. Recientemente, un estudio de pequeñas dimensiones encontró una mayor tasa de arritmia ventricular inducida por ejercicio y de disfunción autonómica en pacientes con ECH sin cardiopatía aparente respecto a controles sin ECH. (21) Por otro lado, Moraes et al. analizaron una cohorte de 550 pacientes añosos con serología para Chagas en Brasil, con un seguimiento a 14 años y encontraron que la presencia de disautonomía no se asoció en forma independiente a muerte súbita, cuando se ajustó por edad y factores de riesgo cardiovascular. (22)

La patogénesis de la disfunción vagal no está del todo aclarada. Por un lado, se ha descrito la denervación relacionada con la destrucción de las células de los ganglios de las neuronas vagales y las fibras nerviosas, probablemente debido al proceso inflamatorio. (23) También se ha estudiado el papel de los autoanticuerpos circulantes contra receptores muscarínicos que podría provocar desensibilización y/o regulación negativa de estos receptores. (8) Varios estudios han demostrado una mayor actividad de anticuerpos anti-M2 y anti-beta 1 en pacientes chagásicos con evidencia de disautonomía, pero con función ventricular conservada. (5)

En el presente trabajo, encontramos una tasa de progresión a cardiopatía estructural del 4,5% en algo más de 3 años, lo que implica aproximadamente 1,4% por año. Un metaanálisis publicado recientemente que incluyó 23 estudios (24) encontró una tasa anual de progresión en pacientes con ECH indeterminado promedio de 1,9 %. Esta revisión incluyó estudios realizados en Argentina y Brasil hace más de 10 años. Más recientemente, una cohorte de pacientes con ECH indeterminada, evidenció una tasa de progresión del 1,48 % anual. (25) Cabe destacar que los eventos fueron leves y ningún paciente falleció en el seguimiento. Ello coincide con la revisión sistemática de González et al., (26) que encontraron una muy baja tasa de muerte súbita en los pacientes con ECH sin patología demostrable.

### Limitaciones

Nuestro estudio presenta varias limitaciones. En primer lugar, se trata de un estudio de un solo centro,

con un seguimiento relativamente corto para el tipo de patología. Si bien la tasa de progresión fue similar a la reportada, la poca cantidad de eventos seguramente limita el análisis. Por otro lado, la disautonomía se evaluó mediante un solo método, el IV. La mayoría de los estudios utiliza más de un método para evaluar disautonomía. Nosotros decidimos utilizar el IV, debido a que es económico, fácil de realizar y bastante factible para utilizar en la práctica cotidiana.

## CONCLUSIÓN

Como conclusión, encontramos que la presencia de IV anormal basal es un predictor de desarrollo temprano de cardiopatía estructural en pacientes con ECH considerados en estadio 0, con una capacidad de discriminación moderada.

## Declaración de conflicto de intereses

Los autores declaran que no tienen conflicto de intereses (Ver formularios de conflicto de intereses de los autores en la web)

## BIBLIOGRAFÍA

1. World Health Organization. Chagas disease in Latin America: an epidemiological update based on 2010 estimates. *Wkly Epidemiol Rec* 2015;90:33-43.
2. Spillmann C, Burrone S, Coto HB. Análisis de la situación epidemiológica de la enfermedad de chagas en argentina: avances en el control. *Rev Argent Salud Pública* 2012. Disponible en: <https://rasp.ms.gov.ar/index.php/rasp/article/view/306/244>
3. Benassi MD, Avayú DH, Tomaseila MP, Valera ED, Pesce R, Lynch S, et al. Consenso Enfermedad de Chagas 2019. Versión resumida. *Rev Argent Cardiol*. 2022;90:1-24.
4. Programa Nacional de Chagas. Ministerio de Salud de la Nación. Guías para la atención al paciente infectado con (tripanosoma cruzi) enfermedad de Chagas. 2012- Disponible en: [www.argentina.gob.ar](http://www.argentina.gob.ar)
5. Thiers CA, Barbosa JL, Pereira Bde B, Nascimento EM, Nascimento JH, Medei EH et al. Autonomic dysfunction and anti-M2 and anti- $\alpha$ 1 receptor antibodies in Chagas disease patients. *Arq Bras Cardiol* 2012;99:732-9. <https://doi.org/10.1590/S0066-782X2012005000067>
6. Junqueira LF Jr, Soares JD. Impaired autonomic control of heart interval changes to Valsalva manoeuvre in Chagas' disease without overt manifestation. *Auton Neurosci*. 2002;97:59-67. [https://doi.org/10.1016/S1566-0702\(02\)00014-0](https://doi.org/10.1016/S1566-0702(02)00014-0)
7. Ribeiro AL, Moraes RS, Ribeiro JP, Ferlin EL, Torres RM, Oliveira E, et al. Parasympathetic dysautonomia precedes left ventricular systolic dysfunction in Chagas disease. *Am Heart J* 2001;14:260-5. <https://doi.org/10.1067/mhj.2001.111406>
8. Ribeiro AL, Gimenez LE, Hernandez CC, de Carvalho AC, Teixeira MM, Guedes VC et al. Early occurrence of anti-muscarinic autoantibodies and abnormal vagal modulation in Chagas disease. *Int J Cardiol* 2007;117:59-63. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2006.04.053>
9. Junqueira EJ. Teaching cardiac autonomic function dynamics employing the Valsalva (Valsalva-Weber) maneuver. *Adv Physiol Educ* 2008;32:100-6. <https://doi.org/10.1152/advan.00057.2007>
10. Levin AB. A simple test of cardiac function based upon the heart rate changes induced by the Valsalva maneuver. *Am J Cardiol* 1996;18:90-9. [https://doi.org/10.1016/0002-9149\(66\)90200-1](https://doi.org/10.1016/0002-9149(66)90200-1)
11. Oliveira E, Ribeiro AL, Assis Silva F, Torres RM, Rocha MO. The Valsalva maneuver in Chagas disease patients without cardiopathy. *Int J Cardiol* 2002;82:49-54. [https://doi.org/10.1016/S0167-5273\(01\)00599-X](https://doi.org/10.1016/S0167-5273(01)00599-X)
12. Ribeiro AL, Campos MS, Baptista LM, de Sousa MR. The Valsalva maneuver in Chagas disease patients without cardiopathy. *Clin Auton Res* 2009;20:79-83. <https://doi.org/10.1007/s10286-009-0044-z>
13. Loni SBA. Valsalva ratio: a measure of stress in first year medical students. *Int J Res Med Sci* 2018;7:1599-604. <https://doi.org/10.18203/2320-6012.ijrms20150236>
14. Palamarchuk IS, Baker J, Kimpinski K. The utility of Valsalva maneuver in the diagnoses of orthostatic disorders. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 2016;310:243-52. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00290.2015>
15. Herrera RA, Coviello A, Saint Yacumo A, Callejas CA, Bianchi JM, Rodriguez Maisano E et al. Herrera RA, Estudio del sistema nervioso autónomo a nivel central y periférico en estadios precoces de la enfermedad de Chagas crónica. *Rev Fed Arg Cardiol* 2002;31:434-40.
16. Pafili K, Trypsianis G, Papazoglou D, Maltezos E, Papanas N. Simplified Diagnosis of Cardiovascular Autonomic Neuropathy in Type 2 Diabetes Using Ewing's Battery. *Rev Diabet Stud* 2015; 12:213-9. <https://doi.org/10.1900/RDS.2015.12.213>
17. Ewing DJ, Martyn CN, Young RJ, Clarke BF. The value of cardiovascular autonomic function tests: 10 years experience in diabetes. *Diabetes Care* 1985;5:491-8. <https://doi.org/10.2337/diacare.8.5.491>
18. Ribeiro AL, Ferreira LM, Oliveira Ed, Cruzeiro PC, Torres RM, Rocha MO. Active orthostatic stress and respiratory sinus arrhythmia in patients with Chagas' disease with preserved left ventricular global systolic function. *Arq Bras Cardiol*. 2004;82:40-4.
19. Rocha AL, Lombardi F, da Costa Rocha MO, Barros MV, Val Barros Vda C, Reis AM, et al. Chronotropic incompetence and abnormal autonomic modulation in ambulatory Chagas disease patients. *Ann Noninvasive Electrocardiol* 2006;3:3-11. <https://doi.org/10.1111/j.1542-474X.2006.00054.x>
20. Villar JC, Leon H, Morillo CAL. Cardiovascular autonomic function testing in asymptomatic T. cruzi carriers: a sensitive method to identify subclinical Chagas' disease. *Int J Cardiol* 2004;93:189-95. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2003.03.002>
21. Costa HS, Nunes MC, Souza AC, Lima MM, Carneiro RB, Sousa GR, et al. Exercise-induced ventricular arrhythmias and vagal dysfunction in Chagas disease patients with no apparent cardiac involvement. *Rev Soc Bras Med Trop* 2015;48:175-80. <https://doi.org/10.1590/0037-8682-0295-2014>
22. Moraes DN, Nascimento BR, Ribeiro AL. Abstract 11419: Prognostic Value of Vagal Dysautonomia in Patients With Chagas Disease: 14-year Results of a Population Cohort of the Elderly. *Circulation* 2022;(suppl146): A11419. [https://doi.org/10.1161/circ.146.suppl\\_1.11419](https://doi.org/10.1161/circ.146.suppl_1.11419)
23. Junqueira Júnior LF, Beraldo PS, Chapadeiro E, Jesus PC. Cardiac autonomic dysfunction and neuroganglionitis in a rat model of chronic Chagas' disease. *Cardiovascular Res* 1992;26:324-9. <https://doi.org/10.1093/cvr/26.4.324>
24. Chadalawada S, Sillau S, Archuleta S, Mundo W, Bandali M, Parra-Henao G, et al. Risk of chronic cardiomyopathy among patients with the acute phase or indeterminate form of Chagas disease: a systematic review and meta-analysis. *JAMA* 2020;3:e2015072. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2020.15072>
25. Hasslocher-Moreno AM, Xavier SS, Saraiva RM, Sangenis LHC, Holanda MT, Veloso HH et al. Progression rate from the indeterminate form to the cardiac form in patients with chronic Chagas disease: twenty-two-year follow-up in a Brazilian urban cohort. *Trop Med Infect Dis* 2020;5:E76. <https://doi.org/10.3390/tropicalmed5020076>
26. Gonzalez G, Ortiz Fragola J, Azzato F, Milei J. La muerte súbita no es frecuente en la enfermedad de Chagas crónica sin cardiopatía demostrable. *Rev Argent Cardiol*. 2019;87:53-6. <http://dx.doi.org/10.7775/rac.es.v87.i1.14511>

# Revascularización endovascular en isquemia crítica de miembros inferiores

## Endovascular Revascularization in Chronic Limb-Threatening Ischemia

ROBERTINO BEVACQUA<sup>1</sup>, MARIANO NORESE<sup>1</sup>, SERGIO SHINZATO<sup>1</sup>, H. MARCELO DAMONTE<sup>1</sup>, E. NICOLÁS HEREDIA<sup>1</sup>

### RESUMEN

**Introducción:** El tratamiento de la isquemia crítica de miembros inferiores (ICM) se basa en la revascularización arterial quirúrgica o endovascular. En las últimas décadas, la generalización y perfeccionamiento de las técnicas endovasculares ha incrementado su indicación en pacientes con ICM.

**Objetivo:** Describir los resultados de la revascularización endovascular infrainguinal de pacientes con ICM por arteriopatía obstructiva crónica.

**Material y métodos:** Análisis retrospectivo de una cohorte seguida prospectivamente de 211 pacientes con ICM y tratamiento endovascular, entre enero de 2015 y diciembre de 2020.

**Resultados:** Se realizaron 100 angioplastias infrapatelares (47,4%), 63 suprapatelares (29,9%) y 48 combinadas (22,7 %). En 167 casos (79,2 %) se trató de angioplastias primarias con balón, y en 44 (20,8 %) de angioplastias con colocación de stent. La mortalidad a los 30 días fue de 0,95 %. La supervivencia fue del 87% al año, 65 % a los 3 años y 51% a los 5 años. El salvataje de miembro inferior fue del 78% al año, 72 % a los 3 y 68 % a los 5 años. El 65,8 % de los pacientes requirió al menos una reintervención quirúrgica o endovascular y el 63,7 % una reinternación. Curaron las lesiones tróficas 121 pacientes, 118 deambularon, y 59 en forma independiente. Solo 57 pacientes (29%) presentaron resultados ideales, es decir salvaron el miembro inferior, curaron las lesiones o lograron la desaparición del dolor isquémico y deambularon en forma independiente.

**Conclusiones:** La revascularización endovascular infrainguinal en ICM fue segura y presentó buenas tasas de salvataje; sin embargo, entre los resultados resaltan una baja tasa de recuperación funcional completa por la escasa deambulación independiente; baja tasa de curación de lesiones, y elevada necesidad de reintervenciones en el seguimiento.

**Palabras clave:** Isquemia crítica de miembro inferior - Enfermedad arterial periférica - Endovascular - Readmisión hospitalaria.

### ABSTRACT

**Background:** Management of chronic limb-threatening ischemia (CLTI) is based on surgical or endovascular arterial revascularization. Over the past two decades, the widespread adoption of endovascular treatments has increased their application in patients with CLTI.

**Objective:** The aim of this study was to describe the results of infrainguinal endovascular revascularization of patients with CLTI due to chronic obstructive arteriopathy.

**Methods:** We conducted a retrospective analysis of a prospectively followed cohort of 211 patients with CLTI undergoing endovascular treatment between January 2015 and December 2020.

**Results:** Of the total angioplasty procedures performed, 100 were below the knee (47.4%), 63 were above the knee (29.9%) and 48 were combined (22.7%) procedures. A total of 167 patients (79.2%) underwent primary balloon angioplasty procedures, and stents were placed in 44 (20.8%) cases. Mortality at 30 days was 0.95%. Survival rate at 1.3 and 5 years was 87%, 65% and 51%, respectively. Lower limb salvage was 78% at 1 year, 72% at 3 years and 68% at 5 years. At least one surgical or endovascular reintervention was required in 65.8% of the patients and 63.7% required at least one readmission. Wound healing was achieved in 121 patients, 118 were able to ambulate and 59 had independent ambulatory ability. Only 57 patients (29%) presented ideal results, which means that they achieved limb salvage, wound healing, elimination of ischemic pain and the attainment of independent ambulatory ability during follow-up.

**Conclusions:** Infrainguinal endovascular revascularization in CLTI proved to be safe and achieved favorable salvage rates. However, the results include a low rate of full functional recovery due to poor independent ambulatory ability and wound healing and high need for reinterventions during follow-up.

**Key words:** Chronic limb-threatening ischemia - Peripheral artery disease - Endovascular - Hospital readmissions

REV ARGENT CARDIOL 2024;92:345-352. <http://dx.doi.org/10.7775/rac.es.v92.i5.20815>

Recibido: 27/06/2024 - Aceptado: 29/09/2024

Dirección para correspondencia: Mariano Norese. E-mail: marianonorese@hotmail.com



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

©Revista Argentina de Cardiología

<sup>1</sup> División Cirugía Vascular, Hospital de Clínicas "José de San Martín", U.B.A

## INTRODUCCIÓN

La enfermedad vascular periférica crónica de los miembros inferiores (EVPMI) se debe principalmente a la obstrucción arterial aterosclerótica. La isquemia crítica de miembros inferiores (ICM) es el estadio más avanzado; afecta al 11 % de los pacientes con EVPMI y es definida como el dolor isquémico en reposo y/o lesiones tróficas con pérdida de tejido (úlceras o gangrena) en las extremidades inferiores. (1-3) Se asocia no solo con alto riesgo de pérdida del miembro inferior, deterioro del estado funcional y consecuencias en la calidad de vida, sino también con elevada probabilidad de eventos cardiovasculares, como cardiopatía isquémica o accidente cerebrovascular y óbito. (4,5)

Sin una revascularización arterial, la incidencia de la amputación mayor de la extremidad inferior es del 25 % al año y la mortalidad es del 20 al 30 % a los 2 años en pacientes con ICM. (6,7) La revascularización arterial en la ICM (quirúrgica mediante *bypass* o endovascular por angioplastia con o sin *stent*), tiene como objetivo mejorar la perfusión distal de la zona de estenosis u oclusión arterial, para lograr la desaparición del dolor de reposo, la cicatrización de las lesiones tróficas, el salvataje del miembro inferior y reducción de la mortalidad. (8-10)

En las últimas dos décadas, la adopción generalizada de los tratamientos endovasculares, por su baja morbilidad asociada al perfeccionamiento de la técnica y de las nuevas tecnologías, ha incrementado su indicación en pacientes con ICM. (11-13)

Nuestro reporte estudia aspectos tradicionales del tratamiento, como el salvataje de miembro inferior, la morbimortalidad, la curación de lesiones tróficas, la capacidad de deambulación y recuperación funcional, así como la necesidad de hospitalizaciones y reintervenciones, y busca contribuir al conocimiento del pronóstico de pacientes con tratamiento endovascular por ICM.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un análisis retrospectivo de una cohorte seguida prospectivamente, de 211 pacientes con ICM por arteriopatía obstructiva crónica, intervenidos con tratamiento endovascular mediante angioplastia percutánea con balón, con o sin *stent*, entre el 1 de enero de 2015 y el 31 de diciembre de 2020. Fueron excluidos pacientes con diagnóstico de traumatismo arterial, enfermedad aneurismática e isquemia aguda de miembro inferior.

La información se obtuvo de la base de datos de la División Quirófanos de nuestro hospital y del análisis de las historias clínicas, y su seguimiento de la evaluación actualizada de los pacientes vivos citados a consulta presencial por consultorio externo, o mediante contacto telefónico con el paciente y/o familiares. No se logró contactar a 7 pacientes, lo que determinó un 3,3 % de casos perdidos.

Se analizaron variables demográficas, factores de riesgo cardiovascular, estadia hospitalaria, localización del tratamiento endovascular, colocación de *stent*, salvataje de miembro inferior, complicaciones, reintervenciones, readmisión hospitalaria, mortalidad intraoperatoria, mortalidad hospitalaria y a 30 días, y la sobrevida global. Se evaluó además la

recuperación funcional postquirúrgica mediante la determinación de la capacidad de deambulación independiente o con requerimiento de asistencia; así como la curación de lesiones o desaparición del dolor isquémico.

Todos los pacientes fueron estudiados con angiografía y las revascularizaciones se clasificaron en suprapatelares e infrapatelares, según que la angioplastia se hubiera realizado por encima o por debajo de la línea articular de la rodilla; se consideró angioplastia combinada cuando se realizó en ambas localizaciones (supra e infrapatelar).

## Análisis estadístico

Para el procesamiento estadístico se emplearon los programas STATA y RStudio. Las variables cualitativas se presentan como frecuencia y porcentaje; las cuantitativas como media y desviación estándar o mediana y rango intercuartílico (RIC). Se analizó la sobrevida con curvas actuariales de Kaplan-Meier. Se realizó análisis uni y multivariado para definir predictores independientes de eventos. El nivel de significación aceptado (error alfa) fue de 0,05. También se realizaron proyecciones a la población, estimando los intervalos de confianza del 95 % (IC95%).

## Consideraciones éticas

Protocolo de investigación clínica, Aprobado el 27/3/23 por el Comité de Ética del Hospital de Clínicas "José de San Martín" U.B.A

## RESULTADOS

De los 211 pacientes estudiados, 143 (67,8 %) fueron del sexo masculino. El promedio de edad fue de  $67,9 \pm 11$  años. La diabetes mellitus y la hipertensión arterial fueron los factores de riesgo más frecuentes. (Tabla 1) Dentro del diagnóstico de ICM, 198 pacientes (93,8 %) presentaban lesiones tróficas en miembro inferior (úlceras o gangrena) y 13 (6,1 %) tenían dolor en reposo. Se realizaron 100 angioplastias infrapatelares (47,4 %), 63 suprapatelares (29,9 %) y 48 combinadas (22,7 %). Ciento sesenta y siete (79,2 %) fueron angioplastias primarias con balón, y 44 (20,8 %) con colocación de *stent* (en oclusiones, estenosis residual o disección arterial con compromiso del flujo post angioplastia). En el 56,4 % de los casos se realizó angioplastia a un único vaso, y en el resto a 2 o más vasos. Las arterias tratadas fueron la femoral en 85 casos (40,2 %), la poplítea en

**Tabla 1.** Datos demográficos y comorbilidades (n = 211)

Edad	67,9 ± 11 años
Género masculino	147 (67,8 %)
Diabetes mellitus	174 (82,5 %)
Hipertensión arterial	171 (81 %)
Tabaquismo	122 (57,8 %)
Dislipidemia	101 (47,9 %)
Enfermedad coronaria	49 (23,2 %)
Accidente cerebrovascular	24 (11,4 %)

50 (23,7 %), la tibial anterior en 80 (37,9 %), la tibial posterior en 59 (27,9 %) y la peronea en 38 (18 %) y el tronco tibioperoneo en solo 24 pacientes (11,3 %). Se indicó doble antiagregación plaquetaria con ácido acetil salicílico y clopidogrel en el postratamiento. La mediana de internación posoperatoria fue 7 días (RIC 2-19). El seguimiento post alta hospitalaria tuvo una mediana de 42 meses (RIC 20-58) en 196 pacientes (sin considerar los 8 óbitos hospitalarios y 7 casos sin seguimiento).

**Salvataje de miembro inferior**

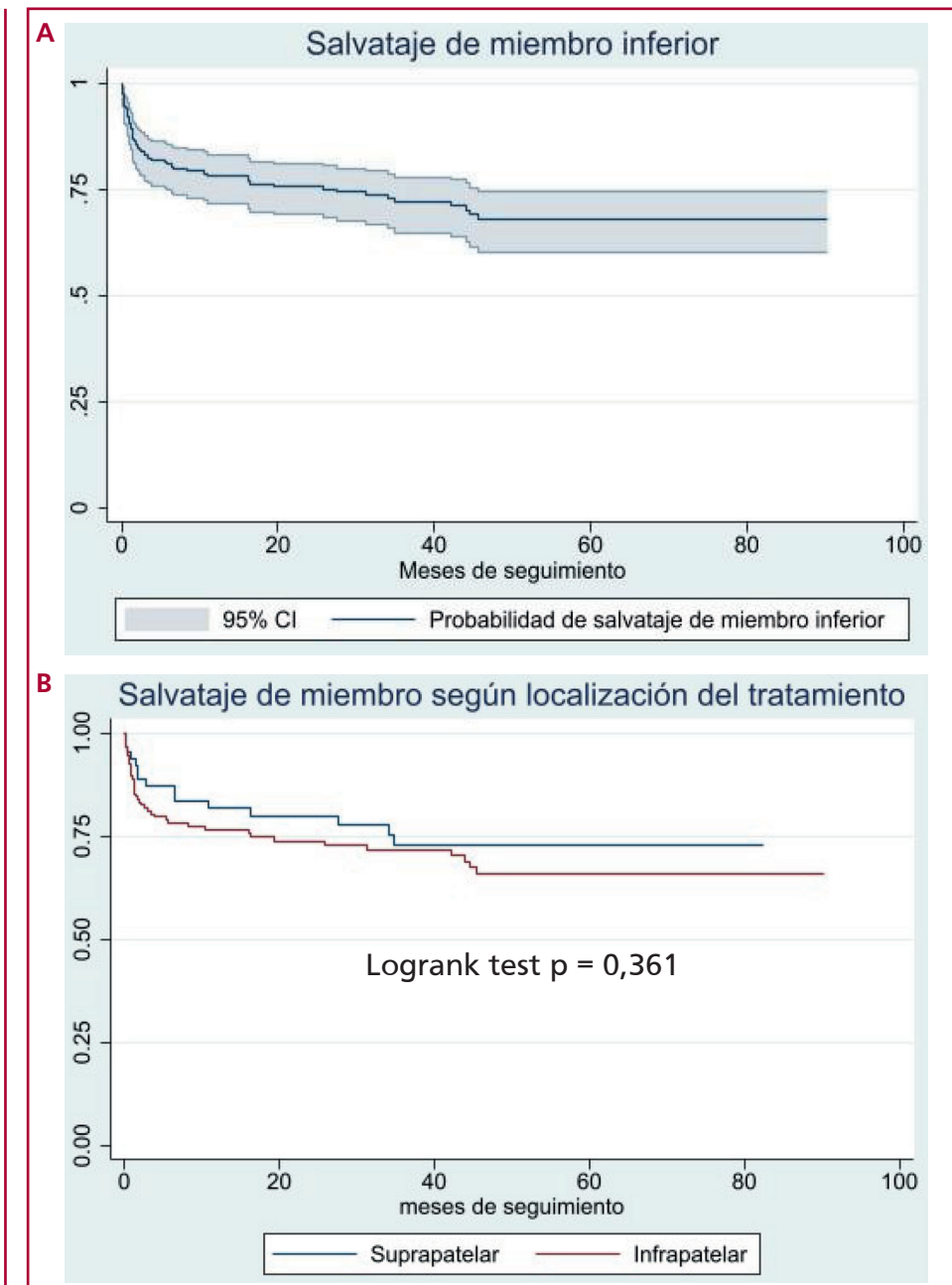
El salvataje global fue del 73 %; la probabilidad de salvataje del miembro inferior a los 12 meses fue 0,78 (IC95% 0,72-0,83), a los 3 años fue 0,72 (IC95% 0,65-

0,78) y a los 5 años disminuyó a 0,68 (IC95% 0,60-0,75) (Figura 1A). Se analizó la probabilidad de salvataje en función de la localización anatómica de la angioplastia. En el tratamiento suprapatelar la probabilidad de salvataje a los 12 meses fue 0,82 (IC95% 0,69-0,89), a los 3 y 5 años fue 0,73 (IC95% 0,58-0,83); en el infrapatelar a los 12 meses fue 0,76 (IC95% 0,69-0,83), a los 3 años de 0,72 (IC95% 0,63-0,79) y a los 5 años de 0,66 (IC95% 0,56-0,74), sin diferencias significativas (p=0,361) (Figura 1B).

**Complicaciones**

Las más frecuentes fueron la trombosis arterial del vaso tratado en 21 pacientes (9,9 %), eventos cardíacos en 11 (5,2 %), y sepsis relacionada con el miembro

**Fig. 1A.** Curva de salvataje de miembro inferior (Kaplan-Meier). **1B.** Curva de salvataje de miembro inferior según tratamiento suprapatelar o infrapatelar (Kaplan-Meier)



inferior revascularizado en 9 (4,2 %). Dos pacientes (0,9 %) presentaron hematoma retroperitoneal, y uno de ellos requirió cirugía por sangrado activo. De los 11 pacientes que tuvieron eventos cardíacos, 10 presentaron síndrome coronario agudo y 1 insuficiencia cardíaca descompensada. El 90,9 % de los pacientes que presentaron eventos cardíacos fallecieron en el seguimiento antes de los 4 años.

**Reintervenciones**

Se requirieron 350 reintervenciones cardiovasculares posteriormente al tratamiento endovascular del miembro inferior de los 211 pacientes con ICM, incluyendo reoperaciones del miembro inferior tratado, revascularización del miembro inferior contralateral, revascularización coronaria, reemplazo valvular, cirugía carotídea o aórtica.

**Tabla 2.** Reintervenciones quirúrgicas y/o endovasculares por ICM (n = 139)

Nro. de reoperaciones	Frecuencia	Porcentaje
1	58	41,7 %
2	25	17,9 %
3	20	14,4 %
4	14	10 %
5	13	9,3 %
6	2	1,4 %
7	7	5 %

ICM: isquemia crítica de miembros inferiores

El promedio de reintervenciones fue de  $2,5 \pm 1,7$  (mediana 2). Se documentaron entre una a siete reintervenciones (quirúrgicas y/o endovasculares) durante el seguimiento en 139 de los 211 pacientes (65,8 %). (Tabla 2)

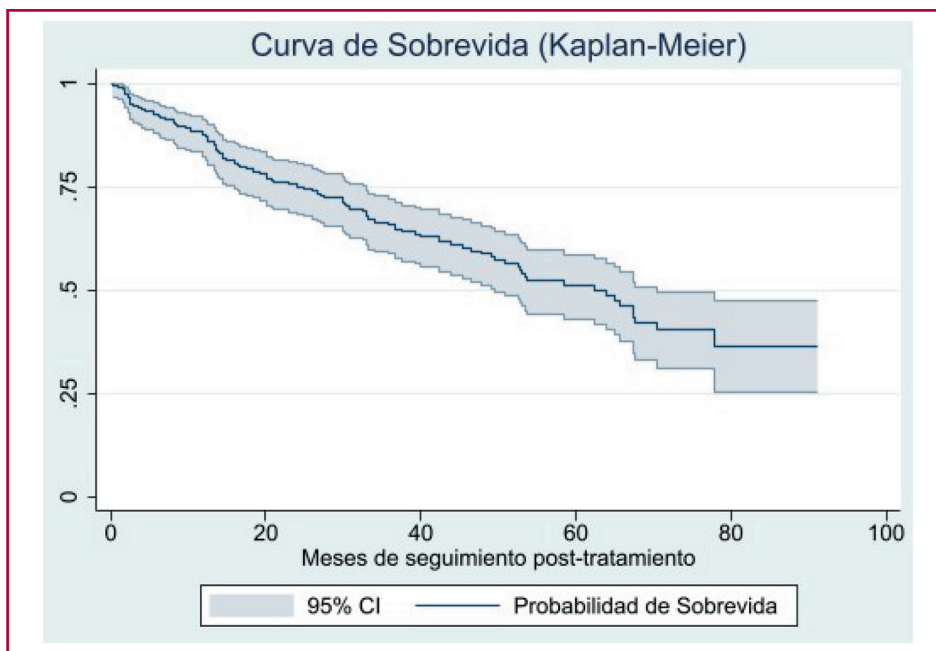
El 37,9 % de pacientes (80 casos) requirió al menos una reintervención quirúrgica cardiovascular (endovascular o convencional) dentro de los 30 días posteriores al tratamiento, relacionada con el miembro inferior revascularizado en el 88,7 % (71 pacientes). Durante el primer año postratamiento se registraron 122 casos (57,8 %) con reintervenciones quirúrgicas cardiovasculares (endovascular o convencional), relacionadas con el miembro inferior tratado en más del 90 % (111 pacientes).

**Supervivencia**

No hubo mortalidad operatoria. La mortalidad a los 30 días fue de 0,95 % (2 pacientes, 1 por enfermedad oncológica preexistente), la mortalidad durante la estadía hospitalaria fue de 3,8 % (8 pacientes, en 7 de los casos por sepsis relacionada con el miembro inferior intervenido, de partes blandas u ósea).

En el análisis de supervivencia global post revascularización endovascular de los 211 casos, la probabilidad de supervivencia a los 12 meses fue 0,87 (IC95% 0,82-0,91), a los 3 años de 0,65 (IC95% 0,58-0,72), y a los 5 años de 0,51 (IC95% 0,43-0,58) (Fig. 2) Las causas más frecuentes de óbito en el seguimiento post alta hospitalaria fueron la sepsis relacionada al miembro inferior revascularizado (34,4 %), cardíacas (25,2 %) y el SARS-CoV-2 (10,4 %).

En el análisis univariado, los factores significativa-



**Fig. 2.** Curva de sobrevida (Kaplan-Meier)

mente relacionados con la mortalidad alejada fueron haber tenido un accidente cerebrovascular (ACV), (HR 2,02; IC95% 1,19-3,42;  $p = 0,009$ ), la edad mayor de 65 años (HR 1,61; IC95% 1,05-2,46;  $p = 0,028$ ) y tener enfermedad coronaria (HR 1,79; IC95% 1,16-2,76;  $p = 0,008$ ). En el modelo multivariado los mismos tres factores, haber tenido ACV (HR 1,78; IC95% 1,04-3,05;  $p = 0,034$ ), la edad mayor de 65 años (HR 1,56; IC95% 1,01-2,39;  $p = 0,041$ ) y tener enfermedad coronaria (HR 1,63; IC95% 1,04-3,05;  $p = 0,031$ ) se asociaron con la mortalidad en forma significativa. (Tabla 3)

Para el análisis de la readmisión hospitalaria, la curación de lesiones tróficas del miembro inferior y la deambulación post revascularización se consideraron 196 pacientes con seguimiento post alta hospitalaria; se excluyeron los 8 casos de mortalidad hospitalaria y 7 sin seguimiento (3,3 %).

### Readmisión hospitalaria

Se registraron durante el seguimiento entre una y seis readmisiones hospitalarias en 125 de los 196 pacientes estudiados (63,7 %). (Tabla 4)

Veintitrés pacientes (11,7 %) requirieron al menos una readmisión hospitalaria relacionada con el miembro inferior revascularizado dentro de los 30

días posteriores al alta. Durante el primer año de seguimiento, 60 pacientes (30,5 %) registraron readmisiones hospitalarias relacionadas con el miembro inferior revascularizado.

### Curación de lesiones

Ciento veintiún pacientes (61,7 %) curaron las lesiones tróficas o tuvieron desaparición del dolor de reposo isquémico según el caso en el seguimiento; 95 (48,4 %) pudieron además deambular y 57 (29 %) lo hicieron sin necesidad de asistencia. En el análisis de regresión logística la curación de lesiones tuvo un impacto claramente positivo con más de 8 veces mayor probabilidad de deambulación (OR 8,26; IC95% 4,29-15,98).

### Deambulación

Se registró la capacidad de deambular al momento del último control durante el seguimiento post alta hospitalaria. Se consideró para el análisis si los pacientes lograron deambulación dependiente de asistencia (bastón, muletas, andador, prótesis o ayuda de otras personas) y si lograron deambulación independiente.

Deambularon 118 pacientes (60,2 %) de los cuales 59 (30,1 %) lo hicieron en forma totalmente independiente y 59 con algún tipo de asistencia. Definimos

**Tabla 3.** Análisis univariado y multivariado de factores relacionados con la mortalidad alejada (n = 211)

Factores de riesgo	HR	Análisis Univariado IC 95%	p
Edad mayor a 65 años	1,61	1,05-2,46	0,028
Sexo masculino	0,96	0,62-1,47	0,860
Diabetes mellitus	1,22	0,70-2,12	0,477
Tabaquismo	0,77	0,52-1,16	0,223
Enfermedad coronaria	1,79	1,16-2,76	0,008
Accidente Cerebrovascular	2,02	1,19-3,42	0,009
Factores de riesgo	HR	Análisis Multivariado IC 95%	p
Edad mayor a 65 años	1,56	1,01-2,39	0,041
Enfermedad coronaria	1,63	1,04-2,54	0,031
Accidente cerebrovascular	1,78	1,04-3,05	0,034

**Tabla 4.** Reinternaciones luego del tratamiento endovascular (n=125)

Nro. de reinternaciones	Frecuencia	Porcentaje
1	75	60 %
2	27	21,6 %
3	8	6,4 %
4	5	4 %
5	6	4,8 %
6	4	3,2 %

ICM: isquemia crítica de miembros inferiores

resultados ideales en aquellos pacientes con diagnóstico de ICM que sometidos a tratamiento endovascular, lograron en el seguimiento post alta hospitalaria una recuperación funcional completa, es decir, salvataje del miembro inferior asociado a curación de lesiones tróficas o desaparición del dolor de reposo y con una capacidad de deambulación independiente; ello se observó en 57 pacientes (29 %).

## DISCUSIÓN

La ICM es la manifestación más grave de la EVP debida a aterosclerosis que afecta a las extremidades inferiores. El tratamiento de la ICM incluye la terapia médica para reducir los factores de riesgo cardiovascular, la revascularización para mejorar la perfusión arterial de la extremidad inferior y la atención local para el control de la infección y cicatrización de las lesiones tróficas.

La modalidad óptima de revascularización en la ICM sigue siendo controvertida y es el foco de los últimos ensayos controlados aleatorizados. El estudio BEST-CLI informó que en los pacientes con ICM en que las intervenciones quirúrgicas y endovasculares eran factibles, la revascularización con vena safena interna única fue superior al tratamiento endovascular para reducir los eventos adversos graves en las extremidades o la muerte. Cuando no se disponía de un conducto de vena safena mayor, los resultados fueron similares. (14) El estudio BASIL-2 mostró que la revascularización mediante *bypass* como primera opción se asoció con un aumento del 35 % en el riesgo de amputación mayor o muerte en pacientes con ICM. (15) Mufarrih et al. en un metaanálisis de ensayos aleatorizados controlados que comparaban ambas técnicas, concluyeron que no hay diferencia en los resultados clínicos entre la cirugía endovascular y la cirugía convencional como primera estrategia de revascularización en la ICM. (16)

Al evaluar el impacto de la revascularización por ICM en la deambulación, Kodama et al. estudiaron pacientes con ICM y revascularización infrainguinal (quirúrgica y endovascular) y observaron que la proporción que deambulaba al inicio del estudio disminuyó hasta llegar al 40 % a los 3 años. La edad avanzada, la movilidad reducida en el momento de la revascularización y estar en diálisis se asociaron con pérdida de la capacidad de deambulación en el seguimiento. (17) Taylor et al. analizaron más de 800 pacientes con ICM y revascularización quirúrgica o endovascular y describieron un mantenimiento de la deambulación del 70,6 % a 5 años. Los predictores independientes de un resultado funcional pobre fueron la capacidad ambulatoria deteriorada en el momento de la presentación, la demencia y la diabetes mellitus. (18)

Históricamente, los estudios sobre pacientes con ICM revascularizados consideraban como resultado clínico exitoso la ausencia de amputación mayor. Sin embargo, la tasa de salvataje de la extremidad no siempre representa un resultado exitoso, debido a que los pacientes pueden sobrevivir mucho tiempo

sin una amputación mayor pero con lesiones tróficas isquémicas, dolor de reposo o fallecer antes de que los síntomas estén aliviados. Por lo tanto, consideramos que la cicatrización de heridas es un objetivo importante después de la revascularización por ICM.

Okazaki et. al. comunicaron que la revascularización endovascular se asoció a un tiempo de curación más prolongado, una tasa de curación de heridas más reducida (60 % al año) en comparación con la revascularización quirúrgica. Entre otros factores de riesgo, el antecedente de enfermedad coronaria, la insuficiencia cardíaca congestiva y la dependencia de la diálisis se asociaron con un periodo libre de heridas significativamente más corto. (19) Browder et. al. encontraron que, excepto en los pacientes con ICM y un índice tobillo-brazo <0,4 la revascularización no se asoció con mejores tasas de cicatrización de heridas en cuanto a tiempo y periodo libre de las mismas. (20) Sano et. al. mostraron que un estado no ambulatorio fue un factor de riesgo independiente de mala cicatrización de heridas después de la revascularización, y retraso en el tiempo de curación. (21)

En nuestra serie, la curación de lesiones tróficas del miembro inferior revascularizado, tuvo un impacto favorable en la capacidad de deambulación de los pacientes durante el seguimiento.

Es conocida la necesidad de readmisión hospitalaria y de reintervenciones en la evolución de pacientes revascularizados por ICM. (14,15) Las readmisiones hospitalarias se deben principalmente a causas cardiovasculares. (22) En el caso de las reintervenciones endovasculares y/o quirúrgicas, en general son necesarias para lograr la completa cicatrización de las lesiones tróficas en el miembro inferior tratado. Martínez et al. en una revisión de 59 714 pacientes revascularizados por ICM, informaron una tasa de readmisión hospitalaria a los 30 días y al año del 19,2 % y 40,3 % respectivamente. (23) Ochoa Chaar et al. en 1410 casos con revascularización endovascular por ICM reportaron que un 49 % tuvo al menos una readmisión hospitalaria al año, siendo la causa más frecuente la relacionada con el miembro revascularizado por lesiones tróficas o septicemia. (24) En el estudio BASIL-2, la tasa de reintervenciones fue de 19 % en pacientes con revascularización infrapatelar en el grupo endovascular, mientras que en el BEST-CLI en el grupo endovascular, en la cohorte 1 (comparado con *bypass* de vena safena interna única), se informó reintervenciones mayores y menores en el 23,5 % y 33 % respectivamente. (14,15) Jozami et al. en Argentina, evaluaron pacientes con ICM que recibieron tratamiento endovascular y comunicaron tasas de reintervención y amputación de 21,4 % y 14,3 % al año. (11)

En nuestra serie, registramos alta tasa de reintervenciones y readmisiones hospitalarias relacionadas principalmente con el miembro inferior revascularizado. Sin embargo, en el análisis de la población observamos que los pacientes tuvieron un elevado compromiso

de arterias distales (tibiales y/o peroneas) reflejado en la alta proporción de tratamientos infrapatelares o combinados, y que la mayoría de los pacientes eran diabéticos. La diabetes mellitus en pacientes revascularizados por EVP es un factor de riesgo independiente de readmisión hospitalaria y altas tasas de eventos adversos mayores en el miembro inferior, como amputación mayor de la extremidad revascularizada y/o reintervención en el segmento revascularizado. (25)

El tratamiento endovascular en nuestra experiencia, resultó seguro con una baja mortalidad a los 30 días (<1 %), mientras que la mortalidad a los 5 años concuerda con la reportada para pacientes revascularizados por ICM. (14,15,22) Evaluando la recuperación funcional, registramos que más de la mitad de nuestra población deambuló (con o sin asistencia) y curó las lesiones tróficas. Por otro lado, solo un tercio de los pacientes presentaron resultados ideales, es decir, lograron recuperación funcional completa, con salvataje del miembro inferior asociado a curación de lesiones tróficas y capacidad de deambulación independiente de asistencia durante el seguimiento.

Los pacientes con ICM son heterogéneos, cuando en conjunto se considera el riesgo cardiovascular sistémico (comorbilidades), la complejidad anatómica de la obstrucción arterial aterosclerótica (grado y número de vasos afectados) y la extensión del daño tisular en la extremidad, lo que hace difícil estandarizar los tratamientos en este estadio avanzado de EVP. En nuestra opinión, un éxito técnico inicial en la revascularización endovascular no asegura una respuesta clínica óptima y la evolución de pacientes con ICM requiere un seguimiento estricto con capacidad de reintervenciones (abierta y/o endovascular) y de readmisión hospitalaria de ser necesaria.

Se deben reconocer varias limitaciones de nuestro estudio. Participó una sola institución. La selección del tratamiento de revascularización endovascular no fue aleatorizada. No fueron estratificadas las lesiones tróficas isquémicas según localización y extensión. Por último, no se caracterizó la capacidad de deambulación antes de la revascularización.

## CONCLUSIONES

La revascularización endovascular infrainguinal en ICM fue segura y presentó buenas tasas de salvataje. Sin embargo, los resultados resaltan una baja recuperación funcional completa por la escasa deambulación independiente; baja tasa de curación de lesiones y elevada necesidad de reintervenciones en el seguimiento.

## Declaración de conflicto de intereses

Los autores declaran que no tienen conflicto de intereses.

(Véanse formularios de conflicto de intereses de los autores en la Web).

## Financiamiento

No se recibió financiamiento para la realización del presente trabajo

## Agradecimientos

Dra. Marina Khoury - Asesoría científica, Dirección de Docencia e Investigación. Hospital de Clínicas "José de San Martín" U.B.A

## BIBLIOGRAFÍA

- Conte MS, Bradbury AW, Kolh P, White JV, Dick F, Fitridge R, et al; GVG Writing Group. Global vascular guidelines on the management of chronic limb-threatening ischemia. *J Vasc Surg* 2019;69:3S-125S. e40. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2019.02.016>
- Fowkes FG, Rudan D, Rudan I, Aboyans V, Denenberg JO, McDermott MM, et al. Comparison of global estimates of prevalence and risk factors for peripheral artery disease in 2000 and 2010: a systematic review and analysis. *Lancet* 2013;382:1329-40. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)61249-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)61249-0)
- Criqui MH, Matsushita K, Aboyans V, Hess CN, Hicks CW, Kwan TW, et al. Lower extremity peripheral artery disease: contemporary epidemiology, management gaps, and future directions: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation* 2021;144:e171-e191. <https://doi.org/10.1161/cir.0000000000001005>
- Norese M. Isquemia arterial de los miembros inferiores. *Cirugía de Michans Editorial El Ateneo*; 6ª Ed.2021. pp.1124-34.
- Kempczinski R. The Chronically Ischemic Leg: An Overview. *Vascular Surgery*, Rutherford, 5ª edición, Saunders, p.917-27, 2000.
- Norgren L, Hiatt WR, Dormandy JA, Nehler MR, Harris KA, Fowkes FG. Intersociety consensus for the management of peripheral arterial disease (TASC II). *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2007;45:S5-S67. <https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2006.09.024>
- Hirsch AT, Haskal ZJ, Hertzner NR, Bakal CW, Creager MA, Halperin JL, et al. ACC/AHA 2005 guidelines for the management of patients with peripheral arterial disease *J Am Coll Cardiol* 2006;47:1239-312. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2005.10.009>
- Aber A, Lumley E, Phillips P, Woods HB, Jones G, Michaels J. Themes that Determine Quality of Life in Patients with Peripheral Arterial Disease: A Systematic Review. *Patient* 2018;11:489-502. <https://doi.org/10.1007/s40271-018-0307-7>
- Davie-Smith F, Coulter E, Kennon B, Wyke S, Paul L. Factors influencing quality of life following lower limb amputation for peripheral arterial occlusive disease: A systematic review of the literature. *Prosth Orthot Int.* 2017;41:537-47. <https://doi.org/10.1177/0309364617690394>
- Khalil E, Ozcan S. Health-related quality of life after vascular surgery and endovascular treatment in subjects with critical limb ischemia. *Pak J Med Sci* 2020;36:877-83. <https://doi.org/10.12669/pjms.36.5.2680>
- Jozami S, Albertal M, Zaefferer P, Pfund G, Fabiani A, Nau G, et al. Tratamiento de la isquemia crítica de miembros inferiores. *Rev Argent Cardiol.* 2010;78:129-33.
- García Oneto DA, Bombin Franco J, Poblete Saavedra A, Concha Argomedeo A, Zegarra Imaña I. Resultados en el corto y mediano plazo del tratamiento endovascular en la enfermedad arterial obstructiva infrapoplíteas en pacientes con isquemia crítica de una extremidad. *Rev Cir* 2021;73:575-80. <https://doi.org/10.35687/s2452-45492021005862>
- Torrealba JI, Vargas JF, Mariné LA, Bergoeing MP, Mertens RA, Valdés FJ. Manejo endovascular de la isquemia crítica distal: análisis de una serie contemporánea [Endovascular management of chronic limb ischemia. Experience in 48 procedures]. *Rev Med Chil* 2020;148:1734-41. <https://doi.org/10.4067/S0034-98872020001201734>
- Farber A, Menard MT, Conte MS, Kaufman JA, Powell RJ, Choudhry NK, et al; BEST-CLI Investigators. Surgery or Endovascular Therapy for Chronic Limb-Threatening Ischemia. *N Engl J Med* 2022;387:2305-16. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2207899>
- Bradbury AW, Moakes CA, Popplewell M, Meecham L, Bate GR, Kelly L, et al; BASIL-2 Investigators. A vein bypass first versus a best endovascular treatment first revascularisation strategy for

- patients with chronic limb threatening ischaemia who required an infra-popliteal, with or without an additional more proximal infrainguinal revascularisation procedure to restore limb perfusion (BASIL-2): an open-label, randomised, multicentre, phase 3 trial. *Lancet* 2023;401:1798-809. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(23\)00462-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(23)00462-2)
16. Mufarrih SH, Khan MS, Qureshi NQ, Akbar MS, Kazimuddin M, Goldsweig AM, et al. An Endovascular- Versus a Surgery-First Revascularization Strategy for Chronic Limb-Threatening Ischemia: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Am J Cardiol* 2024;214:149-56. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2024.01.007>
17. Kodama A, Takahara M, Iida O, Soga Y, Terashi H, Kawasaki D, et al. Ambulatory Status Over Time after Revascularization in Patients with Chronic Limb-Threatening Ischemia. *J Atheroscler Thromb* 2022;29:866-80. <https://doi.org/10.5551/jat.62892>
18. Taylor SM, Kalbaugh CA, Blackhurst DW, Cass AL, Trent EA, Langan EM 3rd, et al. Determinants of functional outcome after revascularization for critical limb ischemia: an analysis of 1000 consecutive vascular interventions. *J Vasc Surg* 2006;44:747-55. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2006.06.015>
19. Okazaki J, Matsuda D, Tanaka K, Ishida M, Kuma S, Morisaki K, et al. Analysis of wound healing time and wound-free period as outcomes after surgical and endovascular revascularization for critical lower limb ischemia. *J Vasc Surg* 2018;67:817-25. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2017.07.122>
20. Browder SE, Ngeve SM, Hamrick ME, Wood JE, Parodi FE, Pascarella LE, et al. Analysis of wound healing time and wound-free period in patients with chronic limb-threatening ischemia treated with and without revascularization. *J Vasc Surg* 2022;76:1667-1673. e1. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2022.05.025>
21. Sano M, Yamamoto K, Seo A, Akai A, Akagi D, Takayama T, et al. Wound healing after revascularization for critical limb ischemia. *Int Angiol* 2019;38:225-9. <https://doi.org/10.23736/S0392-9590.19.04096-3>
22. Norese M, Parodi M, Padilla E, La Mura R. Recuperación postquirúrgica en revascularización infrainguinal. *Angiología* 2007;59:317-24. [https://doi.org/10.1016/S0003-3170\(07\)75060-5](https://doi.org/10.1016/S0003-3170(07)75060-5)
23. Martinez RA, Franklin KN, Hernandez AE, Parreco J, Cortolillo N, Ross R. Readmissions to an alternate hospital in patients undergoing vascular intervention for claudication and critical limb ischemia associated with significantly higher mortality. *J Vasc Surg* 2019;70:1960-72. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2019.02.055>
24. Ochoa Chara CI, Gholitabar N, Goodney P, Dardik A, Abougergi MS. One-Year Readmission after Open and Endovascular Revascularization for Critical Limb Ischemia. *Ann Vasc Surg* 2019;61:25-32. <https://doi.org/10.1016/j.avsg.2019.07.003>
25. Bhandari N, Newman JD, Berger JS, Smilowitz NR. Diabetes mellitus and outcomes of lower extremity revascularization for peripheral artery disease. *Eur Heart J Qual Care Clin Outcomes* 2022;8:298-306. <https://doi.org/10.1093/ehjqcco/qcaa095>

# Análisis 3D de la geometría y fluidodinámica durante el planeamiento prequirúrgico de los pacientes con ventrículo único y síndrome de heterotaxia en el estadio pre Fontan-Kreutzer

## 3D Analysis of Geometry and Fluid Dynamics During Presurgical Planning of Patients with Single Ventricle and Heterotaxy Syndrome in Pre-Fontan-Kreutzer Stage

IGNACIO GUILLERMO BERRA<sup>1</sup>, NESTOR R. CEJAS BOLECEK<sup>2</sup>, RAMIRO GOLDMAN<sup>1</sup>, ROCIO BOUDOU<sup>1</sup>, MARIA LAURA ZENOBI<sup>1</sup>, PABLO GARCIA DELUCIS<sup>1</sup>, JAVIER CORNELIS<sup>1</sup>, PABLO TAKEUCHI<sup>3</sup>, FERNANDO DIAZ MORI<sup>4</sup>, MAURO FERMIN<sup>2</sup>, ENZO DARI<sup>2,5,6</sup>, SEBASTIAN BERRA<sup>7</sup>

### RESUMEN

**Introducción:** En la cirugía de Fontan-Kreutzer se busca obtener una distribución equilibrada del flujo venoso hepático hacia ambos pulmones para lograr una condición clínica favorable a largo plazo. Estos pacientes, debido al flujo continuo pasivo venoso hepático hacia los pulmones desarrollan a largo plazo enfermedad hepática (cirrosis), bronquitis plástica o enfermedad perdedora de proteínas. Si se produce una distribución desbalanceada del flujo venoso hepático hacia los pulmones comienzan a desarrollarse fistulas arteriovenosas en el parénquima pulmonar, que llevan a la disminución de la saturación arterial de oxígeno.

**Objetivo:** Predecir y evitar una desbalanceada distribución del flujo venoso hepático hacia los pulmones después de la cirugía de conexión cavo-pulmonar total en el estadio de Fontan-Kreutzer a través de utilizar el análisis de la fluidodinámica.

**Material y métodos:** Dos pacientes con ventrículo único con anatomía compleja fueron estudiados y se realizó en ellos el planeamiento prequirúrgico modelando en 3 dimensiones (3D) la forma digital de la segmentación anatómica a través del formato DICOM de la tomografía axial computada con contraste. Luego se realizó el modelo de la cirugía virtual para poder aplicar a la técnica quirúrgica elegida la fluidodinámica computacional que permite evaluar la distribución balanceada del flujo venoso hepático hacia los pulmones.

**Resultados:** La fluidodinámica computacional predijo en las distintas técnicas quirúrgicas propuestas para completar la conexión cavo-pulmonar total en el estadio Fontan-Kreutzer una distribución del flujo venoso hepático hacia la arteria pulmonar derecha de 60 % a 65 % y a la arteria pulmonar izquierda de 35 % a 40 %.

**Conclusión:** La metodología de reconstrucción 3D de la anatomía de cada paciente combinada con el modelado por fluidodinámica computacional obtenida por el presente grupo interdisciplinario, permitió modelar diferentes escenarios quirúrgicos específicos para los pacientes en estudio. La aproximación desde la física de un problema médico permitió obtener resultados favorables y constituir un método sistemático hacia la aplicación de la medicina de precisión. Esta personalización presenta las ventajas de estudiar con antelación la anatomía de los pacientes en forma virtual, esencial para proponer diferentes escenarios quirúrgicos y optimizar los tiempos en cirugía. La evaluación de cantidades fisiológicas para diferentes escenarios, mediante simulación, permitió aproximar la distribución del flujo venoso hepático hacia ambos pulmones permitiendo determinar qué estrategia minimiza o evita la formación de fistulas en el paciente. Esto tiene un impacto directo en la mejora de los resultados a largo plazo luego de completar la conexión cavo-pulmonar total en el estadio de Fontan-Kreutzer.

**Palabras clave:** Fluidodinámica - Fontan-Kreutzer

REV ARGENT CARDIOL 2024;92:353-360. <http://dx.doi.org/10.7775/rac.es.v92.i5.20816>

Recibido: 24/05/2024 - Aceptado: 01/10/2024

Dirección para correspondencia: Ignacio G. Berra. E-mail: nachoberra@yahoo.com



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

©Revista Argentina de Cardiología

<sup>1</sup> Servicio de cirugía cardiovascular pediátrica, Hospital nacional de Pediatría Juan P. Garrahan, CABA, Buenos Aires

<sup>2</sup> Departamento de Mecánica Computacional. CNEA, Centro Atómico Bariloche, S. C. de Bariloche 8400, Río Negro.

<sup>3</sup> Lew Insumos e innovaciones. S. A. Diseñador de software.

<sup>4</sup> Servicio de cardiología pediátrica, Hospital Nacional de pediatría Juan P. Garrahan, CABA, Buenos Aires.

<sup>5</sup> Instituto Balseiro, CNEA y Universidad Nacional de Cuyo, Centro Atómico Bariloche, Bariloche, Río Negro.

<sup>6</sup> CONICET, Centro Atómico Bariloche, Bariloche, Río Negro.

<sup>7</sup> Departamento de Control, Facultad de ingeniería, Universidad de Buenos Aires, CABA, Buenos Aires.

## ABSTRACT

**Background:** The aim of the Fontan-Kreutzer procedure is to obtain a balanced distribution of hepatic venous flow to both lungs in order to achieve a favorable long-term clinical condition. These patients, due to the continuous passive hepatic venous flow to the lungs develop long-term liver disease, (cirrhosis), plastic bronchitis or protein-losing disease. If there is an unbalanced distribution of hepatic venous flow to the lungs, arteriovenous fistulas in the pulmonary parenchyma begin to develop, leading to decreased arterial oxygen saturation.

**Objective:** The aim of this study was to predict and avoid an unbalanced distribution of hepatic venous flow to the lungs after total cavopulmonary connection surgery at the Fontan-Kreutzer stage through the use of fluid dynamics analysis.

**Methods:** Two patients with a single ventricle and complex anatomy were studied and underwent pre-surgical planning by modeling in three dimensions (3D) the digital shape of the anatomic segmentation through the DICOM format of the contrast-enhanced axial computed tomography. Then, the model of the virtual surgery was performed to apply computational fluid dynamics to the chosen surgical technique, in order to evaluate the balanced distribution of hepatic venous flow to the lungs.

**Results:** Computational fluid dynamics applied in the different proposed surgical techniques to complete the total cavopulmonary connection in the Fontan-Kreutzer stage predicted a distribution of 60% to 65% hepatic venous flow to the right pulmonary artery and 35% to 40% to the left pulmonary artery.

**Conclusions:** The 3D reconstruction methodology of each patient's anatomy combined with computational fluid dynamics modeling obtained by the present interdisciplinary group, allowed developing different surgical scenarios specific to the patients under study. The physics approach of a medical problem has allowed favorable results and constitutes a systematic method towards the application of precision medicine. This personalization has the advantages of studying in advance the anatomy of the patients in virtual form, essential for proposing different surgical scenarios and optimizing surgical times. The evaluation of physiological quantities for different scenarios by means of simulation, enabled the approximation of hepatic venous flow distribution to both lungs, determining which strategy minimizes or avoids fistula formation in the patient. This has a direct impact on the improvement of long-term outcomes after completing the total cavopulmonary connection at the Fontan-Kreutzer stage.

**Key words:** Fluid dynamics - Fontan Kreutzer

## INTRODUCCIÓN

Los recién nacidos presentan una distribución del flujo de sangre en un 50 % hacia la parte cefálica del cuerpo debido a la proporción de la cabeza con relación al cuerpo. Cuando comienzan a caminar, la demanda metabólica de los músculos hace que el gasto cardíaco se incremente hasta un 70 % hacia los miembros inferiores. Por eso la estrategia terapéutica de los ventrículos únicos que van hacia la corrección univentricular consiste en una aproximación de pasos sucesivos. A los 3 a 6 meses de edad se realiza la conexión de la vena cava superior a la arteria pulmonar (cirugía de Glenn), con el objetivo de incrementar el flujo pulmonar efectivo y así la oxigenación de la sangre del paciente. Luego, cuando el paciente empieza a caminar y disminuye el gasto cardíaco relativo hacia la región cefálica con respecto al de los miembros inferiores, se considera necesario poder conectar la vena cava inferior hacia la arteria pulmonar. Esta técnica es conocida como cirugía de Fontan-Kreutzer, y tiene como objetivo separar la circulación pulmonar de la circulación sistémica mejorando el flujo pulmonar efectivo, lo que ha permitido la sobrevivencia de los pacientes con corazones univentriculares.

Para que esta circulación sea eficiente requiere de una anatomía adecuada con presiones bajas tanto en el árbol pulmonar como en el ventrículo único, ya que la sangre circula por gravedad en la fase inspiratoria y espiratoria dependiendo de la diferencia entre la presión atmosférica y la presión intratorácica.

En la cirugía de Fontan-Kreutzer se busca obtener una distribución equilibrada del flujo venoso hepático hacia ambos pulmones para lograr una condición clínica favorable a largo plazo. Estos pacientes, debido al flujo continuo pasivo venoso hepático hacia los pulmones desarrollan a largo plazo enfermedad hepática (cirrosis), bronquitis plástica o enfermedad perdedora de proteínas, se genera una falla del sistema de Fontan. (1) La distribución equilibrada reduce la formación de malformaciones arteriovenosas pulmonares y evita el descenso de la saturación arterial de oxígeno; también minimiza la pérdida de energía del flujo de sangre hacia los pulmones y evita ciertos sitios localizados de *shear stress* (tensión de cizallamiento) con valores altos y bajos en las paredes del sistema de conexión cavo-pulmonar total en el estadio de Fontan-Kreutzer, porque ello se asocia con trombosis. El factor hepático es una molécula o un metabolito indeterminado fundamental en este proceso. Si se produce una distribución desbalanceada del flujo venoso hepático hacia los pulmones y se genera la ausencia de pasaje de dicho factor hepático por el tejido pulmonar, comienzan a desarrollarse fistulas arteriovenosas en el parénquima pulmonar, que llevan a la disminución de la oxigenación de la sangre arterial. (2)

Si bien las complicaciones que se manifiestan a largo plazo son multifactoriales, pueden estar relacionadas con el diseño geométrico de la conexión cavo-pulmonar total, a partir de la resistencia hemodinámica y del balance de la distribución del flujo venoso hepático hacia los pulmones. (3-6)

En los pacientes en que el flujo venoso hepático es hacia un pulmón, las malformaciones arteriovenosas se desarrollan en el pulmón contralateral. Los pacientes que son propensos al desarrollo de fistulas arteriovenosas tienen una chance entre el 32 y el 85 %, por falta del pasaje de factor hepático por los pulmones antes de realizar la conexión cavo-pulmonar total en el estadio de Fontan-Kreutzer. (7)

En pacientes con anatomía compleja para la conexión cavo-pulmonar total es difícil la interpretación de cómo será el flujo de sangre, teniendo en cuenta 2 o 3 entradas de flujo, que luego la sangre pasa por una conexión cavo-pulmonar total con una geometría con angulaciones, y que al final el flujo sanguíneo se distribuya en forma balanceada y equitativa hacia las dos salidas hacia ambos pulmones.

Esto ha llevado a introducir mejoras en la etapa de planificación preoperatoria y dado lugar a nuevas metodologías de trabajo multidisciplinario que combinan el conocimiento médico con el uso complementario de herramientas como el diseño multimedia de las cirugías virtuales, y el uso de la dinámica de fluidos computacional. (8-12)

Lo novedad de este trabajo es que logramos planificar en un hospital público en la Argentina en forma personalizada el tratamiento quirúrgico estos pacientes con un grupo interdisciplinario de cirujanos cardiovasculares, cardiólogos, técnicos de imágenes, físicos e ingenieros nucleares, ingenieros electrónicos y diseñadores multimedia.

## OBJETIVO

Predecir y evitar una distribución desbalanceada del flujo venoso hepático hacia los pulmones después de la cirugía de conexión cavo-pulmonar total en el estadio de Fontan-Kreutzer mediante la utilización del análisis de la dinámica de fluidos.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Utilizando el DICOM de la tomografía se reconstruyó la anatomía tridimensional de dos pacientes, luego sobre ella se añadió el diseño en 3 dimensiones (3D) de la técnica quirúrgica seleccionada tomando como premisa realizar la conexión más recta y corta posible entre la vena cava inferior y las ramas pulmonares. Después se realizaron las simulaciones computacionales de la dinámica de fluidos para poder estimar el flujo de entrada al sistema de Fontan y la distribución del

flujo hepático hacia ambas ramas pulmonares (Tabla 1). La determinación de las condiciones hemodinámicas para la simulación del flujo sanguíneo constituye un gran desafío. Habitualmente en nuestro hospital, para la evaluación prequirúrgica de un paciente candidato a conexión cavo-pulmonar total en estadio de Fontan-Kreutzer se realiza ecocardiografía y cateterismo. Para el modelado 3D de la anatomía y eventual diseño de la cirugía virtual son necesarios los datos DICOM de tomografía o resonancia. Para la simulación computacional son necesarios ciertos datos hemodinámicos como los flujos de entrada al modelo a evaluar (Glenn único o bilateral, vena cava inferior o venas suprahepáticas, vena álgica, etc.) y los valores de presión en los distintos puntos del sistema. Para esto último tomamos los valores medidos por cateterismo invasivo. En la Tabla 2 se observan los flujos. Usamos inicialmente flujos calculados por ecocardiograma por medición de VTI (Velocidad Integrada en el Tiempo). Los valores de flujo que son absolutamente variables de acuerdo de la condición del paciente. Por ejemplo, varía significativamente el caudal de retorno venoso sistémico en inspiración o espiración o en apnea. En este estudio empleamos el VTI del ecocardiograma para estimar el flujo sanguíneo calculado como el producto de la velocidad promedio y el área de sección transversal del vaso. (13) Debido a que el flujo es pulsátil y que su velocidad varía a lo largo de la sección transversal del vaso, existe una distribución de velocidades (perfil de velocidad de flujo). En la práctica se obtiene un valor de velocidad promedio sumando todas las velocidades dentro de la envolvente espectral Doppler (integral de velocidad de tiempo). El área de sección transversal se obtiene por ecocardiografía y se compara con mediciones tomográficas de la anatomía.

Para los flujos venosos se toman las velocidades promedio durante varios ciclos cardíacos establecidos por el electrocardiograma, se considera la frecuencia cardíaca y luego se calcula en litro/minuto el flujo a través de ese vaso. También fue medido el volumen minuto sistémico mediante VTI aórtico para consideración del flujo total. (13)

## Reconstrucción de los modelos anatómicos

Para el procesamiento de imágenes, segmentación y reconstrucción 3D utilizamos Slicer (Kitware, USA) (14) y desarrollamos algoritmos a partir de la biblioteca de ITK (Insight Software Consortium, USA). (15) Trabajamos con Blender (Países Bajos) (16) para adaptar las conexiones de la cirugía de Fontan a los modelos 3D reconstruidos. Estos mismos se utilizaron para el cálculo de la fluido dinámica computacional. Al finalizar la cirugía virtual, el modelo anatómico y la reconstrucción quirúrgica propuesta se cargan en un navegador virtual *online* de desarrollo propio para ser analizado en detalle y discutido en ateneo clínico quirúrgico.

El paciente número 1 tiene un análisis secuencial y segmentario de la anatomía cardíaca en que se observa un *situs inversus* atrial, L-loop ventricular y aorta en L posición. Los métodos diagnósticos utilizados fueron ecocardiograma, tomografía con contraste, cateterismo y reconstrucción 3D en

**Tabla 1.** Distribución de flujo venoso hepático hacia ambas ramas de la arteria pulmonar predicha por la dinámica de fluidos computacional

Paciente	Sexo	Edad	Flujo sistémico estimado (L/min)	Flujo hepático hacia arteria pulmonar derecha (%)	Flujo hepático hacia arteria pulmonar izquierda (%)
1. Túnel lateral	M	3 años y 10 meses	1,86	60	40
2. Tubo extracardíaco	M	3 años	2,05	65	35

que se observó un ventrículo único con atresia tricúspidee y atresia pulmonar. (Figura 1)

En el paciente número 2 el análisis secuencial y segmentario de la anatomía cardíaca mediante el ecocardiograma, la tomografía axial computada con contraste, el cateterismo cardíaco y la reconstrucción 3D de la geometría llevó a un diagnóstico de *situs ambiguus* atrial, *L loop* ventricular y *L* posición de la aorta (arco aórtico derecho) con un canal auriculoventricular desbalanceado de dominancia derecha con atresia pulmonar con insuficiencia moderada de la válvula aurículo ventricular en estadio de Glenn. (Figura 2) En la Figura 3, en A se observa en el cateterismo cardíaco el sistema de Glenn izquierdo junto con la anatomía de las arterias pulmonares, en B se observa el sistema de Glenn derecho junto con las ramas de las arterias pulmonares y en C el drenaje ambiguo de la vena cava inferior en la aurícula única.

### Fluidodinámica Computacional

El dominio del sistema de estudio, definido por el modelo geométrico, lo aproximamos mediante elementos tetraédricos generados por GMSH (C Geuzaine & J-F Remacle, ULiege, Bélgica), un generador de mallas de elementos finitos. (17) Para modelar el comportamiento hemodinámico de la sangre en dicho sistema se resuelven las ecuaciones de continuidad y las de Navier-Stokes (conservación de momento y masa). Se establecieron perfiles desarrollados para las velocidades (Dirichlet) obtenidos de las mediciones de VTI y tipo Neumann

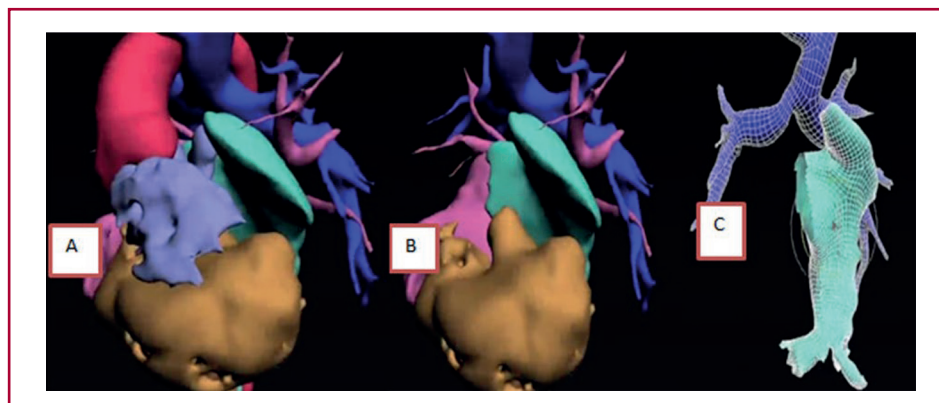
para las presiones en las entradas. Para las salidas utilizamos valores de presión flotada tipo Dirichlet y tipo Neumann para las velocidades. Las condiciones en las paredes fueron de no deslizamiento. Como resultado de la simulación se obtienen la componente de velocidad y presión que satisfacen dichas ecuaciones. Los resultados presentados se resolvieron con el software de código abierto OpenFOAM, (18) en principio utilizando el algoritmo SIMPLE (Semi Implicit Method for Pressure Linked Equation) en el estado estacionario. Sin embargo, es frecuente que la solución de estado estacionario resulte inestable y no se alcance la convergencia con tolerancias aceptables, en cuyo caso se recurre a obtener la solución transitoria con un algoritmo tipo PISO (Pressure Implicit with Splitted Operators). Este algoritmo resulta limitado por la necesidad de mantener el número de Courant menor a 1 para producir soluciones estables, restringiendo el paso de tiempo a utilizar e incrementando el tiempo de simulación a valores excesivos. Finalmente, utilizando una combinación de ambos algoritmos, conocida como PIMPLE, se puede incrementar el paso de tiempo hasta alcanzar números de Courant de alrededor de 20, resignando alguna precisión en la evolución temporal, pero manteniendo los valores de caudales en las salidas. El número de Courant es la velocidad del flujo por el paso de tiempo dividido el tamaño de la malla. Si vale 1 significa que el fluido atraviesa una celda en un paso de tiempo.

A partir de las simulaciones de fluidodinámica computacional se estimó la distribución del flujo venoso hepático

**Tabla 2.** Datos de flujo y VTI por ecocardiografía.

Estructura	Diámetro (cm)	VTI (cm)	Radio (cm)	Radio <sup>2</sup> (cm <sup>2</sup> )	Área (cm <sup>2</sup> )	Volumen (cm <sup>3</sup> )	Velocidad media (m/s)	Flujo (L/min)
Paciente 1	VCS/Glenn	0,8					0,22	0,67
	VCI	1,2					0,15	1,05
	RPD	1,0						
	RPI	0,9					0,14	0,55
	Aorta	16,5					0,18	2,14
Paciente 2	Glenn derecho	0,7	21	0,35	0,1225	0,35	8,1	0,69
	Glenn izquierdo	0,5	25	0,25	0,0625	0,20	4,9	0,42
	VCI	0,8	22	0,4	0,16	0,50	11,0	0,94
	Aorta	1,7	8,5	0,85	0,7225	2,27	19,3	1,64

RPD: rama pulmonar derecha, RPI: rama pulmonar izquierda, VCI: vena cava inferior; VCS: vena cava superior; VTI: integral velocidad tiempo

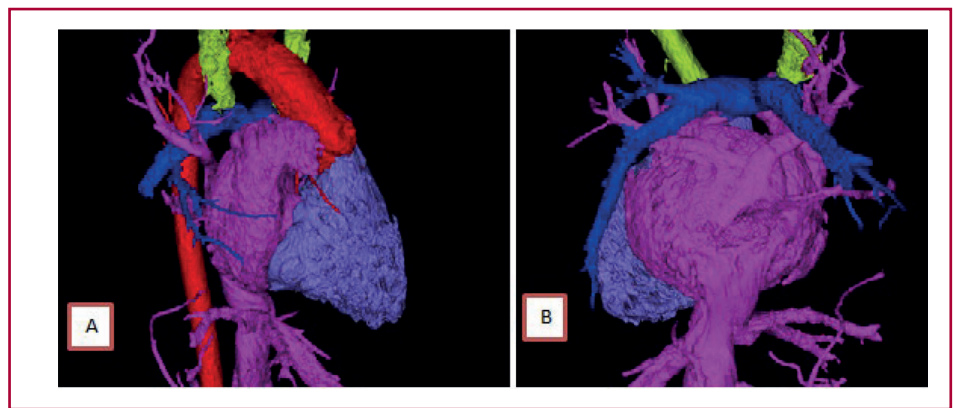


**Fig. 1.** Paciente 1. **A** y **B.** Imágenes reconstruidas 3D donde se visualiza en una vista anterior la aorta saliendo en L-posición del ventrículo único de morfología izquierda (estructura de color naranja) en la figura **A**, **B** y **C** se observa el drenaje de las venas suprahepáticas en posición de situs inversus atrial. La imagen de color azul corresponde a las ramas pulmonares al sistema de Glenn.

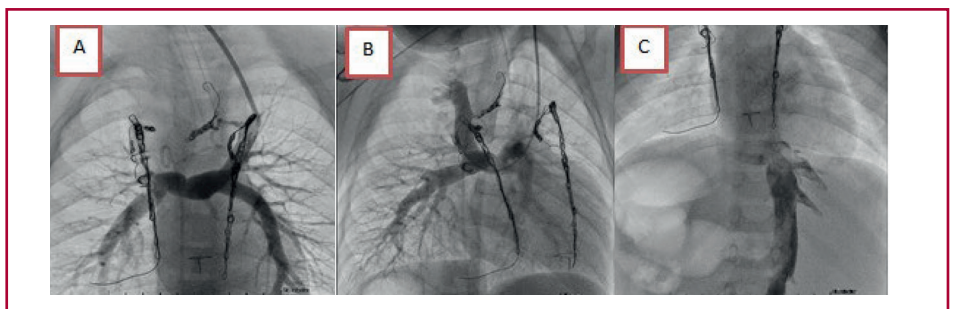
(DFH); esa cantidad se define como la relación del flujo de sangre de la vena cava inferior y las arterias pulmonares derecha e izquierda y se calcula mediante el seguimiento de partículas en las líneas de flujo. Este valor se considera favorable para valores de distribución entre ambas ramas pulmonares entre el 40 % y el 60 %. Estudiamos estas métricas clínicas en conjunto con las estructuras de flujo y las caídas de presión para dilucidar los mecanismos que conducen a una mayor disipación de energía o una determinada distribución del flujo hepático. Para estimar el valor de distribución del flujo venoso hepático se desarrolló un *software* que calcula y visualiza las líneas de trayectoria para un conjunto dado de partículas que recorren el fluido simulado. Esta cantidad

se calcula mediante la integral temporal de las componentes del campo de velocidades obtenidas del cálculo de la fluidodinámica computacional. Mediante el conteo visual de estas líneas se estima el porcentaje de la distribución del flujo venoso hepático hacia las ramas. Esto se puede observar en la figura 4 A, en que se visualiza la distribución de velocidades en las ramas pulmonares con un tubo extracardíaco en el paciente 1. En la figura 4 B se ve la distribución de velocidades en las ramas pulmonares con un túnel lateral de cavas en el paciente 2. Para los cálculos asumimos que las paredes de los vasos son rígidas, (19-21) los parámetros relacionados con la eficiencia de la conexión cavo-pulmonar total, como la pérdida de potencia y la distribución del flujo venoso hepático

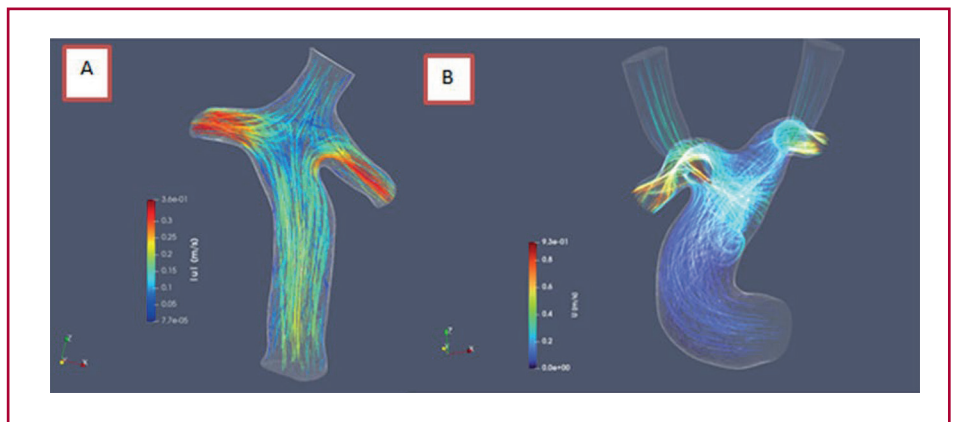
**Fig. 2.** Paciente 2. **A** y **B:** Imagen de reconstrucción 3D. En color fucsia se observa la aurícula única que recibe las venas pulmonares y la vena cava inferior. En **B** se ve el drenaje ambiguo de la vena cava inferior en la aurícula única. En ambas figuras se visualizan las geometrías en verde claro de los dos sistemas de Glenn drenando en la estructura de la arteria pulmonar (azul). También se observa el L-loop ventricular en la estructura violeta. La L-posición de la aorta en color rojo.



**Fig. 3. A.** Se observa en el cateterismo cardiaco el sistema de Glenn izquierdo junto con la anatomía de las arterias pulmonares. **B.** se observa el sistema de Glenn derecho junto con las ramas de las arterias pulmonares. **C.** se observa el drenaje ambiguo de la vena cava inferior en la aurícula única.



**Fig. 4. A.** Distribución de velocidades en las ramas pulmonares con un tubo extracardíaco en el paciente 1. **B.** Distribución de velocidades en las ramas pulmonares con un túnel lateral de cavas en el paciente 2.



en un paciente con un re encaminamiento intraauricular no cambian significativamente respecto de utilizar un modelo de interacción fluido estructura. Suponemos, además que la sangre se comporta como un fluido newtoniano incompresible con una viscosidad constante de 3,71 mPas y una densidad de 1060 kg/m. Las condiciones de contorno para la hemodinámica de un solo ventrículo incluyen a grandes rasgos las paredes y los extremos de los vasos. (22) Para los extremos de los vasos se impondrán condiciones de contorno dadas por las mediciones clínicas descriptas anteriormente y supondremos valores de caudales promediados en uno o varios ciclos cardíacos. Asumimos que las condiciones tanto del caudal sistémico como la distribución de las entradas se conservan antes y después de la cirugía (no cambian las condiciones fisiológicas en el resto del sistema) (23-31).

## RESULTADOS

La fluidodinámica computacional predijo en las distintas técnicas quirúrgicas propuestas para completar la conexión cavo-pulmonar total en el estadio Fontan-Kreutzer una distribución del flujo venoso hepático hacia la rama pulmonar derecha de 60 % a 65 % y a la rama izquierda de 35 % a 40 %. (Tabla 1).

### Distribución del flujo venoso hepático

En la Figura 5 A Se observa la simulación de la distribución de flujo hepático en el paciente 1 con una técnica de tubo extracardiaco con una distribución del 65 % del flujo venoso hepático hacia la rama pulmonar derecha y del 35 % del flujo hepático hacia la rama pulmonar izquierda utilizando un caudal sistémico de 1,86 litros/minuto. En la Figura 5B se observa que en el paciente 2 la simulación de la fluidodinámica muestra que con la técnica de Fontan de túnel lateral de cavas

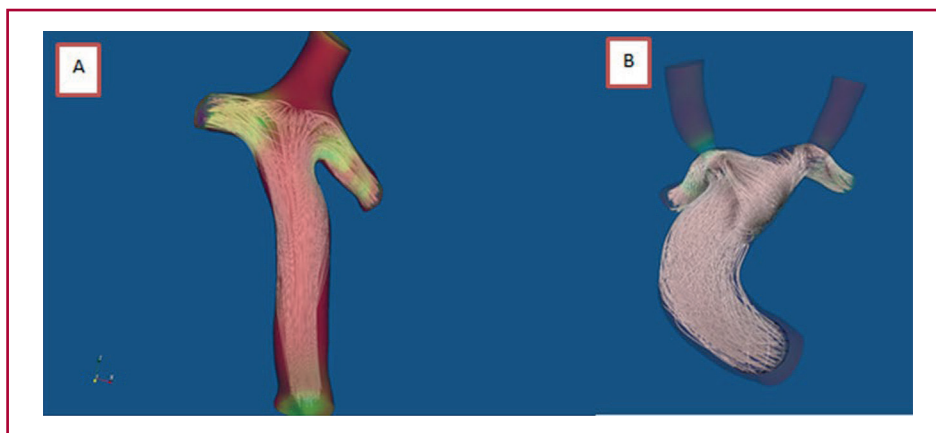
el flujo hepático se distribuye un 60 % hacia la rama pulmonar derecha y un 40 % hacia la rama pulmonar izquierda empleando un flujo sistémico de entrada de 2,05 litros/minuto.

Los dos pacientes tuvieron un postoperatorio satisfactorio con una saturación del 95% y la sobrevida fue del 100 % al alta. Debido a la excelente evolución a 4 años estamos extendiendo esta planificación prequirúrgica a pacientes con ventrículo único con anatomía y fisiología compleja. Ninguno de estos dos pacientes desarrollo fistulas arteriovenosas pulmonares.

## DISCUSIÓN

Los pacientes con diagnóstico de ventrículo único presentan una amplia gama de variaciones anatómicas que plantean un desafío para la planificación y predicción de la reconstrucción quirúrgica ideal para la realización de la cirugía de Fontan-Kreutzer. La modificación virtual prospectiva de la anatomía del paciente para simular un abordaje quirúrgico combinado con el modelo computacional proporcionó información sobre el impacto fisiológico de diferentes decisiones quirúrgicas.

Las simulaciones realizadas antes de las intervenciones resultaron útiles para lograr una exitosa aproximación que se demostró mediante la técnica quirúrgica utilizada en cada paciente, pero no hemos logrado realizar un estudio de la distribución del flujo venoso hepático hacia los pulmones después de cada intervención, mediante resonancia magnética. Dada la variación del equilibrio del flujo venoso hepático y la resistencia de la vasculatura pulmonar en los pacientes estudiados, así como la experiencia de varios médicos



**Fig. 5.** Distribución de flujo venoso hepático hacia las ramas pulmonares **A.** Se observa la simulación de la distribución de flujo hepático en el paciente 1 con una técnica de tubo extracardiaco con una distribución del 65 % del flujo venoso hepático hacia la rama pulmonar derecha y del 35 % del flujo hepático hacia la rama pulmonar izquierda utilizando un caudal sistémico de 1,86 litros/minuto. **B.** Se observa en el paciente 2 la simulación de la fluidodinámica que muestra que con la técnica de túnel lateral de cavas el flujo hepático se distribuye un 60 % hacia la rama pulmonar derecha y un 40% hacia la rama pulmonar izquierda empleando un flujo sistémico de entrada de 2,05 litros/minuto.

cirujanos y cardiólogos pediátricos que han realizado simulación de flujo para pacientes con diagnóstico de ventrículo único, está claro que no es posible predecir la distribución del flujo hepático basándose únicamente en la experiencia clínica, incluso en grandes centros con una experiencia sustancial con estos pacientes. Los factores que determinan la distribución del flujo venoso hepático hacia los pulmones incluyen la posición de las venas sistémicas (lado de la vena cava superior única o bilateral), el lado de la vena cava inferior, el número de venas suprahepáticas y la distancia de su orificio de desembocadura en la aurícula única, la angulación de las venas a medida que ingresan a las arterias pulmonares y el equilibrio del flujo entre las diferentes venas cavas y otros factores hemodinámicos.

Cabe destacar que el ensamble del grupo interdisciplinario es un trabajo arduo en equipo de muchas horas, con profesionales de distintos ámbitos científicos en nuestro país y conlleva un aprendizaje continuo para poder utilizar estas herramientas en el ámbito clínico de los pacientes dentro de un hospital público. Un punto muy importante es el diseño 3D de la técnica quirúrgica para lograr el diseño lo más aproximado a la realidad geométrica de la anatomía de cada paciente. (32,33) La estrecha colaboración entre los ingenieros del equipo de modelado y los cirujanos es esencial para traducir los detalles del enfoque quirúrgico planificado por los cirujanos en el modelo virtual.

## CONCLUSIÓN

La metodología de reconstrucción 3D de la anatomía de cada paciente combinada con el modelado por fluido dinámica computacional obtenida por el presente grupo interdisciplinario, permitió modelar diferentes escenarios quirúrgicos específicos para los pacientes en estudio. La aproximación desde la física de un problema médico permitió obtener resultados favorables y constituir un método sistemático hacia la aplicación de la medicina de precisión. Esta personalización presenta las ventajas de estudiar con antelación la anatomía de los pacientes en forma virtual, esencial para proponer diferentes escenarios quirúrgicos y optimizar los tiempos en cirugía. La evaluación de cantidades fisiológicas para diferentes escenarios, mediante simulación, permitió aproximar la distribución del flujo venoso hepático hacia ambos pulmones y permitió determinar qué estrategia minimiza o evita la formación de fistulas en el paciente. Esto tiene un impacto directo en la mejora de los resultados a largo plazo luego de completar la conexión cavo-pulmonar total en el estadio de Fontan-Kreutzer

## Declaración de conflicto de intereses

El autor declara que no tiene conflicto de intereses

(Ver formulario de conflicto de intereses del autor en la web)

## BIBLIOGRAFÍA

1. Trusty PM, Wei ZA, Slesnick TC, Kanter KR, Spray TL, Fogel MA, et al. The first cohort of prospective Fontan surgical planning patients with follow-up data: How accurate is surgical planning? *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2019;157:1146-55. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2018.11.102>
2. Alsoufi B, Rosenblum J, Travers C, Kanter K, Trusty PM, Yoganathan AP, et al. Outcomes of Single Ventricle Patients Undergoing the Kawashima Procedure: Can We Do Better? *World J Pediatr Congenit Heart Surg.* 2019;10:20-7. <https://doi.org/10.1177/2150135118809082>
3. Atz AM, Zak V, Mahony L, Uzark K, D'agincourt N, Goldberg DJ, et al; Pediatric Heart Network Investigators. Longitudinal Outcomes of Patients With Single Ventricle After the Fontan Procedure. *J Am Coll Cardiol.* 2017;69:2735-44. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2017.03.582>
4. Hathcock JJ. Flow effects on coagulation and thrombosis. *Arterioscler Thromb Vasc Biol.* 2006;26:1729-37. <https://doi.org/10.1161/01.ATV.0000229658.76797.30>
5. Pundi KN, Johnson JN, Dearani JA, Pundi KN, Li Z, Hinck CA, et al. 40-Year Follow-Up After the Fontan Operation: Long-Term Outcomes of 1,052 Patients. *J Am Coll Cardiol.* 2015;66:1700-10. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2015.07.065>
6. Trusty PM, Slesnick TC, Wei ZA, Rossignac J, Kanter KR, Fogel MA, et al. Fontan Surgical Planning: Previous Accomplishments, Current Challenges, and Future Directions. *J Cardiovasc Transl Res.* 2018;11:133-44. <https://doi.org/10.1007/s12265-018-9786-0>
7. Kartik SV, Sasidharan B, Gopalakrishnan A, Kurup HKN, Krishnamoorthy KM, Sasikumar D, et al. A Comparative Study of Invasive Modalities for Evaluation of Pulmonary Arteriovenous Fistula after Bidirectional Glenn Shunt. *Pediatr Cardiol.* 2021;42:1818-25. <https://doi.org/10.1007/s00246-021-02670-6>
8. Anderson JD. *Computational fluid dynamics -The basics with applications.* New York, NY: McGraw-Hill (1995).
9. Ferziger, JH, Perić, M, Street, RL. *Computational methods for fluid dynamics.* Berlin: Springer (2002). <https://doi.org/10.1007/978-3-642-56026-2>
10. Chen, Q. *Computational fluid dynamics of HVAC: successes and failures.* Atlanta, GA: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. (1997).
11. Zakaria, MS, Ismail, F, Tamagawa, M, Azi, AF, Wiriadidjaya, S, Basri, AA, et al. Computational fluid dynamics study of blood flow in aorta using OpenFOAM. *J Adv Res Fluid Mech Thermal Sci* 2018; 43:81-9.
12. Mader, CA, Kenway, GK, Yildirim, A, Martins, JR. ADflow: an open-source computational fluid dynamics solver for aerodynamic and multidisciplinary optimization. *J Aero Inf Syst* 2020;17:1-20. <https://doi.org/10.2514/1.I010796>
13. Benjamin W Eidem, Frank Cetta, Patrick W O'Leary. *Echocardiography in pediatric and adult congenital heart disease.* 2009. Lippincott Williams & Wilkins
14. 3D Slicer una plataforma open source de procesamiento de imágenes médicas desarrollada por Kitware. <https://www.slicer.org>. [Online; 30-Ag-22].
15. ITK(The Insight Segmentation and Registration Toolkit) es una plataforma de desarrollo de aplicaciones de código abierto para el desarrollo de programas de segmentación y registración de imágenes. <https://itk.org/>. [Online; 30-Ag-22].
16. Blender Development Team. (2022). Blender [Computer software]. <https://www.blender.org>
17. Gmsh es un generador de mallas de elementos finitos 3D de código abierto con un motor CAD y un posprocesador integrados. <https://gmsh.info/>. [Online; 30-Ag-22].
18. Moukalled F, Mangani L, Darwish M. *The Finite Volume Method in Computational Fluid Dynamics: An Advanced Introduction with OpenFOAM® and Matlab®.* 2015;113. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-16874-6>

19. Triedman JK, Newburger JW. Trends in Congenital Heart Disease: The Next Decade. *Circulation* 2016;133:2716–33. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.116.023544>
20. Fontan F, Baudet E. Surgical repair of tricuspid atresia. *Thorax* 1971;26:240–8. <https://doi.org/10.1136/thx.26.3.240>
21. Gewillig M, Brown SC. The Fontan circulation after 45 years: Update in physiology. *Heart* 2016;102:1081–6. <https://doi.org/10.1136/heartjnl-2015-307467>
22. Dori, Y, Sathanandam S, Glatz AC, Gillespie MJ, Rome JJ. Catheter approach to redirect hepatic venous return for treatment of unilateral pulmonary arteriovenous malformations after Fontan. *Catheter. Cardiovasc Interv* 2013;84:86–93. <https://doi.org/10.1002/ccd.25326>
23. Razavi R, Hill DL, Keevil SF, Miquel ME, Muthurangu V, Hegde S, et al. Cardiac catheterisation guided by MRI in children and adults with congenital heart disease. *Lancet* 2003;362:1877–82. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(03\)14956-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(03)14956-2)
24. Duncan BW, Desai S. Pulmonary arteriovenous malformations after cavopulmonary anastomosis. *Ann Thorac Surg.* 2003;76:1759–66. [https://doi.org/10.1016/S0003-4975\(03\)00450-8](https://doi.org/10.1016/S0003-4975(03)00450-8)
25. Srivastava D, Preminger T, Lock JE, Mandell V, Keane JF, Mayer JE Jr, et al. Hepatic venous blood and the development of pulmonary arteriovenous malformations in congenital heart disease. *Circulation* 1995;92:1217–22. <https://doi.org/10.1161/01.CIR.92.5.1217>
26. Barbé T, Losay J, Grimon G, Devictor D, Sardet A, Gauthier F, et al. Pulmonary arteriovenous shunting in children with liver disease. *J. Pediatr* 1995;126:571–9. [https://doi.org/10.1016/S0022-3476\(95\)70351-9](https://doi.org/10.1016/S0022-3476(95)70351-9)
27. Spearman AD, Gupta A, Pan AY, Gronseth EI, Thirugnanam K, Gudauskas TM, et al. Hepatic vein blood increases lung microvascular angiogenesis and endothelial cell survival—Toward an understanding of univentricular circulation. *Semin Thorac. Cardiovasc Surg* 2020;32:980–7. <https://doi.org/10.1053/j.semtevs.2020.03.004>
28. Alsoufi B, Rosenblum J, Travers C, Kanter K, Trusty PM, Yoganathan AP, et al. Outcomes of Single Ventricle Patients Undergoing the Kawashima Procedure: Can We Do Better? *World J Pediatr Congenit Heart Surg.* 2019;10:20–7. <https://doi.org/10.1177/2150135118809082>
29. Fratz S, Chung T, Greil GF, Samyn MM, Taylor AM, Valsangiacomo Buechel ER, et al. Guidelines and protocols for cardiovascular magnetic resonance in children and adults with congenital heart disease: SCMR expert consensus group on congenital heart disease. *J Cardiovasc Magn Reson.* 2013;15:51. <https://doi.org/10.1186/1532-429X-15-51>
30. Whitehead KK, Harris MA, Glatz AC, Gillespie MJ, DiMaria MV, Harrison NE, et al. Status of systemic to pulmonary arterial collateral flow after the Fontan procedure. *Am J Cardiol* 2015;115:1739–45. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2015.03.022>
31. Grosse-Wortmann L, Al-Otay A, Yoo SJ. Aortopulmonary collaterals after bidirectional cavopulmonary connection or Fontan completion: quantification with MRI. *Circ Cardiovasc Imaging.* 2009;2:219–25. <https://doi.org/10.1161/CIRCIMAGING.108.834192>
32. de Zélicourt DA, Kurtcuoglu V. Patient-Specific Surgical Planning, Where Do We Stand? The Example of the Fontan Procedure. *Ann Biomed Eng.* 2016;44:174–86. <https://doi.org/10.1007/s10439-015-1381-9>
33. Ahmed Y, Tossas-Betancourt C, van Bakel PAJ, Primeaux JM, Weadock WJ, Lu JC, et al. Interventional Planning for Endovascular Revision of a Lateral Tunnel Fontan: A Patient-Specific Computational Analysis. *Front Physiol.* 2021;12:718254. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.718254>

# Cirugía de revascularización miocárdica en Argentina. Subanálisis del Registro ARGEN-CCV

## Coronary Artery Bypass Grafting in Argentina. Sub-analysis of the ARGEN-CCV Registry

WALTER ALUSTIZA<sup>1</sup>, MTSAC , NATALIA CARLI<sup>1</sup>, ESTEBAN ROMEO<sup>1</sup>, JAVIER FERRARI, ADRIÁN LESCANO<sup>1</sup>, MTSAC , LEONARDO CÁCERES<sup>1</sup>, MTSAC , HERNÁN DEL PERCIO, HERALDO D'IMPERIO<sup>1</sup>, MTSAC 

### RESUMEN

**Introducción:** La cirugía de revascularización miocárdica (CRM) continúa siendo ampliamente utilizada para tratar la enfermedad coronaria, fundamentalmente en pacientes que plantean dificultades técnicas para realizar angioplastia, así como en pacientes con diabetes mellitus. Se presentan los datos de CRM del registro ARGEN-CCV, que muestra los datos actuales de la cirugía cardiovascular (CCV) en Argentina.

**Objetivo:** Conocer la evolución intrahospitalaria en pacientes sometidos a CRM.

**Material y métodos:** ARGEN-CCV es un registro prospectivo, multicéntrico de pacientes sometidos a CCV en Argentina, del que se excluyeron las cirugías vasculares periféricas y la reparación de cardiopatías congénitas. Para este análisis se analizaron solo los pacientes sometidos a CRM.

**Resultados:** Se incluyeron 700 casos. El 70 % fueron cirugías programadas y en el 50,6 % se usó circulación extracorpórea (CEC). Tenía diabetes el 38,6 % de los pacientes, 22,4 % tenía antecedente de disfunción ventricular izquierda y 38,1 % lesión de tronco de coronaria izquierda. El puente mamario izquierdo a la arteria descendente anterior (DA) fue el más utilizado (94,6 %). La mortalidad registrada fue de 6,9 % y en los casos con disfunción ventricular izquierda fue de 13,1 % vs 5,1 % en el resto ( $p < 0,001$ ). En el análisis multivariado 3 variables postquirúrgicas, uso de inotrópicos, síndrome de bajo gasto cardíaco e insuficiencia renal, fueron predictores de mortalidad, fuertemente influidos por el antecedente de disfunción ventricular izquierda.

**Conclusión:** Se observó un porcentaje elevado de pacientes diabéticos, con enfermedad del tronco de la coronaria izquierda y alta morbimortalidad quirúrgica, especialmente en aquellos con disfunción ventricular izquierda.

**Palabras clave:** Registro - Cirugía cardiovascular - Revascularización miocárdica

### ABSTRACT

**Background:** Coronary artery bypass grafting (CABG) continues to be widely used to treat coronary artery disease, mainly in patients with technical difficulties in performing angioplasty, as well as in patients with diabetes mellitus. CABG data from the ARGEN-CCV registry are presented. This registry shows the current data on cardiovascular surgery (CVS) in Argentina.

**Objective:** To determine the in-hospital course of patients undergoing CABG.

**Methods:** ARGEN-CCV is a prospective, multicenter registry of patients undergoing CVS in Argentina, from which peripheral vascular surgery and repair of congenital heart disease were excluded. For this analysis, only patients who underwent CABG were analyzed.

**Results:** A total of 700 patients were included. Seventy percent (70%) were elective surgeries, and extracorporeal circulation (ECC) was used in 50.6% of the cases. In total, 38.6% of patients were diabetic, 22.4% had a history of left ventricular dysfunction and 38.1% had left main coronary artery disease. The left internal mammary artery to the left anterior descending artery graft was the most commonly used (94.6%). The recorded mortality was 6.9% and in patients with left ventricular dysfunction it was 13.1% vs. 5.1% in the rest ( $p < 0.001$ ). In the multivariate analysis 3 post-surgical variables, inotropic use, low cardiac output syndrome and renal failure, were predictors of mortality, strongly influenced by a history of left ventricular dysfunction.

**Conclusion:** We observed a high percentage of patients with diabetes and patients with left main coronary artery disease as well as high surgical morbidity and mortality, particularly in those patients with left ventricular dysfunction.

**Key words:** Registry - Cardiovascular surgery - Coronary artery bypass grafting

REV ARGENT CARDIOL 2024;92:361-366. <http://dx.doi.org/10.7775/rac.es.v92.i5.20825>

Recibido: 20/09/2024 - Aceptado: 07/10/2024

Dirección para correspondencia: Walter Alustiza - E-mail: walter\_alu@hotmail.com.ar



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

©Revista Argentina de Cardiología

<sup>1</sup> Grupo ARGEN CCV

## INTRODUCCIÓN

La enfermedad coronaria es una reconocida causa de morbimortalidad en todo el mundo, lo que ha llevado a buscar avances en su tratamiento, desde el punto de vista médico y quirúrgico con buenos resultados e impacto en la esperanza de vida. (1,2)

En los últimos años, ha ganado terreno el tratamiento percutáneo de la enfermedad coronaria, pero la cirugía de revascularización miocárdica (CRM) continúa siendo ampliamente utilizada, debido a que sus resultados se traducen en buen pronóstico a largo plazo, y más aún en pacientes con dificultades técnicas para realizar angioplastia coronaria, así como en pacientes con diabetes mellitus. La eficacia y seguridad del procedimiento están relacionadas con la experiencia de los centros y equipos quirúrgicos. Es sin dudas, junto con el control de factores de riesgo cardiovascular y el tratamiento médico de la enfermedad coronaria, una herramienta con impacto positivo en la supervivencia y calidad de vida. (3-5)

Actualmente, se cuenta con herramientas clínicas para valorar la indicación y los posibles riesgos y beneficios de un procedimiento como la CRM, y poder tomar una decisión racional como el Sistema Europeo de Evaluación del Riesgo (EuroSCORE II) y la puntuación de la Sociedad de Cirujanos Torácicos (STS) que se desarrollaron a partir de variables clínicas para estimar el riesgo de mortalidad intrahospitalaria y a los 30 días. Además, contamos con el ArgenSCORE, un método de predicción generado en Argentina. (6-9)

Asimismo, es necesario conocer la tasa de mortalidad de este procedimiento a nivel local, que permitirá establecer un umbral de toma de decisiones adecuado. También es importante recabar todos los factores que puedan incidir en mala evolución postoperatoria con resultados no deseados, por lo que se hace necesario identificar las variables con influencia negativa en su pronóstico y con ello adecuar la prestación de los servicios de salud. (10,11)

## OBJETIVOS

El objetivo de este análisis es conocer la evolución intrahospitalaria en pacientes sometidos a CRM en un registro de cirugía cardiovascular realizada en Argentina (ARGEN-CCV) y aquellos factores prequirúrgicos, quirúrgicos y del postoperatorio inmediato que se asociaron a la mortalidad intrahospitalaria.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se llevó a cabo un estudio multicéntrico de corte transversal, en el cual se incluyeron pacientes mayores de 18 años ingresados a internación para la práctica de una cirugía cardiovascular (CCV) central tanto en forma programada como urgente. Se obtuvieron datos prequirúrgicos, quirúrgicos y postquirúrgicos durante la internación. Se excluyeron las cirugías para reparación de cardiopatías congénitas y procedimientos periféricos. Este proyecto se llevó a cabo de manera conjunta entre la Sociedad Argentina de Cardiología y el Colegio Argentino

de Cirujanos Cardiovasculares, y fue promocionado como Registro Nacional de Cirugía Cardiovascular en Argentina (ARGEN-CCV). Se ingresaron 1515 pacientes en 48 centros tanto públicos como privados de Argentina durante 13 meses, entre julio de 2021 y agosto de 2022. El proyecto fue registrado en ClinicalTrials.gov NCT0519916. Para este análisis se consideraron 700 casos con CRM exclusivamente, y se excluyeron las otras categorías, así como también las cirugías combinadas.

## Análisis estadístico

Las variables continuas se expresaron como media y desviación estándar para aquellas con distribución normal y como mediana y rango intercuartílico (RIC) 25%-75% para las de distribución no gaussiana. Las variables cualitativas se expresaron como porcentajes. Las comparaciones entre grupos se realizaron mediante la prueba de T de Student o Wilcoxon según la distribución para datos continuos, y se utilizaron tablas de 2x2, así como el test de  $\chi^2$  con corrección de continuidad de Yates para las variables categóricas. Se consideró como significativo un nivel de  $p < 0,05$ . Se realizó análisis por regresión logística uni y multivariado en busca de predictores independientes de mortalidad, con su odds ratio (OR) e intervalo de confianza del 95% (IC 95%). Se calculó el test de Hosmer-Lemeshow y la curva ROC para el modelo correspondiente. Los datos fueron recolectados en REDCap y el análisis fue realizado con software R. (12,13)

## Consideraciones éticas

El estudio fue aprobado por el comité de ética de la Sociedad Argentina de Cardiología.

## RESULTADOS

Se incluyeron 700 pacientes a los que se les practicó CRM exclusivamente. El 70 % de las cirugías fueron programadas, 28 % fueron urgencias y el 2 % emergencias. La edad promedio fue de  $64 \pm 9,5$  años; el 16,3 % fue de sexo femenino, el 81,4% tenía antecedente de hipertensión arterial, 38,6 % de diabetes mellitus, el 42,3 % de infarto de miocardio, 18,9% angioplastia previa y el 22,4 % tenía algún grado de disfunción del ventrículo izquierdo. Los vasos más frecuentemente afectados fueron la descendente anterior (95,3 %), la circunfleja (77 %), la coronaria derecha (71,6 %) y el tronco de la coronaria izquierda (38,1 %). La Tabla 1 muestra las principales variables prequirúrgicas. En el 93 % de los casos se realizaron al menos dos puentes, y se utilizó bomba de circulación extracorpórea (CEC) en 50,6 %, con una mediana de 90 minutos (RIC 70-110); la mediana de tiempo de clampeo aórtico fue de 50 minutos (RIC 25-74), el resto de las variables prequirúrgicas se observan en la Tabla 2.

Con respecto a las principales complicaciones postoperatorias se observó el uso de inotrópicos en el 69,3 % de los casos y la droga más utilizada fue la noradrenalina con el 85 %, presentó fibrilación auricular el 21,3 %, síndrome de bajo gasto cardíaco el 12,6 %, sangrado 8,3 %. La mortalidad general intrahospitalaria fue de 6,9 % y la mediana de días de internación fue de 8 (RIC 6-13) (Tabla 3). En los pacientes con antecedente de disfunción ventricular izquierda la mortalidad hospitalaria fue de 13,1 %, en comparación con aquellos sin este antecedente, en que se registró 5,1 % ( $p < 0,001$ ).

**Tabla 1.** Principales variables prequirúrgicas

	n = 700
Edad, años, media (DE)	64 (9,5)
Sexo femenino, %	16,3
<b>Factores de riesgo cardiovascular</b>	
Hipertensión arterial, %	81,4
Diabetes mellitus, %	38,6
Dislipidemia, %	64,7
Tabaquismo activo, %	22,4
Ant. heredofamiliares de enfermedad coronaria, %	14,9
<b>Antecedentes cardiovasculares</b>	
Angina crónica estable, %	18,4
Insuficiencia cardíaca, %	10,1
Infarto de miocardio, %	42,3
CRM, %	6,7
Angioplastia coronaria, %	18,9
Fibrilación auricular, %	4,6
Disfunción del ventrículo izquierdo, %	22,4
Vasculopatía periférica, %	12,7
Accidente cerebrovascular, %	5,1
Apnea obstructiva del sueño, %	3
EPOC (moderada y severa), %	16,3
<b>Motivo de consulta</b>	
Disnea, %	33,1
Dolor precordial, %	81,4
Síncope, %	2,4
Edema agudo de pulmón, %	2,3
Taquiarritmia, %	2
<b>Vasos coronarios afectados</b>	
Tronco de coronaria izquierda, %	38,1
Descendente anterior, %	95,3
Diagonal, %	23,4
Circunfleja, %	77
Lateroventricular, %	10,6
Coronaria derecha, %	71,6
<b>Complejidad prequirúrgica</b>	
Uso de balón de contrapulsación intraaórtico, %	2,9
Uso de catéter de Swan Ganz, %	1,7
Uso de inotrópicos, %	2,1
<b>Scores de riesgo</b>	
Mortalidad EUROSCORE2, mediana (RIC)	1,3 (0,8-2,4)
Mortalidad ARGENSCORE, mediana (RIC)	2,8 (1,8-5,8)

DE: desviación estándar; CRM: cirugía de revascularización miocárdica; EPOC: enfermedad pulmonar obstructiva crónica; RIC: rango intercuartílico 25-75 %.

**Tabla 2.** variables intraquirúrgicas

	n= 700
<b>Lechos distales</b>	
Buenos, %	42,6
Regulares, %	49,3
Malos, %	7,9
<b>Tiempos quirúrgicos</b>	
Tiempo de CEC en minutos, mediana (RIC)	90 (70-110)
Tiempo de clampeo aórtico en minutos, mediana (RIC)	50 (25-74)
Uso de CEC, %	50,6
<b>Puentes coronarios</b>	
Mamario izquierdo a descendente anterior, %	94,6
Mamario derecho a coronaria derecha, %	24,4
Puente radial, %	4,4
Puente venoso, %	80,1
Endarterectomía, %	2,3
<b>Complicaciones intraquirúrgicas</b>	
Hemorragias, %	4,3
Paro cardíaco intraquirúrgico, %	1,6
Reingreso a CEC, %	0,9

CEC: circulación extracorpórea; RIC: rango intercuartílico 25-75 %.

**Tabla 3.** Datos del postoperatorio

	n = 700
Ingreso intubado a sala de recuperación, %	53
Síndrome de bajo gasto cardíaco, %	12,6
Necesidad de inotrópicos, %	69,3
Requerimiento de Swan Ganz, %	9,1
Infarto postoperatorio, %	3,3
Fibrilación auricular, %	21,3
Bloqueo auriculoventricular, %	2,3
Arritmia ventricular compleja, %	1,7
Marcapasos transitorio, %	16
Marcapasos definitivo, %	1,4
Insuficiencia renal, %	12,1
Sangrado, %	8,3
Mortalidad intrahospitalaria, %	6,9
Días de internación, mediana (RIC)	8 (6-13)

RIC: rango intercuartílico 25-75 %.

Los predictores de mortalidad en análisis univariado se muestran en la Tabla 4.

En el modelo de regresión logística multivariado se identificaron las siguientes variables postquirúrgicas: uso de inotrópicos (OR 6,11; p=0,015), síndrome de bajo gasto cardíaco (OR 3,09; p=0,003) e insuficiencia renal (OR 5,76; p<0,001) (Tabla 5). Se exploraron diversas variables conocidas por su impacto en la mortalidad, como la edad, tiempo de CEC y de clampeo aórtico, sangrado y otras, pero en esta cohorte no se encontró que fueran significativas desde el punto de vista

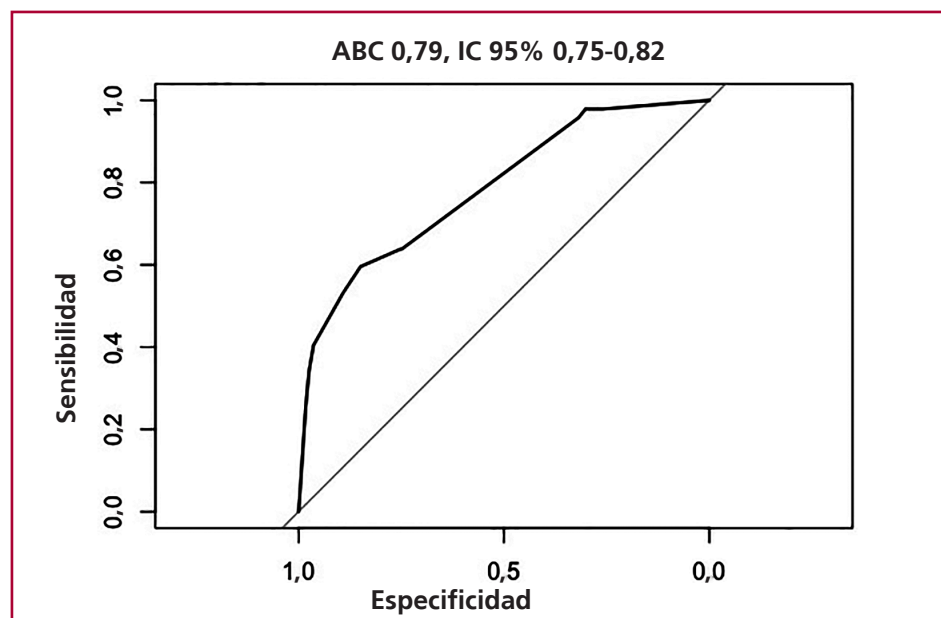
estadístico. El antecedente de disfunción ventricular izquierda, significativo en el análisis univariado, no lo fue en el multivariado: su OR modificó sensiblemente, con su ingreso en el modelo, el resto de las variables. Esto indica que es un confundidor, y que probablemente en los pacientes que desarrollaron estas complicaciones, ello se explica porque fueron en su mayoría los que tenían el antecedente de disfunción ventricular. El área bajo la curva de este modelo fue de 0,79 (IC 95% 0,72-0,85) (Figura 1). El test de Hosmer-Lemeshow arrojó como resultado un valor de p = 0,738.

**Tabla 4.** Modelo de regresión logística univariado, predictores de mortalidad

Predictores de mortalidad	OR	IC 95%	p
Edad	1,05	102-1,09	<0,001
Antecedente de disfunción ventricular izquierda	2,82	1,52-5,16	<0,001
Cirugía sin CEC	1,97	1,07-3,75	0,033
Tiempo de clampeo	0,98	0,97-0,99	0,009
Uso de inotrópicos en el postquirúrgico	10,73	3,27-66,13	<0,001
Síndrome de bajo gasto cardíaco en el postquirúrgico	7,63	4,05-14,30	<0,001
Insuficiencia renal en el postquirúrgico	9,23	4,91-17,44	<0,001

**Tabla 5.** Modelo de regresión logística multivariado, predictores de mortalidad

Predictores de mortalidad	OR	IC 95%	p
Antecedente de disfunción ventricular izquierda	1,12	0,53-2,32	0,751
Uso de inotrópicos en el postquirúrgico	6,11	1,76-38,56	0,015
Síndrome de bajo gasto cardíaco en el postquirúrgico	3,09	1,45-6,51	0,003
Insuficiencia renal en el postquirúrgico	5,76	2,85-11,54	<0,001



**Fig. 1.** Modelo predictivo de mortalidad. Curva ROC.

ABC: área bajo la curva

## DISCUSIÓN

En el registro ARGEN-CCV, se presentan los resultados de la cirugía cardiovascular en Argentina luego de una década desde el último registro de CONAREC XVI en 2010. Si tomamos en comparación los registros previos de CONAREC III en el año 1993 y ESMUSICA en 1997, podemos ver la evolución de la cirugía cardiovascular en los últimos casi 30 años, en que se sucedieron avances en los materiales utilizados, nuevas técnicas quirúrgicas y un número creciente de pacientes que sometidos a CCV luego de ser descartados para procedimientos percutáneos. (14-16)

En este registro se observa elevada prevalencia de pacientes con diabetes (38,6 %) en relación con los registros previos, donde el porcentaje más alto fue reportado en CONAREC XVI con 30,4 %, lo que evidencia el preocupante avance de este reconocido factor de riesgo cardiovascular. (17) Con relación a la anatomía, el 38,1 % tuvo afectación severa del tronco de la coronaria izquierda, lo que representa también el reporte más elevado hasta el momento a nivel local.

Los puentes más ampliamente utilizados son el mamario izquierdo, luego los venosos, el mamario derecho y en menor porcentaje los puentes radiales; prácticamente la mitad de los pacientes son operados sin CEC.

En la evolución intrahospitalaria, que tuvo una mediana de 8 días, se observó una utilización elevada de inotrópicos, entre los cuales el más usado fue la noradrenalina. Esta droga se emplea para elevar las cifras de tensión arterial, en gran medida en las primeras horas de la recuperación tras la cirugía, cuando se observa mayor labilidad. Esto no parece reflejar una situación genuina de síndrome de bajo gasto cardíaco, condición en la que se recurre a drogas con mayor poder cardiotónico, como la dobutamina. Casi la mitad ingresó a la sala de recuperación extubado. La fibrilación auricular fue la complicación más frecuente, seguida del síndrome de bajo gasto cardíaco, la insuficiencia renal y el sangrado.

La mortalidad general intrahospitalaria fue del 6,9 %, mayor que la reportada por el registro CONAREC XVI, que informó 4,3% para el grupo de CRM. Sin embargo, al comparar los pacientes con antecedentes de disfunción ventricular, vemos dos grupos claramente diferentes: la mortalidad de los pacientes con este antecedente tracciona la mortalidad general, ya que fue del 13,1 % versus 5,1 % en el resto; aun así, vemos mortalidad elevada en los pacientes con buena función ventricular. (18) En consonancia con esta observación, en el análisis multivariado las variables que mejor predicen la mortalidad están ligadas a disfunción ventricular izquierda. Este grupo particular de pacientes tiene sin duda el peor pronóstico. Si bien este tipo de evolución se encuentra dentro de las posibles complicaciones esperadas por los equipos quirúrgicos, la magnitud del dato ayuda reforzar los

recaudos necesarios para buscar herramientas que ayuden a mejorar el pronóstico, ya que como sabemos, es varias ocasiones la posibilidad quirúrgica es la única opción técnicamente posible.

En la población del registro, también se midieron dos de los *scores* perioperatorios más utilizados como son el EuroSCORE y el ArgenSCORE. Si bien este trabajo no busca validar datos de estos *scores*, la mortalidad predicha por estas herramientas fue claramente menor a la observada, lo que coincide con un comportamiento similar en otras poblaciones de Latinoamérica. (19)

Asimismo, es muy importante destacar que este trabajo fue realizado en un período muy particular de la historia del sistema de salud mundial y por ende de Argentina, porque fue conducido durante la pandemia de COVID-19, producida por el virus SARS-Cov-2. Resulta difícil aislar el contexto para valorar los resultados; en concreto, los pacientes ingresaron al registro en el período conocido como DISPO (Distanciamiento Social Preventivo y Obligatorio) que fue establecido por el Poder Ejecutivo Nacional, que tuvo consecuencias directas en el comportamiento social y afectó la dinámica del sistema de salud. Como es conocido, tanto en reportes locales como internacionales, se vio una disminución de consultas cardiológicas por parte de la población, muchos centros se reconvirtieron para dar respuesta a la demanda de COVID-19 y el personal de salud atravesó una saturación que complicó la atención habitual. (20,21)

A pesar de lo dicho previamente, el registro ARGEN-CCV pudo realizarse, y nos muestra datos de la realidad, en su contexto, luego de más de una década del último registro multicéntrico en Argentina.

Una de las debilidades de este registro fue que los datos obtenidos en los centros tanto públicos como privados, a pesar del número considerable en comparación con registros previos, tal vez no reflejen la realidad de todas las instituciones, y sea necesaria una mayor participación de centros y número de casos para validar o refutar los hallazgos.

## CONCLUSIÓN

En el registro ARGEN-CCV se observó en pacientes sometidos a CRM un porcentaje mayor de pacientes diabéticos como así también con enfermedad del tronco de la coronaria izquierda, en relación con registros locales previos. Queda en evidencia la persistente morbilidad quirúrgica pese a los años transcurridos desde el último registro en la cirugía de revascularización coronaria, especialmente en los pacientes con disfunción ventricular izquierda.

## Declaración de conflicto de intereses

Los autores declaran que no tienen conflicto de intereses

(Ver formularios de conflicto de intereses de los autores en la web)

## Agradecimientos

Se eleva un especial agradecimiento a los centros participantes del registro en un período de dificultades en el sistema de salud y a al grupo ARGEN-CCV

## BIBLIOGRAFÍA

- Amini M, Zayeri F, Salehi M. Trend analysis of cardiovascular disease mortality, incidence, and mortality-to-incidence ratio: results from global burden of disease study 2017. *BMC Public Health* 2021;21:401. <https://doi.org/10.1186/s12889-021-10429-0>
- Gandhi S, Garratt KN, Li S, Wang TY, Bhatt DL, Davis LL, et al. Ten-Year Trends in Patient Characteristics, Treatments, and Outcomes in Myocardial Infarction From National Cardiovascular Data Registry Chest Pain-MI Registry. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes* 2022;15:e008112. <https://doi.org/10.1161/CIRCOUTCOMES.121.008112>
- Holm NR, Mäkikallio T, Lindsay MM, Spence MS, Erglis A, Mewn IB, et al. Percutaneous coronary angioplasty versus coronary artery bypass grafting in the treatment of unprotected left main stenosis: updated 5-year outcomes from the randomised, non-inferiority NOBLE trial. *Lancet* 2020;395:191–9. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(19\)32972-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(19)32972-1)
- González LR, Stockins LA, Alarcón OF, Reyes MR, Seguel SE, Riquelme UA, et al. Cirugía coronaria: evolución de las características de la enfermedad coronaria y resultados inmediatos de la cirugía de revascularización miocárdica en una década. *Rev Med Chile*. 2023;151:830–40. <https://doi.org/10.4067/s0034-98872023000700830>
- Naranjo-Domínguez A, Aroche-Aportela R, Hernández-Navas M, Aldama-Pérez LI, García-Hernández RA, Valdés-Martín A. Percutaneous Coronary Intervention Versus Myocardial Revascularization Surgery in Multivessel Coronary Artery Disease: Four-Year Followup. *MEDICC Review*. 2022;24:40. <https://doi.org/10.37757/MR2022.V24.N1.10>
- Gao F, Shan L, Wang C, Meng X, Chen J, Han L, et al. Predictive Ability of European Heart Surgery Risk Assessment System II (EuroSCORE II) and the Society of Thoracic Surgeons (STS) Score for in-Hospital and Medium-Term Mortality of Patients Undergoing Coronary Artery Bypass Grafting. *IJGM*. 2021;14:8509–19. <https://doi.org/10.2147/IJGM.S338819>
- Subramani S. The current status of EuroSCORE II in predicting operative mortality following cardiac surgery. *Ann Card Anaesth* 2020;23:256. [https://doi.org/10.4103/aca.ACA\\_32\\_19](https://doi.org/10.4103/aca.ACA_32_19)
- Carosella VC, Grancelli H, Stutzbach P, Sigal AR, Lerech E, Morcos L, y cols. Estimación del riesgo en cirugía cardíaca en el “Mundo Real”: ArgenSCORE ajustado al centro. *Rev Argent Cardiol*. 2021;89:3–12. <https://doi.org/10.7775/rac.es.v89.i1.19185>
- Carosella V, Grancelli H, Rodríguez W, Sellanes M, Cáceres M, Cohen Arazi H, y cols. Primer puntaje de riesgo latinoamericano en cirugía cardíaca (ArgenSCORE): validación externa y temporal a 10 años de su desarrollo. *Rev Argent Cardiol* 2011;79:500–7.
- Zakeri R, Freemantle N, Barnett V, Lipkin GW, Bonser RS, Graham TR, et al. Relation between mild renal dysfunction and outcomes after coronary artery bypass grafting. *Circulation*. 2005;112(9 Suppl):I270–5. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.104.522623>
- Michalopoulos A, Tzelepis G, Dafni U, Geroulanos S. Determinants of Hospital Mortality After Coronary Artery Bypass Grafting. *Chest*. 1999;115:1598–603. <https://doi.org/10.1378/chest.115.6.1598>
- Harris PA, Taylor R, Thielke R, Payne J, Gonzalez N, Conde JG, Research electronic data capture (REDCap) – A metadata-driven methodology and workflow process for providing translational research informatics support. *J Biomed Inform* 2009;42:377–81. <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2008.08.010>
- R Core Team (2023). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <<https://www.R-project.org/>>.
- Ciruzzi M, Henquin R, Aranda G, Bozovich G, Heredia P, Rodríguez R, y cols. CONAREC III. Evolución de los pacientes sometidos a cirugía coronaria. Estudio multicéntrico. *Rev Argent Cardiol* 1996;64:91–100.
- Investigadores ESMUCICA. Estudio multicéntrico de cirugía cardíaca. Pacientes coronarios. *Rev Argent Cardiol* 1999;67:601–16.
- Lowenstein D, Guardiani F, Pironi P, Pfister L, Carrizo L, Villegas ED, y cols. Realidad de la cirugía cardíaca en la Argentina. Registro CONAREC XVI. *Rev Argent Cardiol* 2010;78:228–37.
- Balooch Hasankhani M, Mirzaei H, Karamoozian A. Global trend analysis of diabetes mellitus incidence, mortality, and mortality-to-incidence ratio from 1990 to 2019. *Sci Rep*. 2023;13:21908. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-49249-0>
- Yusuf S, Zucker D, Peduzzi P, Fisher LD, Takaro T, Kennedy JW, et al. Effect of coronary artery bypass graft surgery on survival: overview of 10-year results from randomised trials by the Coronary Artery Bypass Graft Surgery Trialists Collaboration. *Lancet*. 1994;344:563–70. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(94\)91963-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(94)91963-1)
- Cerda-Núñez C, Yáñez-Lillo J, Seguel E, Guínez-Molinos S. Rendimiento de EuroSCORE II en Latinoamérica: una revisión sistemática [Performance of EuroSCORE II in Latin America: a systematic review]. *Rev Med Chil* 2022;150:424–30. <https://doi.org/10.4067/S0034-98872022000400424>
- D’Imperio HA, Gagliardi JA, Charask A, Zoni CR, Castillo Costa Y, Quiroga W. Internación por infarto agudo de miocardio con elevación del segmento ST durante el aislamiento obligatorio: reporte del Registro Continuo de Infarto ARGEN-IAM-ST. *Rev Arg Med* 2020;8:127–30. <https://doi.org/10.7775/rac.es.v88.i4.18658>
- D’Imperio H, Gagliardi J, Zoni R, Charask A, Castillo Costa Y, Marturano MP, y cols. Resultados de la Encuesta COVID-19. Impacto en la atención cardiovascular del Registro Nacional de Infarto ARGEN IAM-ST. *Rev Argent Cardiol*. 2020;88:222–30. <https://doi.org/10.7775/rac.es.v88.i3.18150>

# Nuevas derivaciones electrocardiográficas y vectorcardiogramas regionales

## New Electrocardiographic Leads and Regional Vectorcardiograms

MARIO J. MC LOUGHLIN<sup>1</sup>, JOSÉ M. DI DIEGO<sup>2,3</sup>

### RESUMEN

Las derivaciones bipolares precordiales (PBL, Precordial Bipolar Leads, por su denominación en inglés) proporcionan nueva información a partir del ECG estándar de 12 derivaciones. Estas derivaciones son un complemento ideal de las derivaciones unipolares clásicas (V1 a V6) del ECG porque son prácticamente perpendiculares a estas últimas y permiten evaluar los ejes precordiales derecha-izquierda y anteroposterior, así como crear vectorcardiogramas regionales (VCGR). Los VCGR posibilitan la selección de la región miocárdica específica que se desea estudiar sin interferencias de otras partes del corazón.

Una ventaja importante es que, usando el *software* adecuado, es posible generar simultáneamente tanto el ECG y el VCG estándar como las nuevas derivaciones y VCGR. Toda esta información puede derivarse de los datos almacenados en la base de datos de un hospital, siempre y cuando hayan sido registrados digitalmente por un ECG de 12 canales simultáneos. Esto significa que no se requieren electrodos o cables adicionales, ni trabajo técnico extra.

Con el uso de los datos del ECG clásico, se pueden crear diversas derivaciones bipolares, unipolares ponderadas, vectorcardiogramas regionales y gráficos circulares del ECG. Estas nuevas presentaciones han permitido identificar patrones electrofisiológicos anormales que antes no habían sido identificados.

**Palabras clave:** Electrocardiografía - Isquemia miocárdica - Arritmias - Infarto de miocardio

### ABSTRACT

Precordial bipolar leads (PBL) provide new information from the standard 12-lead ECG. These leads are an ideal complement to the traditional unipolar leads (V1 to V6) of the ECG because they are practically perpendicular to the latter and allow evaluation of the right-to-left and anteroposterior precordial axes, as well as the construction of regional vectorcardiograms (RVCG) that enable the selection of the specific myocardial region to be studied without interference from other parts of the heart.

An important advantage is that, using the appropriate software, it is possible to simultaneously generate the standard ECG and VCG as well as the new leads and RVCG. All this information can be derived from data stored in a hospital database, provided they have been digitally recorded by a simultaneous 12-channel ECG. This means that no additional electrodes or cables and no extra technical work are required.

Using typical ECG data, various bipolar leads, weighted unipolar leads, RVCG and ECG circular charts can be created. These new displays have made it possible to identify previously undetected abnormal electrophysiological patterns.

**Key words:** Electrocardiography - Myocardial ischemia - Arrhythmia - Myocardial infarction

### INTRODUCCIÓN

Las derivaciones bipolares precordiales (PBL por su sigla en inglés) han sido descritas hace más de un siglo. Además de las derivaciones de Lewis, Nehb, Cossio y Fontaine, (1-4) las PBL se usan comúnmente en los monitoreos de quirófano y cuidados intensivos y también en el estudio Holter. No obstante, su uso es

empírico, no sistematizado y sus electrodos no son los mismos que los del ECG estándar. Contrariamente, en esta revisión se analiza un nuevo método electrocardiográfico sistematizado que no requiere cables adicionales ni trabajo técnico extra, ya que se basa en el procesamiento de los datos obtenidos en un electrocardiograma digital de 12 canales simultáneos, ya sea de un paciente o almacenado en una base de datos. (5,6)

REV ARGENT CARDIOL 2024;92:367-375. <http://dx.doi.org/10.7775/rac.es.v92.i5.20824>

Ver artículo relacionado: Rev Argent Cardiol 2024;92:330-331. <http://dx.doi.org/10.7775/rac.v92.i5.20826>

Recibido: 18/07/2024 - Aceptado: 18/09/2024

Dirección para correspondencia: Mario Jorge Mc Loughlin. [mario.mcloughlin@gmail.com](mailto:mario.mcloughlin@gmail.com)



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

©Revista Argentina de Cardiología

<sup>1</sup> Investigaciones Médicas Florida, Buenos Aires, Argentina.

<sup>2</sup> Research Professor (retirado)

<sup>3</sup> Lankenau Institute for Medical Research, Wynnewood, Pennsylvania, USA

La recombinación de registros permite crear diversas derivaciones bipolares, unipolares ponderadas y vectorcardiogramas regionales, así como gráficos circulares del ECG. (7) Estas nuevas presentaciones no solo facilitan la detección de patología electrocardiográfica, sino que también, como ocurre con las derivaciones bipolares precordiales, muestran fenómenos eléctricos en los ejes derecha-izquierda y anteroposterior que no son visibles en los 12 trazados del ECG estándar.

**BASE RACIONAL DE LAS DERIVACIONES BIPOLARES PRECORDIALES (PBL)**

Una derivación bipolar precordial (PBL) mide la diferencia de potencial entre dos electrodos precordiales clásicos, designado uno como positivo y el otro como negativo. Es importante recordar que las derivaciones precordiales del ECG estándar son derivaciones unipolares (PUL, por su sigla en inglés), utilizando la central terminal de Wilson como neutro y un electrodo aplicado en la piel como positivo. Mediante distintas combinaciones de las PUL V1 a V6, se pueden generar hasta 15 PBL, casi perpendiculares a la línea media que une las PUL que las originan, y estudiar el sector cardíaco comprendido entre los dos electrodos PUL. (8) Por ejemplo, la derivación II de Fontaine es similar a las PBL V4-V1 o V5-V2. (4)

Por lo tanto, las PBL creadas a partir de V1 a V4 exploran el eje derecha-izquierda, mientras que V6-V3 lo hace en un plano oblicuo y V6-V4 examina el eje anteroposterior. (Figura 1)

**DESCRIPCIÓN DE LA NUEVA METODOLOGÍA**

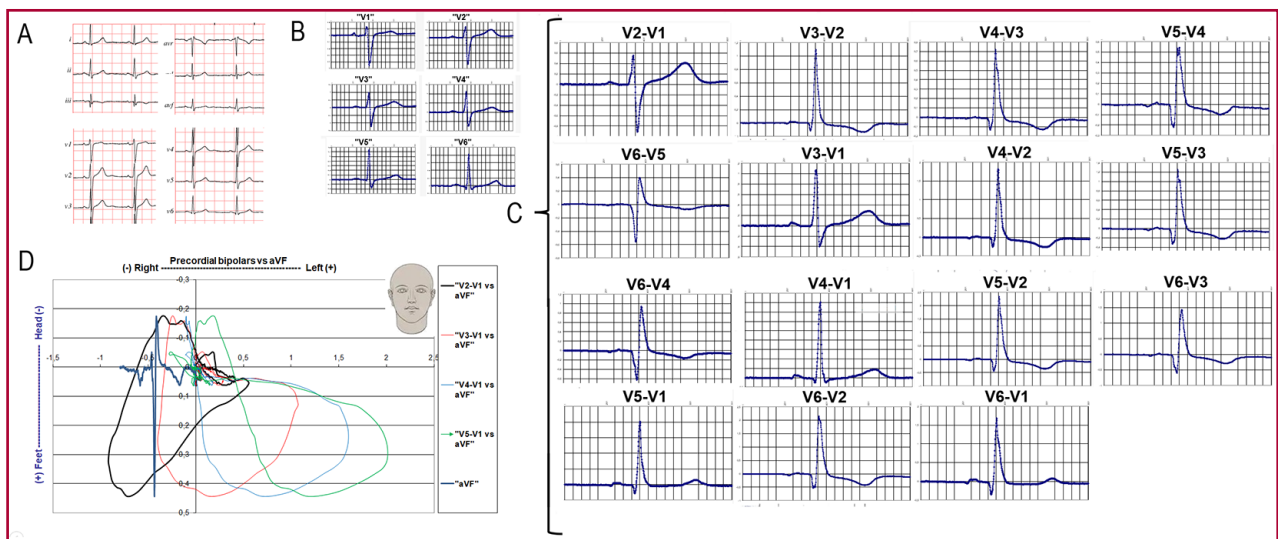
Esta nueva tecnología implica la generación de PBL, derivaciones unipolares precordiales ponderadas (WPUL, por su sigla en inglés) y la construcción de vectorcardiogramas regionales (VCGR), graficando una PBL frente a una PUL o una WPUL. Además, al ser datos digitales, se pueden realizar mediciones confiables del tiempo y amplitud de los fenómenos eléctricos, lo que es crucial para detectar alteraciones en tiempo y amplitud secundarias a una isquemia miocárdica.

Los estándar ECG digitales estudiados para aplicar nuestra nueva metodología provienen de las bases de datos STAFF III y PhysioBank ATM: PTB DIAGNOSTIC ECG, los cuales están disponibles públicamente. (9-11)

**Derivaciones bipolares precordiales (PBL)**

Es importante recordar que las derivaciones I, II y III del ECG clásico son bipolares. Por lo tanto, las PBL simplemente consisten en seleccionar uno de los electrodos precordiales como el brazo derecho (negativo) y otro como la pierna o brazo izquierdo (positivo). Como regla de trabajo, hemos establecido que el electrodo situado más a la izquierda sea considerado positivo (por ejemplo: V2 (+) V1 (-), V6 (+) V1 (-), V6 (+) V4 (-), etc.)

Entonces, al comparar V2 con V1, obtenemos la PBL V2-V1, y al hacerlo entre V6 y V4, obtenemos la PBL V6-V4. La PBL V2-V1 es especialmente importante, ya que explora el área retroesternal y es altamente sensible a los trastornos del septum y del ventrículo derecho (VD).



PBL: derivación bipolar precordial; PUL: derivación unipolar precordial

**Fig. 1.** Paciente control. A. ECG standard de 12 canales simultáneos. B. Trazados digitales de las PUL de "A", que difieren en que están graficadas para mostrar más detalles, sacrificando la comparación de la amplitud relativa. C. Las 15 PBL que pueden crearse con las PUL del ECG estándar, utilizando el electrodo más a la izquierda como positivo y el de la derecha como negativo. Obsérvese que las PBL laterales (V6-V4 y V6-V5) tienen su electrodo positivo hacia atrás, por lo que comienzan con una importante onda Q, indicativa de que el vector inicial tiene dirección posteroanterior. D. Gráfico comparativo que muestra el bucle de las PBL en el plano frontal, construido por el uso de aVF como referencia cefalocaudal.

### Derivaciones unipolares precordiales ponderadas (WPUL)

Las WPUL son derivaciones que se crean usando proporciones complementarias de dos PUL. La proporción más común es el promedio de ambas (50 % de cada una). Por lo tanto, la WPUL V2+V4 es igual al promedio de ambas y debería ser equivalente a la PUL V3 (o PUL V5 en el caso de WPUL V4+V6). De manera similar, la WPUL V1+V2 equivaldría a tener un electrodo en el medio del esternón. Este método ha sido validado en otras publicaciones (5-7) y es utilizado rutinariamente en muchos equipos de electrocardiografía para calcular algunas de las derivaciones estándar. (12-13)

### Bucles regionales de la actividad eléctrica (vectorcardiogramas regionales: VCGR)

Estos bucles se crean combinando derivaciones precordiales unipolares clásicas (PUL) o ponderadas (WPUL) con derivaciones bipolares (PBL), las cuales son perpendiculares a las primeras. Los vectorcardiogramas regionales permiten el estudio del tabique y de la pared anterior, (14) así como del ápex cardíaco. (15) Además, magnifican los fenómenos eléctricos locales en comparación con otras regiones. Para facilitar la interpretación, especialmente para usuarios no familiarizados con la vectocardiografía, es posible añadir a estos bucles los trazados que los originan. Utilizando los ejes de coordenadas para indicar el tiempo y el voltaje, se pueden comparar ambas mediciones. Por ejemplo, el eje "X" representa el voltaje de la derivación "derecha a izquierda", pero también constituye la base de tiempo para la derivación anteroposterior (Figura 2). Por otro lado, en el eje "Y" ocurre lo contrario. Esto no solo permite observar las distorsiones del bucle del VCGR, sino que también facilita la estimación del tiempo y la amplitud eléctrica de cada fenómeno.

### Control del progreso de la activación cardíaca (ECG circular)

A diferencia de la tira del ECG, el ECG circular presenta todas las derivaciones de un plano superpuestas en un círculo, donde el radio representa la amplitud y el perímetro el tiempo. Esta representación facilita la apreciación de las diferencias temporales en la actividad eléctrica, lo que lo hace especialmente útil para observar síndromes de preexcitación. (Figura 3). (7)

### REPRESENTACIÓN DE LA ACTIVIDAD ELÉCTRICA REGIONAL

Dado que cada PBL explora una región particular del miocardio, no es posible analizar todas en una revisión. Por lo tanto, en esta nos enfocamos únicamente en lo relacionado con las derivaciones del área retroesternal.

### Derivación unipolar ponderada V1+V2 (WPUL V1+V2)

Como se mencionó anteriormente, esta derivación representa el promedio de las clásicas V1 y V2. Por lo

tanto, se posiciona en el centro del esternón, perpendicular a la PBL V2-V1. Esta disposición espacial permite construir un VCGR que explora el área retroesternal en el plano transversal. Además, utilizando la derivación cefalocaudal aVF asociada a la PBL V2-V1, se puede generar un VCGR del plano frontal retroesternal. En este último caso, aunque las amplitudes son ligeramente disímiles la disposición espacial se mantiene.

### Derivación bipolar precordial V2-V1 (PBL V2-V1)

Esta derivación es similar a colocar el electrodo del brazo derecho en V1 y el del izquierdo en V2. Es una de las más útiles ya que examina el eje derecha-izquierda del espacio retroesternal, que no es explorado en el ECG standard. El centro de esta derivación se halla en el medio del esternón y define con claridad la derecha e izquierda eléctrica del paciente. Esta distinción es importante para contrastar las diferencias entre estas nuevas derivaciones y las del ECG estándar: mientras que en este último se acepta que el primer vector se dirige hacia la derecha, hemos observado en 43 de 52 (83 %) controles que en la PBL V2-V1, el primer vector se dirige hacia la izquierda (datos aún no publicados). Esta discrepancia puede atribuirse al hecho de que la PBL V2-V1 sólo abarca el sector retroesternal, mientras que el ECG tradicional considera todo el corazón, lo que resulta en vectores iniciales diferentes.

### Vectorcardiograma regional retroesternal (WPUL V1+V2 vs. PBL V2-V1 y aVF vs. PBL V2-V1)

Como mencionamos anteriormente, la creación de estos dos VCGR permite tener una apreciación tridimensional de la actividad eléctrica retroesternal (Figura 2).

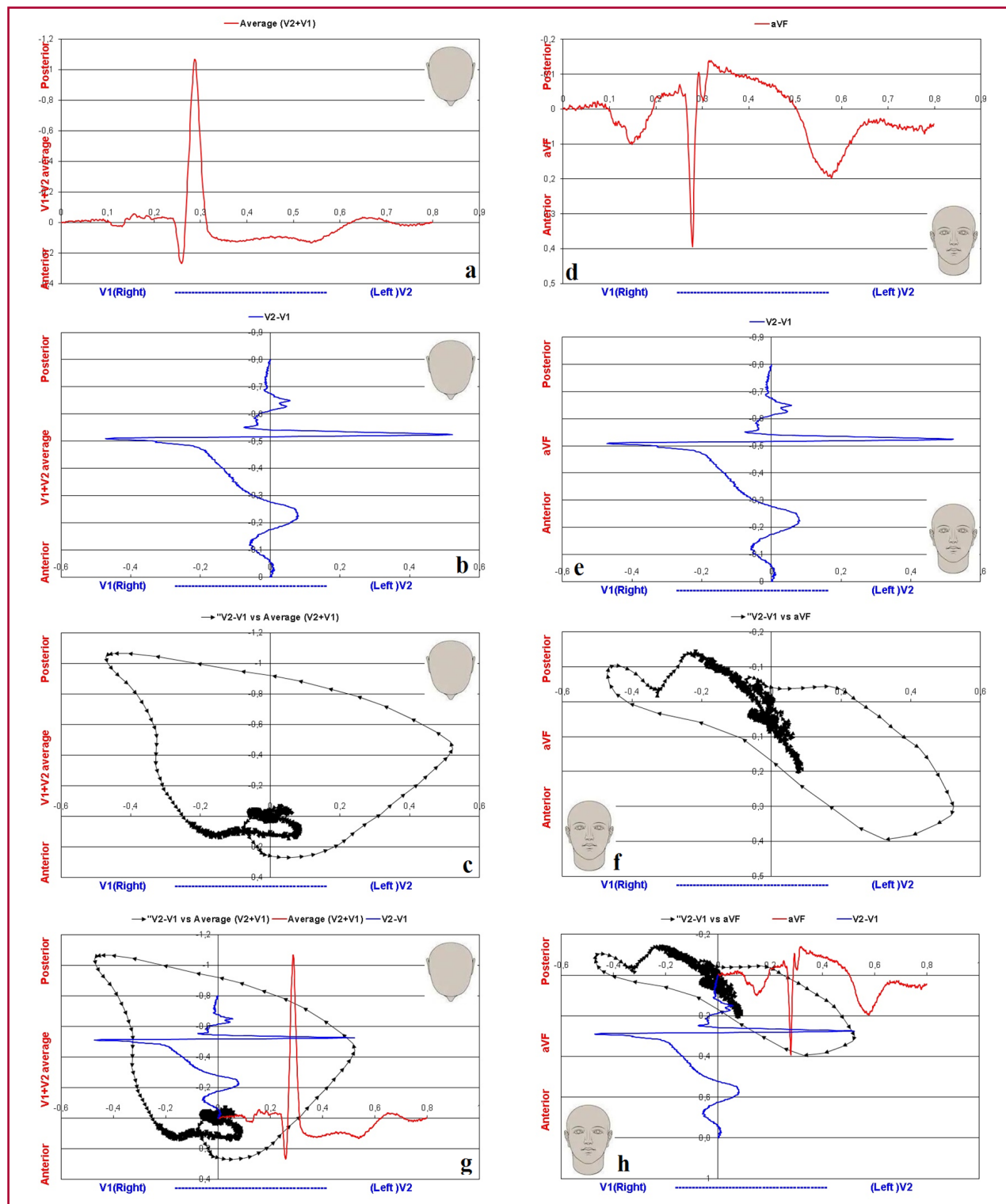
En el plano transversal, la rama eferente del bucle QRS del VCGR retroesternal apunta hacia la izquierda y adelante mientras que la rama aferente termina en el cuadrante derecho y posterior, dibujando un óvalo. En el caso de un infarto de pared anterior, se pierden las fuerzas eléctricas del tabique y desaparece la desviación hacia la izquierda de la PBL V2-V1 (Figura 4, panel derecho). (12) En los bloqueos completos de ramas del haz de His, el bucle formado por la PBL V2-V1 vs. WPUL V1-V2 apunta hacia atrás. (7) La PBL V2-V1 es especialmente útil en la oclusión de la arteria coronaria derecha (CD) porque muestra un desplazamiento del segmento ST hacia la derecha, lo que sugiere isquemia del ventrículo derecho. (16)

### LOS NUEVOS MÉTODOS Y LA PATOLOGÍA CARDÍACA

#### Infarto agudo de miocardio

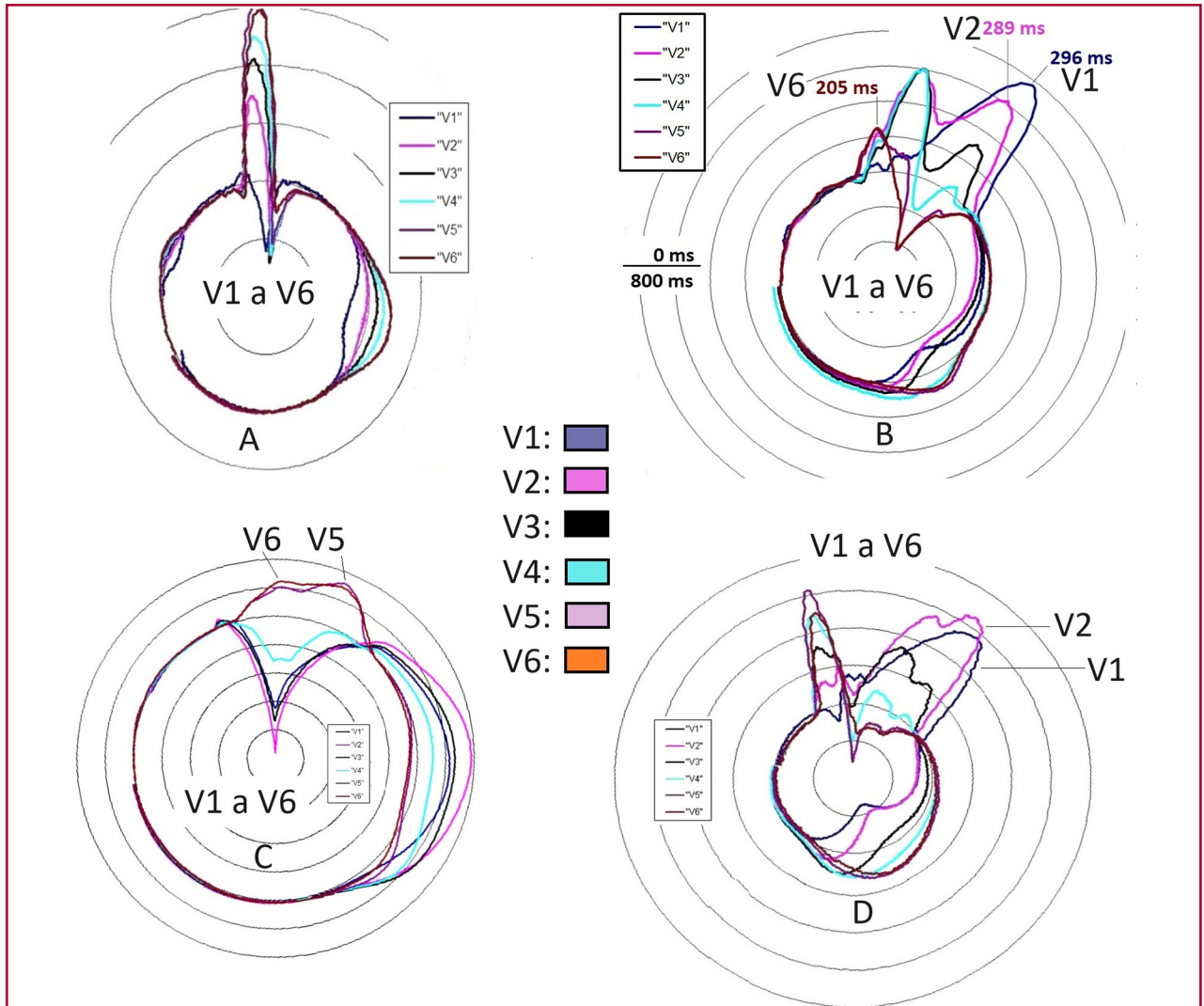
Dado que la PBL V2-V1 se enfoca en la región retroesternal y excluye gran parte del ventrículo izquierdo, el vector inicial del QRS normal, a diferencia del ECG estándar, tiende a apuntar hacia la izquierda. Este bucle del VCGR retroesternal transversal es ovalado, con sentido antihorario y pasa por los cuatro cuadrantes.

En pacientes con infarto de miocardio de cara anterior, la necrosis anula las fuerzas eléctricas del tabi-



CD: arteria coronaria derecha; PBL: derivación bipolar precordial; VCGR: vectorcardiograma regional; WPUL: derivación unipolar precordial ponderada

**Fig. 2.** Paciente con oclusión de tercio medio de la CD. Paneles a, b, c y g: Plano transverso retroesternal. Paneles d, e, f y h: Plano frontal retroesternal. En los paneles a y d se muestra solo la derivación unipolar y su influencia en el bucle (a: WPUL V1+V2 y d: aVF). En los paneles b y e se muestra la PBL V2-V1 y su influencia en el bucle. Los paneles c y f muestran la suma de las dos derivaciones y el bucle que generan. Los paneles g y h integran los trazados y el bucle del VCGR. Es importante destacar que en el plano transverso se aprecia continuidad en el bucle del complejo QRS y el de la onda T, lo que genera el signo "omega" de isquemia. En todos los paneles, el eje "X", el eje "Y" y el eje "Z" representan el tiempo (milisegundos) para un trazado y la amplitud (mV) para el otro. En aVF, el vector positivo se dirige hacia los pies del paciente. Por lo tanto, en estos gráficos, el trazado de aVF se invierte en comparación con el ECG estándar.



BCRD: bloqueo completo de rama derecha; BCRI: bloqueo completo de rama izquierda; WPW: Wolf Parkinson White.

**Fig. 3.** A. ECG circular normal del plano transversal (V1 a V6). B. ECG circular en un paciente con WPW. Se observa que la despolarización comienza por V6 (205 ms) mientras que V2 y V1 muestran un retraso (289 y 296 ms respectivamente). V1 alcanza su pico 91 ms después de V6. La disociación entre las precordiales izquierdas y derechas sugiere dos vías diferentes de despolarización. C. ECG circular en un BCRI. Se observa la típica "meseta" de V5 y V6, así como la depresión negativa en V1 a V4. D. ECG circular en un BCRD. Se observa un retraso en la porción final de V1 y V2. Normalmente, el retraso en V1 es mayor que en V2.

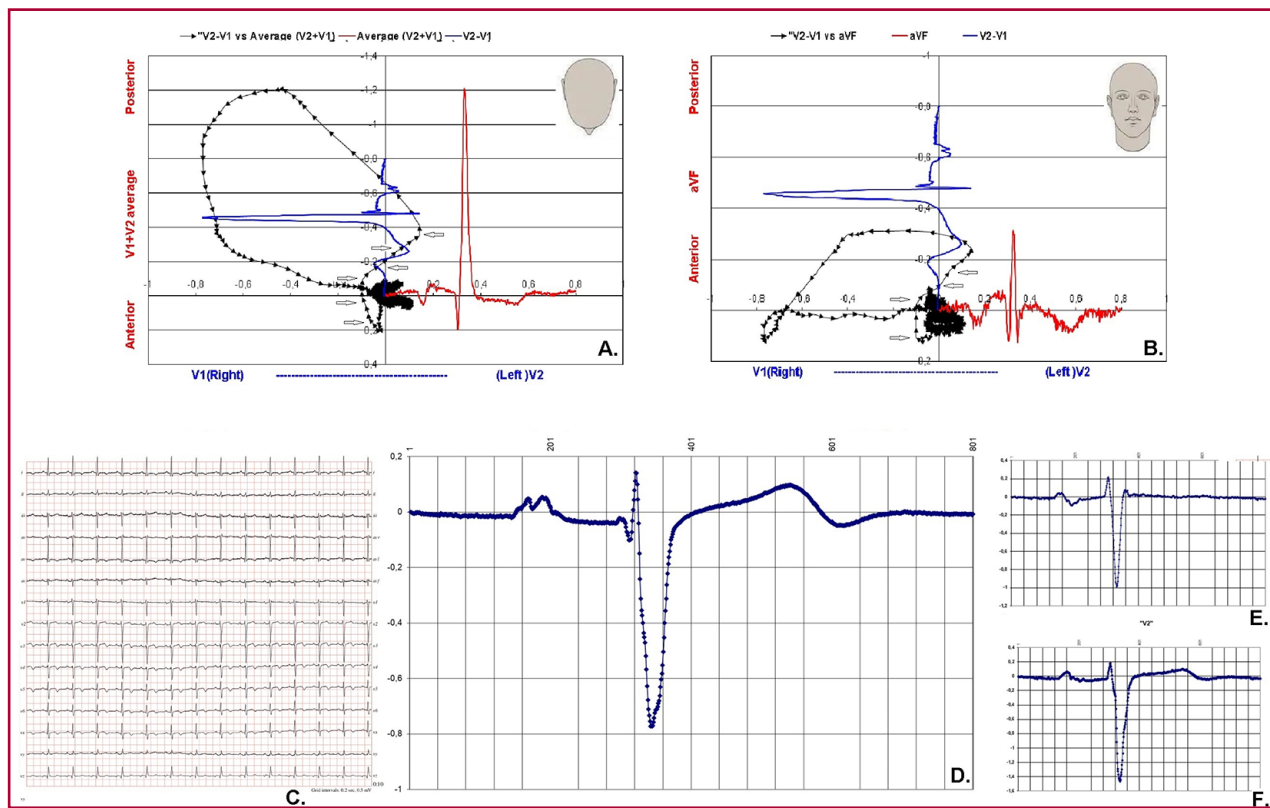
que interventricular. (7) Como resultado, las fuerzas eléctricas procedentes del ventrículo derecho toman mayor representación y desvían los vectores hacia la derecha. En esta patología, la PBL V2-V1 puede presentar 3 patrones diferentes: a. QS (indicando ausencia de fuerzas hacia la izquierda en la PBL V2-V1), b. Q inicial (es decir, el vector inicial va hacia la derecha) y c. Muesca negativa después del inicio de la onda QRS, que da un patrón de "manzana mordida" en el VCGR de la zona (Figura 4).

**Isquemia hiperaguda**

Las PBL han demostrado ser particularmente útiles en la evaluación de la elevación del segmento ST en

la isquemia hiperaguda. En un estudio con dieciséis pacientes que presentaban oclusión aguda de la arteria descendente anterior (DA) proximal, el bucle transversal retroesternal mostró dos patrones típicos: 1. Plegamiento del QRS o 2. Transporte del QRS. (17)

A su vez, en un grupo de 45 pacientes con oclusión de la DA en 16 de ellos, la CD en 17 pacientes y la arteria circunfleja (Cx) en 12, el 100 % mostró corriente de lesión en la PBL V2-V1. (16-18) La dirección de la corriente de lesión varió en estos pacientes: en 16 de los 45 (15 con oclusión de DA y 1 con oclusión de la CD), la corriente de lesión fue hacia la izquierda, mientras que en los restantes 29 (1 con oclusión de la DA, 16 con oclusión de la CD y 12 con oclusión de la Cx), la



PBL: derivación bipolar precordial; VCGR: vectorcardiograma regional

**Fig. 4.** Paciente varón, de 75 años, con infarto de 2 días de evolución en cara anterior. Se observan los trazados y los VCGR retroesternal en plano transverso y frontal (A y B), el ECG standard (C), la PBL V2-V1 (D), la PUL V1 y V2 standard (E y F). En ambos VCGR se observa el signo de la manzana mordida (*bitten apple sign*) (flechas) debido a un retorno a derecha de la porción inicial del QRS, lo que indica predominio momentáneo de las fuerzas eléctricas de la derecha. Nótese que la substracción del registro de V1 (E) respecto a V2 (F) hace que la porción negativa de la P de V1 se transforme en positiva, formando una P bimodal en la PBL (D). El trazado de la PLB V2-V1 muestra una onda negativa luego del inicio del QRS que es el que se traduce en el signo “de la manzana mordida” en los VCGR.

corriente de lesión fue hacia la derecha. Es importante destacar que estas corrientes de lesión, que están siempre presentes en el bucle retroesternal, pueden coexistir (especialmente en casos de oclusión de la Cx) con corrientes de lesión de dirección contraria en las PUL estándar V5 y V6. Esto puede generar cancelación eléctrica en el ECG de 12 canales (Figura 5). (16-18)

También la presentación de los bucles en dos ejes o en tres dimensiones permite identificar con claridad el punto J, el desnivel ST y el signo omega aun cuando no se observe desplazamiento de este en el ECG standard. (Figura 5) (19)

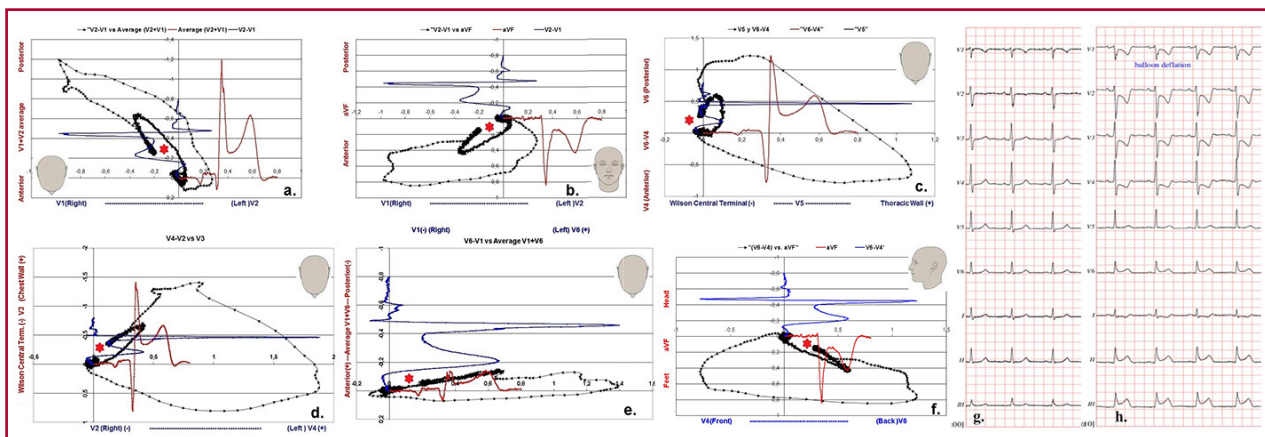
**Bloqueo completo de rama izquierda (BCRI)**

Como se mencionó anteriormente, la PUL V5 constituye el punto medio entre las PUL V6 y PUL V4. Cuando los trastornos de la conducción suprimen los vectores que apuntan hacia adelante, el trazado de la PBL V6-V4 muestra sólo una onda R, sin la Q inicial observada en pacientes sanos. En los casos de BCRI, donde la despolarización inicial del tabique es anormal, todo el

bucle QRS observado desde PBL V6-V4 es posterior al eje de la PUL V5. Además, debido a que en el BCRI, las PUL V1 y V2 tienen la misma amplitud negativa y son casi simultáneas (ambos electrodos se estimulan casi al mismo tiempo), la PBL V2-V1 será de muy poca amplitud y sólo mostrará las mínimas diferencias entre ambas en el tiempo. (5-7) El ECG circular mostrará muy claramente el retraso de la activación con una típica figura de “pac-man” de boca ancha en las precordiales derechas y de “meseta” en las derivaciones izquierdas (Figura 3, panel C)

**Bloqueo completo de rama derecha (BCRD)**

En pacientes con BCRD, las fuerzas finales del QRS en la PUL V1 muestran un importante retraso, con un aumento de voltaje, por lo que siempre se presenta en forma posterior al pico de la onda R de la PUL V2. Además, se reduce la diferencia de tiempo normal entre la deflexión intrínseca de PUL V6 y PUL V1. (5-8) En el ECG circular, se observa con claridad el retraso del pico de la onda R de la PUL V1 (Figura 3, panel D).



PBL: derivación bipolar precordial; WPUL: derivación unipolar precordial ponderada

**Fig. 5.** Planos transverso (a, c, d y e), frontal (b) y sagital (f). ECG basal (panel g) e isquémico (panel h). Los ejes de coordenadas representan milivoltio y milisegundos. Panel a: PBL V2-V1 vs. WPUL AVG V1+V2. Panel b: PBL V2-V1 vs. aVF. Panel c: PBL V6-V4 vs. V5. Panel d: PBL V4-V2 vs. V3. Panel e: PBL V6-V1 vs. WPUL promedio V1+V6. Panel f: PBL V6-V4 vs. aVF. Todos los bucles obtenidos durante isquemia máxima. En el panel a y b se ve una corriente de lesión dirigida hacia la derecha mientras que en el panel c la misma se dirige hacia atrás. En los paneles d y e la corriente de lesión se dirige hacia la izquierda mientras que en los paneles b y f el punto J y el segmento ST se desvían hacia abajo. Signo omega positivo en todos los bucles (asterisco).

**Arritmias**

Dado que estos nuevos métodos analizan solo un latido por vez, el valor de investigación o diagnóstico de esta metodología es limitado. La Figura 6 muestra el comienzo de una arritmia después del inflado del balón en la DA proximal. Sólo se muestra un intervalo de aproximadamente cincuenta milisegundos desde el inicio de la arritmia, que fue examinado mediante diferentes VCGR. (19)

En el caso de los síndromes de preexcitación, el ECG circular muestra con mucha certeza la secuencia de activación de las diversas derivaciones del ECG, y permite identificar con claridad la zona que primero se despolariza (Figura 3, panel B).

**CONCLUSIÓN**

Aunque la electrocardiografía tiene casi 150 años, esta nueva información respalda la implementación de los nuevos métodos de diagnóstico electrocardiográfico, lo que resulta en una valiosa adición a las prácticas clínicas actuales. Las WPUL que coinciden con las PUL V3 y V5 permiten verificar que el posicionamiento de los electrodos haya sido el correcto. Además, las PBL, debido a su proximidad con el miocardio, proporcionan señales de mayor amplitud y calidad, con una mejor relación de señal/ruido (la PBL V6-V1 es similar a la derivación DI del ECG standard, pero con mucha más amplitud y relación señal/ruido). Dado que la PBL V2-V1 posee una alta sensibilidad para detectar cambios isquémicos en el segmento ST, sería sumamente conveniente utilizarla en pacientes con sospecha de infarto agudo de miocardio. Esto implicaría repetir el

electrocardiograma, pero colocando el electrodo del brazo derecho en V1 y el del brazo izquierdo en V2.

Si bien los cardiólogos experimentados pueden hacer diagnósticos precisos con el ECG tradicional, es importante considerar que, a menudo, los electrocardiogramas son interpretados por médicos menos experimentados, para quienes cualquier ayuda sería beneficiosa. Por lo tanto, sería conveniente incorporar un algoritmo a los equipos de electrocardiografía para mostrar la información diagnóstica adicional que proporciona esta nueva metodología.

Además, es importante tener en cuenta que muchos hospitales almacenan sus electrocardiogramas en bases de datos. La capacidad de acceder a estos registros y volver a procesar los datos de estudios anteriores podría revelar nuevos signos de patologías no documentadas previamente. (20)

**Consideraciones éticas:**

Los autores indican que no aplica la aprobación del comité de ética correspondiente. No aplica el pedido de consentimiento informado. No se usó inteligencia artificial en este artículo. No hubo sesgo de sexo o género en el presente trabajo.

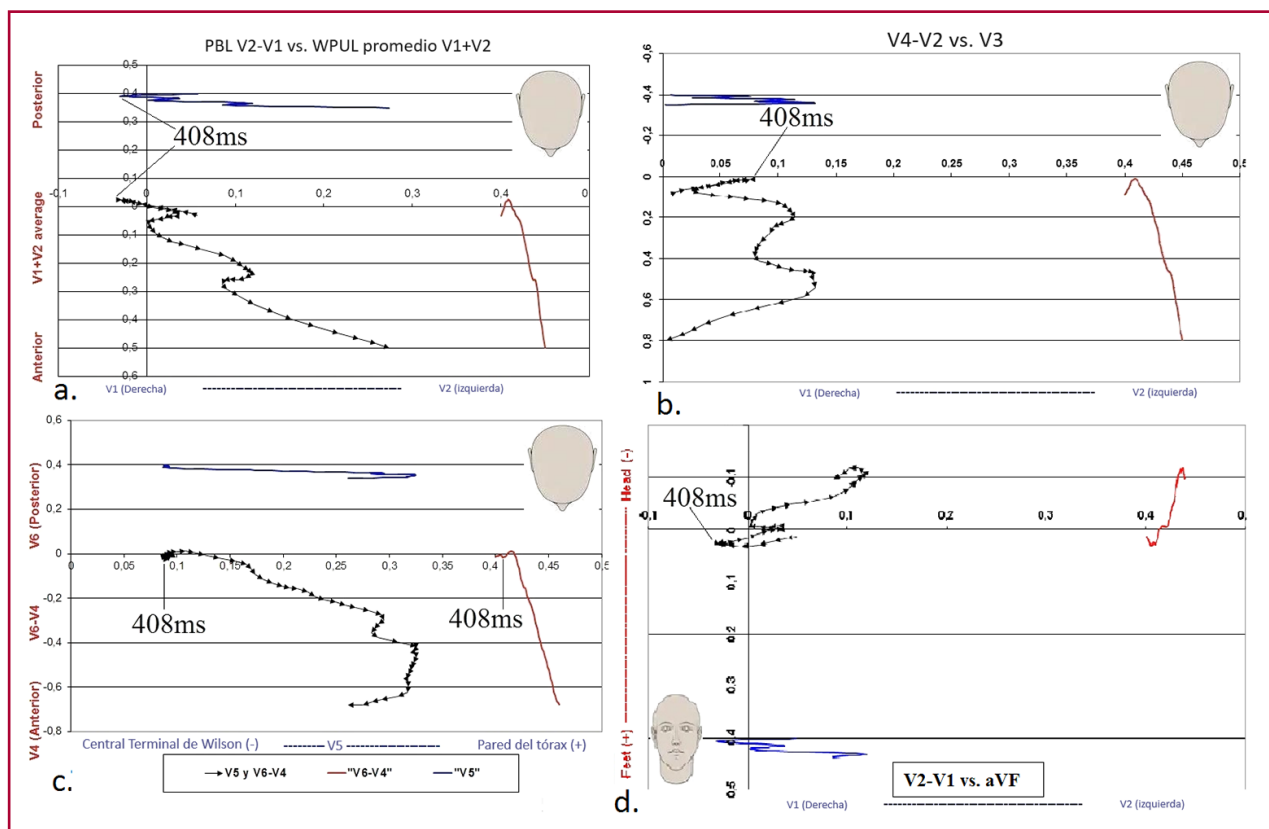
**Financiamiento**

Los autores no recibieron subsidios o fondos de agencias gubernamentales, instituciones privadas o entidades sin fines de lucro.

**Declaración de conflictos de interés**

El autor de correspondencia tiene varias patentes en el campo de la investigación electrocardiográfica.

(Véanse formularios de conflicto de intereses de los autores en la Web).



PBL: derivación bipolar precordial; PUL: derivación unipolar precordial; VCGR: vectorcardiograma regional; WPUL: derivación unipolar precordial ponderada

**Fig. 6.** Inicio de una arritmia vista desde diferentes VCGR. Se han eliminado los primeros 393 ms y los últimos 350 ms de los bucles del QRS para mostrar el inicio de la arritmia. Panel (a): PBL V2-V1 vs. WPUL V1+V2. Panel (b): PBL V4-V2 vs. PUL V3. Panel (c): PBL V6-V4 vs. PUL V5. Panel (d): PBL V2-V1 vs. aVF. El trazado inicial muestra los últimos 15 milisegundos del latido normal antes de la arritmia, que comienza a los 408 ms. En los 3 paneles del plano transversal, los vectores al final del latido normal y al inicio del latido ectópico son casi idénticos, pero de dirección opuesta, mientras que en el plano frontal (d), hay un giro en U con la parte normal ligeramente más caudal que la anormal. Cabe señalar que cuando el punto de observación varía de (a) a (b), se produce una inversión especular del trazado. En (c), se observa el fenómeno desde la cara lateral (PBL V6-V4 vs. PUL V5) y se reduce el trazado del inicio de la arritmia a un punto.

## BIBLIOGRAFÍA

- Lewis T. Auricular fibrillation. In: Clinical electrocardiography fifth ed. London, UK: Shaw and Sons; 1931.
- Nehb W. Zur Standardisierung der Brustwandableitungen des Elektrokardiogramms. Mit Bemerkungen zum Friihbild des Hinterwandinfarkts und des Infarkt nachschubs in der Vorderwand. Klin. Wochenschr 1938;17:1807-11. <https://doi.org/10.1007/BF01766532>
- Cossio P, Bibiloni A. Horizontal Bipolar Leads. Am Heart J 1956;51:366-77. [https://doi.org/10.1016/0002-8703\(56\)90062-X](https://doi.org/10.1016/0002-8703(56)90062-X)
- Fontaine G, Fontaliran F, Hébert JL, Chemla D, Zenati O, Lecarpentier Y, et al. Arrhythmogenic right ventricular dysplasia. Annu Rev Med. 1999;50:17-35. <https://doi.org/10.1146/annurev.med.50.1.17>
- Mc Loughlin MJ, Lew S, Tello de Meneses G. Nuevos Métodos Electrocardiográficos: Un Estudio Basado en Electrodoles Bipolares Precordiales. Amazon, 2019.
- Mc Loughlin MJ, Lew S, Tello de Meneses G. New ECG Methods: A Study Based On Precordial Bipolar Leads (English Edition) Amazon, 2019.
- Mc Loughlin MJ. Electrocardiograma de coordenadas polares: una representación gráfica diferente para estudiar los vectores e interpretación de ECG. Pren Med Arg 2020;106:592-601. [https://prensamedica.com.ar/LPMA\\_V106\\_N10\\_P592\\_es.pdf](https://prensamedica.com.ar/LPMA_V106_N10_P592_es.pdf)
- Mc Loughlin MJ, Di Diego JM: Pathophysiology of myocardial currents of injury revisited. J. Electrocardiol 2022;74:54-58. <https://doi.org/10.1016/j.jelectrocard.2022.08.001>
- Bousseljot R, Kreiseler D, Schnabel A. Nutzung der EKG-Signaldatenbank CARDIODAT der PTB über das Internet. Biomed Tech (Berl). 1998;43 Suppl 3:73-6. Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), del Instituto Nacional de Metrología de Alemania. <https://archive.physionet.org/cgi-bin/atm/ATM> [PTB Diagnostic ECG Database (pbtddb)].
- Goldberger AL, Amaral LA, Glass L, Hausdorff JM, Ivanov PC, Mark RG, et al. PhysioBank, PhysioToolkit, and PhysioNet: components of a new research resource for complex physiologic signals. Circulation. 2000;101:E215-20. <https://doi.org/10.1161/01.CIR.101.23.e215>
- Martínez JP, Pahlm O, Ringborn M, Warren S, Laguna P, Sörnmo L. The STAFF III Database: ECGs Recorded During Acutely Induced Myocardial Ischemia. Comput Cardiol. 2017;44. <https://doi.org/10.22489/CinC.2017.266-133>
- Dower G. Method and apparatus for sensing and analyzing electrical activity of the human heart. US Patent 4,850,370, 1989
- Macfarlane PW, van Oosterom A, Pahlm O, et al.: Comprehensive Electrocardiology. Second Edition, Volume 1, Ch 11, pp: 381
- Mc Loughlin MJ. Precordial bipolar leads: A new method to study

anterior acute myocardial infarction. *J Electrocardiol* 2020;59:45-64. <https://doi.org/10.1016/j.jelectrocard.2019.12.017>

**15.** Mc Loughlin MJ, Konoptka IV. Right to left T wave discordance in Acute Myocardial Infarct: a new electrocardiographic sign. *J Electrocardiol* 2020;63:134-8. <https://doi.org/10.1016/j.jelectrocard.2020.11.002>

**16.** Mc Loughlin MJ, Di Diego JM. Right ventricle injury in RCA occlusion: Exploration using precordial bipolar leads and surrogate vectorcardiograms. *J Electrocardiol* 2023;73:89-96. DOI: 10.1016/j.jelectrocard.2023.03.01

**17.** Mc Loughlin MJ, Mc Loughlin DE. Abnormal myocardial activation as a cause of ST elevation: A study using Precordial Bipolar Leads

(PBL). *Curr Probl Cardiol* 2022. In press. <https://doi.org/10.1016/j.cpcardiol.2022.101163>

**18.** Mc Loughlin MJ, Di Diego JM. Ventricular injury in acute left circumflex occlusion: Exploration using precordial bipolar leads and regional vectorcardiograms. *J Electrocardiol* 2024;8:81-7. <https://doi.org/10.1016/j.jelectrocard.2024.03.012>

**19.** Mc Loughlin MJ, Di Diego JM. Review on new ECG-derived leads and regional vectorcardiograms. *J Electrocardiol*. 2023;81:13-9. <https://doi.org/10.1016/j.jelectrocard.2023.07.004>

**20.** Mc Loughlin MJ, Brugada P. Access to ECG raw data can help researchers, physicians and patients. *Curr Probl Cardiol* 2021;46:100659. <https://doi.org/10.1016/j.cpcardiol.2020.100659>

# Cardiomiopatía hipertrófica asociada a variante genética en MYBPC3:c.1119 C>G (p.Tyr373Ter)

*Hypertrophic cardiomyopathy associated with genetic variant MYBPC3:c.1119 C>G (p.Tyr373Ter)*

JUAN S. HERNÁNDEZ<sup>1</sup>, JHON J. GÓMEZ-TOVIO<sup>1</sup>, SOFIA A. HERNÁNDEZ-MEZA<sup>2</sup>, NICOLAS NIEDERBACHER<sup>3</sup>

La cardiomiopatía hipertrófica (CMH) es una enfermedad genética cuya base fisiopatológica se encuentra en la hipertrofia ventricular izquierda no explicada por otra condición cardíaca, sistémica o metabólica. Si bien en el pasado fue considerada una entidad rara, en Estados Unidos la prevalencia es de aproximadamente 1:500 habitantes para casos asintomáticos y 1:3000 habitantes para casos sintomáticos. (1) Estos datos sugieren que la CMH es una enfermedad común, posiblemente subdiagnosticada, y de creciente relevancia para los cardiólogos en su práctica clínica.

Se presenta el caso de un paciente masculino de 65 años que consultó por un cuadro clínico de 2 meses de evolución, caracterizado por palpitations sin dolor torácico, disnea o episodios sincopales. Entre los antecedentes de importancia, destaca un hijo de 30 años con test genético positivo para miocardiopatía hipertrófica variante MYBPC3, sin episodios de muerte súbita familiar. El examen físico no mostró alteraciones.

Entre los estudios iniciales, se solicitó un electrocardiograma y un ECG Holter cardíaco, que mostraron ritmo sinusal, con extrasístoles supraventriculares aisladas. El monitoreo de presión arterial sistémica en 24 horas fue normal y el ecocardiograma transtorácico reveló una fracción de eyección ventricular izquierda de 63 %, motilidad parietal conservada, hipertrofia septal anterobasal de 20 mm sin obstrucción dinámica del tracto de salida del ventrículo izquierdo (Figura 1), e insuficiencia aórtica y mitral leve, sin movimiento sistólico anterior de la válvula mitral ni disfunción diastólica. Además, se obtuvo una resonancia magnética cardíaca que evidenció un grosor diastólico del

segmento basal anterosseptal de 22 mm con realce tardío intramiocárdico, y del segmento inferoseptal de 16 mm, sin otros segmentos hipertróficos ni obstrucción del tracto de salida del ventrículo izquierdo (Figura 2).

Con base en estos hallazgos, se decidió realizar un panel de genes para CMH, y se identificó una variante *nonsense* en estado heterocigoto del gen MYBPC3: c.1119C>G (p.Tyr373Ter), clasificada como patogénica por los criterios PVS1, PM2 y PM6. (2) Se inició terapia médica con bisoprolol 5 mg al día, lo cual resultó en mejoría de las palpitations. El cálculo del puntaje de riesgo de muerte súbita con el *score* HCM Risk-SCD arrojó una probabilidad baja, del 2,2 %, por lo que no se consideró al paciente candidato para dispositivos de prevención de muerte súbita ni para miectomía septal en este momento. (3)

La CMH tiene predominantemente una herencia autosómica dominante con penetrancia incompleta, afectando principalmente proteínas del sarcómero. La hipertrofia ventricular izquierda puede tener cualquier patrón de distribución; sin embargo, es más común en el septo basal anterior, seguido por la pared libre anterior del ventrículo izquierdo. (1) Esta debe sospecharse cuando el grosor telediastólico ventricular izquierdo es mayor o igual a 15 mm en el ecocardiograma o la resonancia magnética cardíaca. En pacientes con un test genético positivo o antecedentes familiares de CMH, se deben considerar desde valores desde 13 mm. (3)

La presentación clínica varía desde casos asintomáticos hasta pacientes con palpitations, dolor torácico, síncope y muerte súbita, esta última más común en jóvenes y atletas. (1) Además de la búsqueda de obs-

REV ARGENT CARDIOL 2024;92:376-378. <http://dx.doi.org/10.7775/rac.es.v92.i4.20813>

Dirección para correspondencia: Juan S. Hernández. E-mail: [jshernandezm74@gmail.com](mailto:jshernandezm74@gmail.com)



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

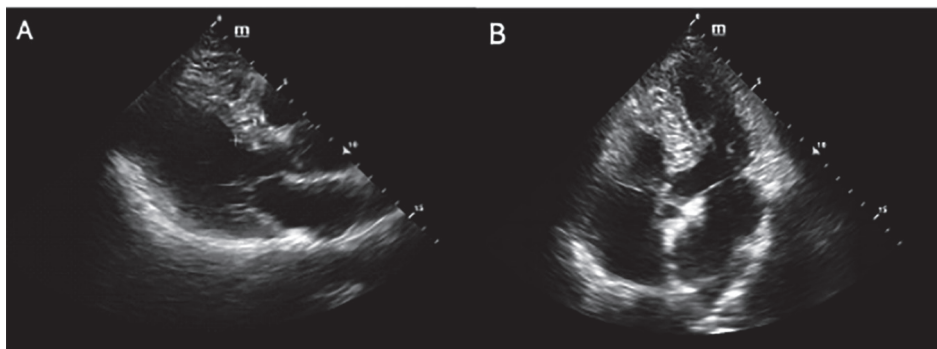
©Revista Argentina de Cardiología

<sup>1</sup> Unidad de Cardiología, IPS Divina Misericordia, Sincelejo, Sucre, Colombia

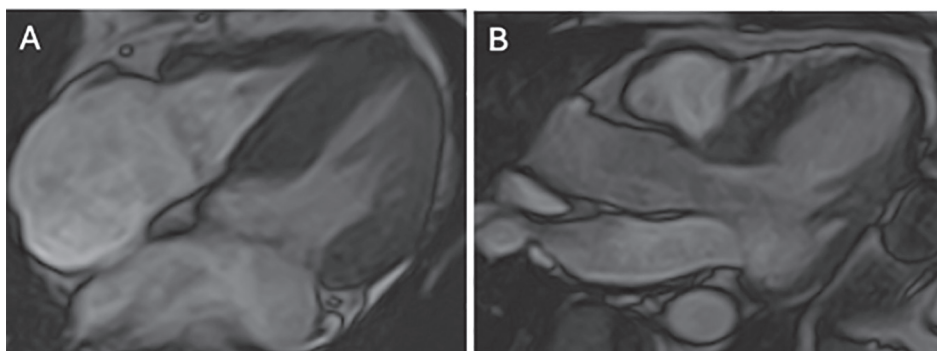
<sup>2</sup> Facultad de medicina, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia

<sup>3</sup> Instituto de Genética Humana, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia

**Fig. 1.** Ecocardiograma transtorácico. A) Eje largo y B) Vista en cuatro cámaras, que evidencian aumento de grosor del septum interventricular.



**Fig. 2.** Resonancia magnética cardíaca. A) Corte de cuatro cámaras con importante aumento de grosor del septum interventricular. B) Tracto de salida del ventrículo izquierdo sin obstrucción.



trucción del tracto de salida del ventrículo, es crucial identificar otros marcadores de riesgo de muerte súbita, como taquicardia ventricular no sostenida, grosor ventricular mayor o igual a 30 mm, síncope y el diámetro de la aurícula izquierda (importante también en casos de fibrilación auricular, la arritmia más frecuente en CMH). (2) Es esencial realizar una historia clínica detallada, examen físico y pruebas complementarias para descartar enfermedades que pueden imitar la CMH, como RASopatías, enfermedades de depósito lisosomal o de glucógeno, enfermedad de Fabry y amiloidosis.

Aunque el ecocardiograma y la resonancia magnética cardíaca son herramientas clave en el diagnóstico de esta patología, otras pruebas diagnósticas como el electrocardiograma, el ECG Holter, el monitoreo de presión arterial ambulatoria y el test genético también son importantes para una evaluación completa, pronóstico y manejo individualizado. Dentro del arsenal terapéutico para esta entidad se encuentran los betabloqueantes cardiosselectivos, los calcioantagonistas no dihidropiridínicos, disopiramida, terapia de reducción septal y, más recientemente el mavacamten..

Las variantes más comunes ocurren en los genes MYH7 (cadena pesada de miosina tipo B) y MYBPC3 (proteína C de unión a miosina cardíaca) con penetrancia de 65 % y 55 % respectivamente, según Topriceanu et al en su metaanálisis sobre la penetrancia de genes

sarcoméricos en la CMH. (4) La mayoría de los casos asociados a MYBPC3 se caracterizan por un inicio tardío y un curso clínico favorable; (5) sin embargo, Herrera et al. han descrito variantes de MYBPC3 vinculadas a muerte súbita. (6) Aun así, la Sociedad Europea de Cardiología señala que el papel de las variantes sarcoméricas como predictor independiente de muerte súbita cardíaca, fuera de los modelos de predicción de riesgo existentes, aún no está demostrado. (3) Dentro de los mecanismos descritos por los cuales esta variante genera CMH se incluyen la haploinsuficiencia (cuando una copia de un gen se inactiva o se elimina y la copia funcional que queda no es suficiente para producir la cantidad de producto génico necesaria para conservar el funcionamiento normal), el aumento de la sensibilidad al calcio y la toxicidad directa de la proteína defectuosa. (5) En particular, la variante MYBPC3:c.1119 C>G (p.Tyr373Ter) causa un codón de parada prematuro, formando una proteína truncada que se explica por el fenómeno de haploinsuficiencia. A pesar de que tiene un registro en ClinVar, no está presente en bases de datos poblacionales, y su frecuencia alélica en gnomAD (Genome Aggregation Database) no está documentada. En nuestro caso, esta variante se asoció a un comportamiento clínico favorable y un bajo riesgo de muerte súbita. No obstante, se necesita un mayor número de casos y estudios prospectivos para validar esta información.

En conclusión, el fenotipo de presentación clínica es variable en pacientes con variantes en MYBPC3 por lo que la caracterización de variantes genéticas y su comportamiento clínico es importante para individualizar la mejor terapia médica posible y establecer pronóstico clínico. En nuestro conocimiento, este sería el primer reporte de caso de la variante MYBPC3:c.1119 C>G (p.Tyr373Ter) y su posible correlación fenotípica favorable.

#### Consideraciones éticas

Para la elaboración del presente trabajo se firmó el consentimiento informado por parte del paciente. No fue requerida la aprobación de Comité de Bioética, ya que, de acuerdo con las pautas éticas internacionales para la investigación relacionada con la salud con seres humanos (CIOMS, versión 2016), la publicación presentada se considera como investigación sin riesgo. Declaramos que este artículo no contiene información personal que permita identificar al paciente.

#### Financiación

Para la elaboración del presente artículo no se recibió financiamiento directo o indirecto de ninguna institución o persona natural.

#### Declaración de conflicto de intereses

Los autores declaran que no tienen conflicto de intereses.

(Ver formularios de conflicto de intereses de los autores en la web)

#### BIBLIOGRAFÍA

1. Ommen SR, Ho CY, Asif IM, Balaji S, Burke MA, Day SM, et al. 2024 AHA/ACC/AMSSM/HRS/PACES/SCMR Guideline for the Management of Hypertrophic Cardiomyopathy: A Report of the American Heart Association/American College of Cardiology Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Circulation*. 2024;149:e1239-e1311. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000001250>
2. Li MM, Datto M, Duncavage EJ, Kulkarni S, Lindeman NI, Roy S, et al. Standards and Guidelines for the Interpretation and Reporting of Sequence Variants in Cancer: A Joint Consensus Recommendation of the Association for Molecular Pathology, American Society of Clinical Oncology, and College of American Pathologists. *The Journal of molecular diagnostics: JMD* 2017;19:4-23. <https://doi.org/10.1016/j.jmoldx.2016.10.002>
3. Arbelo E, Protonotarios A, Gimeno JR, Arbustini E, Barriales-Villa R, Basso C, et al. 2023 ESC Guidelines for the management of cardiomyopathies. *Eur Heart J*. 2023;44:3503-626. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehad194>
4. Topriceanu CC, Pereira AC, Moon JC, Captur G, Ho CY. Meta-Analysis of Penetrance and Systematic Review on Transition to Disease in Genetic Hypertrophic Cardiomyopathy. *Circulation*. 2024;149:107-23. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.123.065987>
5. Tudurachi BS, Zăvoi A, Leonte A, Țăpoi L, Ureche C, Birgoan SG, et al. An Update on MYBPC3 Gene Mutation in Hypertrophic Cardiomyopathy. *Int J Mol Sci*. 2023;24:10510. <https://doi.org/10.3390/ijms241310510>
6. Herrera-Rodríguez DL, Totomoch-Serra A, Rosas-Madrigal S, Luna-Limón C, Marroquín-Ramírez D, Carnevale A, et al. Genes frequently associated with sudden death in primary hypertrophic cardiomyopathy. *Arch Cardiol Mex*. 2020;90:58-68. <https://doi.org/10.24875/ACM.19000294>

# Endocarditis infecciosa recurrente por *Klebsiella pneumoniae*

## Recurrent Infective Endocarditis Due to *Klebsiella Pneumoniae*

FERNANDO ALBERTO MACHADO GÓMEZ<sup>1</sup>, MATEO AGUIRRE FLÓREZ<sup>1</sup>, EFRAÍN SANTIAGO GUZMÁN BEDOYA<sup>2</sup>,  
DIEGO ALEJANDRO MEDINA MORALES<sup>2</sup>, JAVIER GUSTAVO MARTÍNEZ AROCA<sup>2</sup>

La endocarditis infecciosa (EI) es la inflamación del revestimiento y las válvulas del corazón de origen infeccioso. (1) Se clasifica en aguda, subaguda y crónica. (2) También es necesario diferenciar si se trata de una válvula nativa o protésica, el número de válvulas afectadas y la forma de adquisición (en la comunidad o asociada a la atención sanitaria). (3)

En los países desarrollados, la EI tiene una incidencia anual de aproximadamente 2,7 a 10 casos por cada 100 000 habitantes por año. En Colombia, la incidencia es de alrededor de 0,25 a 0,31 por cada 100 000 habitantes, lo que se traduce en aproximadamente 500 casos anuales. La mortalidad varía entre las diferentes poblaciones, pero puede oscilar entre el 15% y el 45% de los casos, dependiendo principalmente de la edad y del paciente, si afecta a una válvula nativa o protésica y del microorganismo causal. (1,2)

En el 80 a 90% de los casos los agentes causales son bacterias grampositivas como estreptococos, estafilococos y enterococos. En menor proporción se aíslan en esta patología bacilos gramnegativos del grupo HACEK (*Haemophilus spp.*, *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*, *Cardiobacterium hominis*, *Eikenella corrodens* y *Kingella spp.*), bacilos gramnegativos que no pertenecen al grupo HACEK y hongos. (2)

Los factores que favorecen esta infección incluyen la válvula aórtica bicúspide, el prolapso de la válvula mitral, las malformaciones cardíacas congénitas, la fiebre reumática, las prótesis valvulares (especialmente las implantadas recientemente), la implantación de dispositivos intracardíacos, la edad mayor de 60 años, el sexo masculino, la inmunosupresión y los dispositivos de acceso venosos implantados durante un largo período. (3)

Presentamos el caso de un varón de 56 años, agricultor, sin antecedentes de factores de riesgo ni

enfermedades cardiovasculares, que consultó a un hospital de nivel primario por dolor abdominal bajo, fiebre, escalofríos, disuria, polaquiuria, urgencia y retención urinaria. El paciente se presentó con frecuencia cardíaca de 80 lpm, frecuencia respiratoria de 20 respiraciones por minuto, presión arterial de 110/80 mm Hg, saturación de oxígeno de 92% en aire ambiental y temperatura de 38,2 °C. El examen físico reveló diaforesis, dolor hipogástrico y globo vesical. Los exámenes de laboratorio mostraron leucocitosis (24 700 células/ $\mu$ L, 95% neutrófilos), hemoglobina 11,8 g/dL, recuento de plaquetas 28 000/ $\mu$ L, sodio 123 mmol/L, potasio 4 mmol/L y nitrógeno ureico (BUN) 158 mg/dL. El antígeno prostático específico (PSA) se elevó a 10,4 ng/mL.

La tomografía del tracto urinario reveló cambios inflamatorios perirrenales bilaterales. Los hemocultivos identificaron *Klebsiella pneumoniae BLEE ssp.* (productora de betalactamasa de espectro extendido) resistente a varios antibióticos, incluidos ceftazidima, ceftriaxona y ciprofloxacina, pero sensible a imipenem, meropenem, tigeciclina y amikacina. Se inició meropenem. El paciente progresó a shock séptico y disfunción multiorgánica y fue ingresado en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI), con requerimiento de apoyo vasopresor, transfusión de hemocomponentes debido a trombocitopenia grave (8000 / $\mu$ L) y terapia de reemplazo renal. Se realizó un ecocardiograma transtorácico con hallazgos sugestivos de vegetaciones. Un ecocardiograma transesofágico (ETE) mostró múltiples vegetaciones en la válvula aórtica con estenosis valvular y regurgitación severa. Se realizó diagnóstico de posible endocarditis sobre válvula nativa (según criterios de Duke), (4) y fue remitido a una institución de mayor complejidad para reemplazo valvular aórtico con prótesis

REV ARGENT CARDIOL 2024;92:379-382. <http://dx.doi.org/10.7775/rac.es.v92.i5.20814>

Dirección para correspondencia: E-mail: [maguirref96@utp.edu.co](mailto:maguirref96@utp.edu.co)



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

©Revista Argentina de Cardiología

<sup>1</sup> Grupo Investigación de Medicina Crítica y Cuidados Intensivos GIMCCI. Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, Risaralda, Colombia

<sup>2</sup> Grupo Investigación en Medicina Interna. Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, Risaralda, Colombia

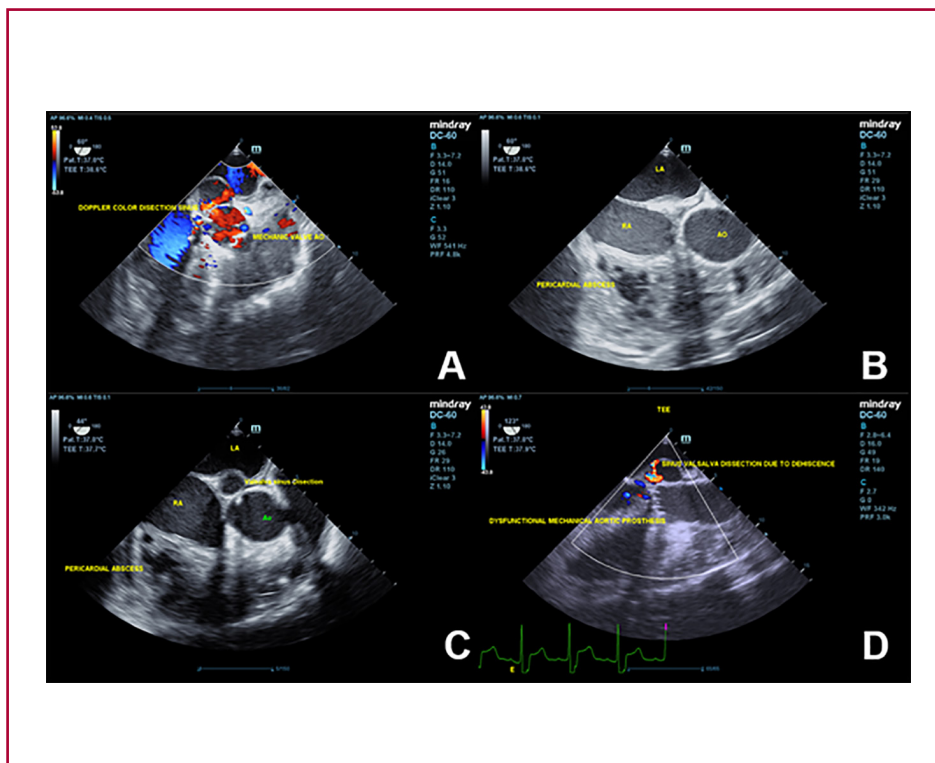
mecánica sin complicaciones. Completó 42 días de cobertura antibiótica y fue dado de alta.

Una semana después, fue readmitido a nuestra institución debido a disnea de esfuerzo y edema de miembros inferiores que progresó a anasarca. El paciente se presentó con frecuencia cardíaca de 72 lpm, frecuencia respiratoria de 20 respiraciones por minuto, presión arterial de 87/52 mmHg, saturación de oxígeno de 92% sobre  $\text{FiO}_2$  de 28%, y temperatura de 36 °C. El examen físico reveló una herida quirúrgica sin secreción, soplo diastólico aórtico y edema grado III de miembros inferiores. Los hallazgos de laboratorio incluyeron leucocitos 12 470/ $\mu\text{L}$  (88% neutrófilos), hemoglobina 11,8 g/dL, recuento de plaquetas 328 000, sodio 131 mmol/L, potasio 4 mmol/L, creatinina 3,5 mg/dL y BUN 50 mg/dL. Los cultivos de sangre identificaron nuevamente *Klebsiella pneumoniae* ssp *BLEE*, con patrones de resistencia similares al ingreso previo pero ahora también sensible a ertapenem y cefepima. Un nuevo conjunto de hemocultivos fue positivo para el desarrollo de *Klebsiella pneumoniae* *BLEE*. Dado el antecedente quirúrgico reciente, se realizó un ecocardiograma transesofágico, que mostró una prótesis aórtica mecánica disfuncional, aneurisma del seno de Valsalva, una imagen sugestiva de vegetación en la cuerda mitral anterior, y absceso pericárdico. (Figura 1) Se realizó un diagnóstico de posible endocarditis de válvula protésica (según criterios de Duke) (4) debido a *Klebsiella pneumoniae*, y el paciente fue tratado con meropenem durante 42 días bajo la direc-

ción del departamento de enfermedades infecciosas. Finalmente, fue nuevamente derivado a un centro de referencia cardiovascular para una nueva cirugía que se realizó con éxito. El paciente se recuperó y continuó con su tratamiento.

La EI es provocada principalmente por bacterias grampositivas. Los organismos gramnegativos (GN) son agentes causales relativamente raros asociados con morbilidad y mortalidad significativas. Entre los organismos GN causantes de EI, se destaca el grupo HACEK; otros organismos GN son menos frecuentes y han llamado la atención debido a su propensión a desarrollar y propagar resistencia, su alta probabilidad de mortalidad y su asociación con un aumento de los costos de atención médica. (5) Entre estos últimos, *Klebsiella pneumoniae* tiene una incidencia de aproximadamente 1,5% de los casos de EI pero con una tasa de mortalidad de hasta el 20%. (3-5)

En 2021, Petros Ioannou y colaboradores publicaron una revisión sistemática de la literatura sobre endocarditis por *Klebsiella*. Hasta febrero de 2021, se notificaron 67 casos, 45 debidos a *Klebsiella pneumoniae*, siendo la válvula aórtica la más frecuentemente afectada y la válvula protésica en el 16% de los pacientes. Las principales características clínicas fueron fiebre en el 98% de los casos, sepsis en 78%, shock en 31%, absceso paravalvular en 15% e insuficiencia cardíaca en 21% de los casos. (5) Estos hallazgos son consistentes con los encontrados en nuestro paciente, que presentó inicialmente compromiso valvular aórtico



**Fig. 1.** A. Ecocardiograma transesofágico que muestra prótesis aórtica mecánica con disección del seno de Valsalva. Nótese el flujo Doppler color del jet de disección. B. Ecocardiograma transesofágico con imagen septada en el espacio pericárdico compatible con absceso. AI: Aurícula izquierda, AD: Aurícula derecha, AO: Aorta. C. Ecocardiograma transesofágico en vista de eje corto para grandes vasos donde se observa disección del seno de Valsalva; inferior a la aurícula derecha, se observa imagen fibrinoide en el espacio pericárdico. AI: Aurícula izquierda, AD: Aurícula derecha, AO: Aorta. D. Ecocardiograma transesofágico que muestra prótesis aórtica mecánica con dehiscencia y aneurisma del seno de Valsalva. Por debajo de la válvula aórtica, hay ruptura del tabique interventricular, con flujo Doppler color del ventrículo izquierdo al ventrículo derecho

nativo y posteriormente compromiso valvular aórtico protésico, además de características clínicas similares a las reportadas en dicho estudio, más el hallazgo de absceso paravalvular. Un reporte de caso de EI por *Klebsiella pneumoniae* asociada a cistitis enfisematosa describió a un paciente con infección del tracto urinario que progresó a shock séptico. (5,6) La ecocardiografía transesofágica mostró vegetación y perforación de la válvula mitral, además de disfunción renal (creatinina 2,7 mg/dl), leucocitosis (27 000/ $\mu$ L), trombocitopenia (17 000/ $\mu$ L) e hipoalbuminemia (2,3 mg/dL). Comparado con nuestro caso y salvo la afectación valvular, ambos pacientes comparten características similares, destacando la presencia de trombocitopenia, lesión renal e hipoalbuminemia. (5)

Este caso de recidiva de EI, inicialmente de la válvula nativa y posteriormente de la válvula protésica por *Klebsiella pneumoniae*, destaca varios aspectos esenciales en el manejo clínico de esta entidad. Si bien la endocarditis infecciosa es una complicación poco frecuente de las prótesis valvulares, la *Klebsiella pneumoniae* como agente etiológico es aún más inusual y merece especial atención debido a su potencial virulencia y resistencia antimicrobiana. (6)

A nivel mundial, la mayoría de los casos de EI asociada a válvulas protésicas son causados por organismos como *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus viridans* y *Enterococcus spp.* Sin embargo, en América Latina y otras regiones en desarrollo se observa una mayor diversidad de agentes patógenos, incluidas bacterias gramnegativas como *Klebsiella pneumoniae*.(4,6) Esto puede plantear desafíos adicionales en el diagnóstico y tratamiento, especialmente en entornos con recursos limitados de microbiología y laboratorio. Además, la falta de datos epidemiológicos que informen los agentes causales y su distribución por población, junto con las características clínicas con las que debutan los pacientes que difieren de un paciente a otro, significa que la sospecha clínica y el tratamiento solo pueden ser oportunos en algunas ocasiones. (5)

El diagnóstico de endocarditis infecciosa de válvula protésica es un desafío debido a la variabilidad en la presentación clínica y los hallazgos de laboratorio. La identificación temprana de *Klebsiella pneumoniae* como agente causal fue crucial para guiar el tratamiento antimicrobiano apropiado en el presente caso. (5) Sin embargo, en áreas con recursos limitados de microbiología, el diagnóstico se puede retrasar o pasar por alto, con graves consecuencias para el paciente. Esto puede conducir a insuficiencia cardíaca de origen valvular, sepsis, accidente cerebrovascular embólico e incluso la muerte. (6)

El tratamiento de la EI de válvula protésica también presenta desafíos únicos, especialmente en casos causados por bacterias gramnegativas. La selección de antibióticos apropiados es crucial, pero la resistencia

antimicrobiana cada vez más común puede complicar este proceso. Además, a veces puede ser necesario el tratamiento quirúrgico para eliminar el tejido infectado y restablecer la función valvular. (1,6)

Este caso presenta una manifestación poco común de endocarditis aórtica infecciosa protésica causada por *Klebsiella pneumoniae*, que agrega valor al conocimiento médico al proporcionar una descripción detallada de la presentación clínica y un diagnóstico preciso del agente etiológico. Además, el seguimiento durante el tratamiento ofrece información valiosa sobre la respuesta terapéutica y la necesidad de intervención quirúrgica. Sin embargo, la disponibilidad limitada de pruebas microbiológicas avanzadas puede haber afectado la velocidad del diagnóstico. Por otra parte, la generalización de los hallazgos de un solo caso puede ser limitada, lo que resalta la necesidad de estudios adicionales para una mejor comprensión. Asimismo, puede requerirse más que la duración y la finalización del seguimiento para evaluar el pronóstico completo a largo plazo. Al mismo tiempo, la falta de datos comparativos con otros casos similares dificulta la interpretación y contextualización de los resultados. En conclusión, los organismos GN no-HACEK rara vez son responsables de EI; se relacionan principalmente con EI asociada al uso de drogas intravenosas o EI asociada a la atención médica en pacientes con comorbilidades complejas (enfermedad renal terminal, neoplasia). Es fundamental realizar un seguimiento de esta enfermedad ya que conocer este tipo de casos permite determinar las estrategias diagnósticas y terapéuticas del equipo multidisciplinario.

#### Consideraciones éticas

Este informe se redactó siguiendo la declaración de Helsinki. El comité de bioética institucional avaló este trabajo y reconoció esta investigación como segura. Se obtuvo el consentimiento informado por escrito del paciente cuando se trasladó a la sala general.

#### Conflictos de interés

Los autores declaran no presentar conflictos de interés.

(Ver formularios de conflictos de interés de los autores en la web).

#### Financiamiento

Ninguno.

#### Agradecimientos

Al personal de la unidad de cuidados intensivos del Hospital Universitario San Jorge. Pereira, Risaralda, Colombia.

---

#### BIBLIOGRAFÍA

1. Olaya LS, Barriga DS, Sayegh F, Infante-Rovaina G, García-González I, Acuña, KS. Descripción y prevalencia de endocarditis en la población colombiana en el periodo 2015-2020. *Universitas Medica* 2022;63(2). <https://doi.org/10.11144/Javeriana.umed63-2.endo>

2. Apolinário P, Campos I, Oliveira C, Silva C, Arantes C, Martins J, et al. Infective endocarditis: Epidemiology and prognosis. *Rev Port Cardiol* 2022;41:283-94. <https://doi.org/10.1016/j.repc.2021.02.027>
3. Barry M, Bari SA, Akhtar MY, Al Nahdi F, Erlandez R, Al Khushail A, et al. Clinical and Microbiological Characteristics of Infective Endocarditis at a Cardiac Center in Saudi Arabia. *J Epidemiol Glob Health*. 2021;11:435-43. <https://doi.org/10.1007/s44197-021-00013-5>
4. Fowler VG, Durack DT, Selton-Suty C, Athan E, Bayer AS, Chamis AL, et al. The 2023 Duke-International Society for Cardiovascular Infectious Diseases Criteria for Infective Endocarditis: Updating the Modified Duke Criteria. *Clin Infect Dis* 2023;77:518-26. <https://doi.org/10.1093/cid/ciad271>
5. Ioannou P, Miliara E, Baliou S, Kofteridis DP. Infective endocarditis by *Klebsiella* species: a systematic review. *J Chemother*. 2021 Oct;33(6):365-374. doi: 10.1080/1120009X.2021.1888025. Epub 2021 Feb 19. PMID: 33602044.
6. Iung B, Rouzet F, Brochet E, Duval X. Cardiac Imaging of Infective Endocarditis, Echo and Beyond. *Curr Infect Dis Rep*. 2017;19:8. <https://doi.org/10.1007/s11908-017-0560-2>

# El conocimiento total del sistema circulatorio

## *Total Knowledge of the Circulatory System*

JORGE C. TRAININI<sup>1</sup>, MTSAC 

La obra de William Harvey produjo un auge en el estudio del aparato circulatorio, no solo a nivel de su integridad anatómica, sino también en procura de entenderlo como un sistema mecánico. Asimismo estimuló el análisis del proceso respiratorio, con la cosecha de logros que permitieron la comprensión total de la fisiología sanguínea.

La descripción de estos hallazgos comprende a los capilares; los vasos quilíferos; los linfáticos, nuevos estudios anatómicos sobre el corazón y los vasos sanguíneos; el inicio del razonamiento mecánico circulatorio y el estudio bioquímico de la respiración. Si bien su relato sectoriza los conocimientos, debemos saber que todos los fragmentos que implica la comprensión estructurada del tema se fueron dando en forma concomitante hasta llegar al cabal entendimiento del sistema circulatorio.

### MARCELO MALPIGHI Y LOS VASOS CAPILARES

Luego de que Harvey culminara su genial descripción de la circulación de la sangre, todavía quedaba por descubrir un eslabón en su fisiología: el paso de las arterias a las venas. Para que tal hecho sucediera hacía falta algo más que la suposición reflexiva o la visión directa. En tal sentido, el origen del microscopio óptico, si bien Galileo Galilei (Pisa, 1564-1642) fue uno de los primeros en utilizarlo alrededor de 1610, parece corresponder al holandés Zacharias Jansen y a Cornelius Drebbel (1573-1674) en torno a 1590, en forma independiente. Esta construcción se había llevado a cabo mediante la reunión de una lente biconvexa (objetivo) con una bicóncava (ocular).

La aparición del microscopio tiene enorme relevancia para la comprensión de la circulación capilar. El término microscopio fue introducido por Juan Faber (1570-1640), de la *Accademia dei Lincei* (Roma). Si bien hay estudios de los vasos sanguíneos por parte del inglés Thomas Willis (1621-1675), las primeras observaciones aparecen con un escrito de Pierre Borel

(circa 1620-1689) en 1653, *Observationum microscopiarum centuria*.

Pero los grandes microscopistas fueron esencialmente los italianos Marcelo Malpighi (1628-1694) y Lorenzo Bellini (1643-1704); los holandeses Anton van Leeuwenhoek (1637-1680) y Jan Swammerdam (1632-1723); y los ingleses Nehemiah Grew (1641-1712) y Robert Hooke (1635-1703). Este último escribió el primer tratado dedicado exclusivamente a la descripción del microscopio y también a los objetos observados. El libro de Hooke denominado *Micrographia* (1665) detalla la observación de la célula (*cellulae*) en una lámina de corcho.

Marcelo Malpighi o Malpighio nació el 10 de marzo de 1628, paradójicamente el mismo año de la publicación de *De Motu Cordis*, en Crevalcore, cerca de Bologna. Inició estudios de filosofía, para luego abrazar la disciplina médica. Graduado de médico en 1653, fue Profesor de Medicina en Bologna, Pisa y Mesina. En Pisa, conoció a Giovanni Alfonso Borelli (1608-1679), profesor de matemáticas, quien se esmeró en aplicar la experimentación con una integración atomística-mecánica. Fue en el laboratorio de Borelli donde se describieron las fibras espiraladas del corazón hacia 1657. Malpighi volvió a Bologna donde persistió con sus estudios, para ser nombrado posteriormente archiatra del papa Inocencio XII; falleció en Roma el 29 de noviembre de 1694. Su autopsia fue practicada por un famoso médico, Giorgio Baglivi (1668-1707).

Su obra, basada en la visión a través del microscopio, fue notable. En uno de sus primeros escritos, junto con el microscopista Carlo Fracastori (muerto en 1672), describió el eslabón que faltaba para que la circulación fuese completa: la circulación capilar. Si bien en el texto de Harvey *De Motu Cordis* se realiza cierta referencia a las *carnis porositates*, se estaba lejos de darle el significado fisiológico que realmente ofreció Malpighi. Su escrito *De pulmonibus observationes anatomicae*, aparecido en Bologna en 1661, cuatro años luego de la muerte de Harvey, consta de excelentes láminas, to-



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

©Revista Argentina de Cardiología

mando como objeto de estudio los pulmones de la rana. Esta circunstancia fue ideal para la descripción de los capilares, ya que los pulmones se hallan provistos en su superficie de capilares, siendo un órgano dotado de transparencia. También los comprobó en el mesenterio. Por su parte Franz de le Boë "Sylvius" (holandés, 1614-1672), sugirió que los capilares constan de una sola túnica, ya que sería, de otra forma, imposible la trasudación a través de ellos.

Borelli, que era fisiólogo iatromecánico, había introducido en Malpighi el concepto de experimentación y del modelo físico-matemático en biología. En su investigación Malpighi efectuó la inyección de agua en la arteria pulmonar y la recogió en las venas pulmonares, como demostración de la existencia del sistema capilar. El mismo dice textualmente de Borelli: "*Él se complació en encaminarme al estudio de la filosofía libre y demócrita, y a ello debo el progreso que yo he logrado filosofando*". Su obra fue diversa y amplia. Estudió el desarrollo embrionario, la estructura dental, el hígado, riñón, bazo, las plantas y los insectos. En el erizo, efectuó la descripción de los glóbulos rojos en el texto *Exercitatio omento, pinguedine et adiposis ductibus* (Bologna, 1665), aunque no profundizó en su conocimiento, hechos que estarían reservados a Swammerdam (trabajos en rana) y fundamentalmente a Leeuwenhoek. Recordemos que en 1658 el alemán Athanasius Kircher (1602-1680), en estudios realizados sobre la peste, había hallado a los glóbulos rojos, pero pensó que eran la causa de esta enfermedad, sin vislumbrar su significación.

Anton van Leeuwenhoek tuvo activa participación en el desarrollo del estudio microscópico. Fue construc-

tor de sus propios lentes, logrando hasta 300 aumentos en sus microscopios. No siendo médico, su labor se apoyó en el interés por la óptica. En 1688 realizó un estudio completo de los glóbulos rojos, y estudió además la circulación capilar en las membranas de los palmípedos y en el mesenterio de la rana. También logró observar la contextura reticular del músculo cardíaco. Sus trabajos fueron divulgados por la Royal Society de Londres.

La comprobación visual de la circulación sanguínea habría de corresponder a Lázaro Spallanzini. De profesión sacerdote, nació en Scandiano, cerca de Módena, en 1729, y fue profesor en esta última ciudad y Pavia. Escribió varias obras, entre ellas *Del azione del mori ne'vasi sanguigni* (Módena, 1768) y *De fenomeni della circolazione* (Módena 1777).

En 1771 observó en un embrión de pollo a los hematíes circulando de las arterias a las venas. Su relato en 1773, describe el hecho con estas palabras: "*La habitación donde me encontraba no tenía la suficiente luz, y queriendo de todos modos satisfacer mi necesidad, decidí examinar el huevo a la luz directa del sol. Una vez dispuesto el huevo en la maquineta de Lyonnet, pronto le dirigí la lente y, no obstante la gran claridad que le rodeaba, pude, agudizando la vista, ver correr la sangre por el circuito completo de los vasos umbilicales, arteriales y venosos. Preso entonces de inesperada alegría exclamé eureka! eureka!*".

Spallanzini investigó además del proceso circulatorio, la generación de los seres vivos, la digestión y la función respiratoria. Su frase: "*La voz de la naturaleza debe prevalecer sobre la de la filosofía*" demuestra su altura científica. Murió en Pavia en 1799.

# Breve historia de la Cardiología argentina, de la Sociedad Argentina de Cardiología y de la formación en la especialidad\*

## *Brief History of Argentine Cardiology, Argentine Society of Cardiology and Training in the Specialty*

AMANDA GALLI<sup>1</sup>

### RESUMEN

La Cardiología argentina comienza a desarrollarse en la primera década del siglo XX con la publicación de los libros de los profesores Abel Ayerza y Francisco Arrillaga. El primer electrocardiograma llega en 1912, por iniciativa de Bernardo Houssay. En 1934 aparece la Revista Argentina de Cardiología. En 1937 se funda la Sociedad Argentina de Cardiología (SAC). Las actividades científicas consistían en la presentación de trabajos y discusión de pacientes. El primer Congreso Mundial de Cardiología se celebra en París en 1950 y en 1974 el VII Congreso Mundial de Cardiología se realiza en Buenos Aires organizado en forma conjunta por la SAC y la Federación Argentina de Cardiología.

En 1946 se crea la primera residencia de Cardiología. En 1978 se inician en la SAC los Ciclos de Actualización y Jornadas de Avances en Cardiología; en 1980 se comienza a dictar el Curso Biannual de Cardiología. A partir de 1992 y hasta 2005 este curso forma parte de la Carrera de especialista en Cardiología de la Universidad de Buenos Aires, UBA (Cardiología I y II). En 2005 la UBA decide que todas las carreras de especialización deben tener sede en un servicio hospitalario. Actualmente el Curso Biannual es una contribución a la formación teórica de los residentes. Participan 79 residencias de todo el país lo que significa, en promedio, unos 300 residentes como alumnos por año. A partir de la Ley de Educación Superior (1995) solo las Universidades pueden entregar títulos de médico especialista. La tendencia actual es la articulación entre Residencia y Carrera Universitaria.

**Palabras clave:** Desarrollo de la cardiología argentina - Formación de cardiólogos

### ABSTRACT

In Argentina, the development of cardiology started in the first decade of the 20th century with the publication of books by Professor Abel Ayerza and Professor Francisco Arrillaga. The first electrocardiograph arrived in 1912, at the initiative of Bernardo Houssay. In 1934, the Argentine Journal of Cardiology appeared. The Argentine Society of Cardiology (SAC) was founded in 1937. The scientific activities consisted in presenting papers and clinical cases. The first World Congress of Cardiology was held in Paris in 1950. The VII World Congress of Cardiology was held in Buenos Aires in 1974, jointly organized by the SAC and the Argentine Federation of Cardiology.

In 1946 the first residency in cardiology was created. In 1978, the SAC started the Cycles of Update Courses and Conferences on Advances in Cardiology, while the Biannual Course on Cardiology started in 1980. From 1992 to 2005, this course was part of the Cardiology Specialist Course of the University of Buenos Aires, UBA (subjects Cardiology I and II). In 2005 the UBA decided that all specialization courses be held in a hospital facility with a department of cardiology. Currently, the Biannual Course is a contribution to the theoretical training of residents. Seventy-nine residency programs nationwide participate in the course, which means, on average, about 300 residents as students per year. Since the enactment of the Higher Education Law (1995), only the universities are allowed to grant specialist degrees. The current trend is the integration between residency programs and university courses.

**Key words:** Development of Argentine cardiology - Training of cardiologists.

La Cardiología es una especialidad clínica, emergente de la Clínica General (Medicina Interna), destinada a la promoción de la salud cardiovascular y a la prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación de las afecciones del sistema circulatorio en todas las etapas de la vida. Aunque la literatura cardiológica tiene más

de 370 años (Harvey, 1628), la Cardiología como especialidad clínica separada de la Medicina Interna tuvo sus primeras expresiones a partir de 1950. (1)

Diversos autores coinciden en establecer el nacimiento de la Cardiología argentina con la descripción del cuadro broncopulmonar cianótico en la insuficiencia

REV ARGENT CARDIOL 2024;92:385-388. <http://dx.doi.org/10.7775/rac.es.v92.i5.20821>

Dirección para correspondencia: E-mail: [amandaelisagalli@gmail.com](mailto:amandaelisagalli@gmail.com)

\* Amanda Galli con base en Demartini A. Historia de la Sociedad Argentina de Cardiología. Desde su fundación hasta 1969. SAC. Buenos Aires. 1987



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

©Revista Argentina de Cardiología

<sup>1</sup> Sociedad Argentina de Cardiología. Área de Docencia.

cardíaca (“cardíacos negros”) realizada en 1909 por el profesor Abel Ayerza; su discípulo, Francisco Arrillaga, publicó en 1912 lo que podría considerarse el primer libro argentino de cardiología: *Esclerosis secundaria de la arteria pulmonar (cardíacos negros)*.

La llegada al país de los primeros electrocardiógrafos significó un impulso muy importante para el desarrollo de la Cardiología nacional. El primer electrocardiógrafo se importó en 1912, por iniciativa del Profesor Bernardo Houssay para ser usado en la cátedra de Física Médica de la Facultad de Medicina de la Universidad de Buenos Aires. En 1915 el Dr. Francisco Arrillaga publicó su libro *La importancia clínica del electrocardiograma*, y se inició así el uso regular del método. El Dr. Tiburcio Padilla publicó en 1924 su libro sobre electrocardiografía y en 1933 el Dr. Antonio Battro presentó el suyo, *Arritmias*.

La Cardiología experimental ocupaba un sitio de privilegio en el Instituto de Fisiología de la Facultad de Medicina de la Universidad de Buenos Aires, a cargo del profesor Bernardo Houssay, mientras que la Cardiología clínica se desarrollaba en las salas de Clínica Médica de los hospitales públicos y universitarios del país. En el Hospital de Clínicas de Buenos Aires, la enseñanza de la Cardiología tenía lugar en las cátedras de los profesores Castex, Merlo y Padilla. Este Servicio se destacó rápidamente por sus aportes en semiología y fisiopatología cardiovascular. Los doctores Pedro Cossio e Isaac Berconsky realizaron en 1932 el primer cateterismo en América y tercero en el mundo.

En la Ciudad de Buenos Aires, se destacó la sala XII del Hospital José Ramos Mejía, a cargo del Dr. Rafael Bullrich; a su gestión se debió la creación en 1934 de los denominados Dispensarios de Asistencia al Cardíaco dependientes de la Asistencia Pública de la Ciudad de Buenos Aires. Estos dispensarios dieron origen a los actuales servicios municipales de cardiología. Dos médicos que trabajaban con el Dr. Rafael Bullrich serían trascendentes en el desarrollo de la especialidad: los Dres. Eduardo Braun Menéndez y Blas Moia. Cuando el primero se orientó definitivamente a la investigación al lado del Prof. Bernardo Houssay, el Dr. Blas Moia quedó a cargo del área de Cardiología y en 1932 asumió la responsabilidad de dirigir la revista “Archivos Médicos del Hospital Ramos Mejía”, germen de la Revista Argentina de Cardiología que apareció en 1934 por iniciativa de Moia y Braun Menéndez. La Revista Argentina de Cardiología fue la séptima especializada en corazón en el mundo y la primera en contar con resúmenes en inglés, francés y alemán.

El 9 de abril de 1937, en una asamblea realizada en el Instituto de Fisiología de la Facultad de Medicina de la UBA, se creó la Sociedad Argentina de Cardiología, la SAC. (2)

La primera Comisión Directiva quedó integrada por:

- Antonio Battro y Pedro Cossio como secretarios
- Eduardo Braun Menéndez como tesorero
- Blas Moia y Alberto Taquini como vocales

- Oscar Orías como delegado ante la Revista Argentina de Cardiología.

La Revista Argentina de Cardiología pasó a ser el órgano oficial de la SAC.

Las actividades científicas consistían en la presentación de trabajos y discusión de pacientes.

El primer Congreso Mundial de Cardiología se celebró en París en 1950, y fue su presidente el profesor Charles Laubry. Durante este congreso se aprobaron los estatutos de la Sociedad Internacional de Cardiología, y solo dos años después, en 1952, se realizó en Buenos Aires el II Congreso Internacional de Cardiología presidido por el Dr. Pedro Cossio.

Particularmente interesante es el relato que hace el Dr. Alberto Demartini sobre la organización del Primer Congreso Argentino de Cardiología. (3) En 1954 la Comisión Directiva de la SAC aceptó la propuesta del Dr. Rodolfo Romero sobre la organización de un congreso nacional pero resultó que “*tal denominación no era permitida por el Gobierno Nacional de ese momento ya que, por una resolución del Poder Ejecutivo Nacional, esa denominación sólo podrían usarla los eventos promovidos por el Gobierno o por el partido político oficial. Por lo tanto, debían llamarse “Jornadas”*”. El Primer Congreso Argentino de Cardiología (denominado *Jornadas*) se realizó en Mar del Plata en marzo de 1955 siendo su presidente el Dr. Fernando Battle. Asistieron cerca de 300 cardiólogos, muchos de ellos del interior del país. En octubre de 1957 se realizaría el II Congreso Argentino de Cardiología en la ciudad de Mendoza.

En 1974, en Buenos Aires, tuvo lugar el VII Congreso Mundial de Cardiología organizado en forma conjunta por la SAC y la Federación Argentina de Cardiología (FAC) que había sido fundada en 1965 como *Sociedad de Sociedades*.

Asistieron 10.000 cardiólogos de todo el mundo y se presentaron 2400 trabajos científicos, A partir de este hito y en su homenaje es que se contabilizan los 50 años de nuestro Congreso, que se lleva a cabo anualmente hasta la actualidad.

El Dr. Francisco J. Romano, presidente del VII Congreso Mundial de Cardiología, afirmaba:-

*“En su gran mayoría, los que se inscriben en un congreso lo hacen para conocer los últimos adelantos y elaborar, sobre temas en controversia, sus propias conclusiones. Se toma también conocimiento de los errores y de las falencias en métodos, doctrinas y terapéuticas. Se esbozan las posibilidades para el futuro. Y toda esta tarea didáctica no es ya patrimonio exclusivo de un determinado conferencista. La conferencia magistral y los temas libres van dejando paso a simposios y mesas redondas. En ellos cada uno expone su pensamiento, no lo impone. La mesa redonda trata de buscar casi siempre en sus conclusiones un pensamiento que se acerque a la síntesis unitaria de lo expuesto por cada uno de sus integrantes. La docencia del Congreso permite captar en pocas horas, lo que llevaría días o semanas de lectura*

y meditación. No debe tampoco olvidarse que la acción didáctica se ensancha y afirma cuando se suman las experiencias y estadísticas de diferentes países". (4)

Alfredo Buzzi y Ricardo Gelpi, (5) en relación con la enseñanza de la cardiología en el Hospital de Clínicas refieren que:

*"No es casual que durante el período comprendido entre finales del siglo XIX y comienzos del siglo pasado, la medicina argentina viera surgir y brillar figuras de alto nivel científico. Para que esto ocurriera debieron combinarse circunstancias propicias, que esencialmente consistieron en los magníficos progresos de la ciencia y la medicina europeas durante la segunda mitad del siglo XIX y el clima de orden institucional y la prosperidad y estabilidad que en nuestro país siguieron a la organización nacional. Abel Ayerza fue uno de los primeros médicos argentinos en hacer que nuestra clínica trascendiera las fronteras nacionales"*.

La historia de la formación de médicos cardiólogos es paralela al desarrollo de la especialidad. La primera institución que contó con médicos residentes fue la sala IV del antiguo Hospital de Clínicas, sede del Instituto de Semiología. Era su profesor titular el doctor Tiburcio Padilla quien, por sugerencia de su discípulo, Pedro Cossio, introdujo en 1944 los cargos de médico residente menor y mayor, a los que podían acceder los ex practicantes internos del hospital una vez alcanzada la graduación. Lo que fue inicialmente un ensayo adoptó luego un carácter definitivo cuando el Consejo Directivo de la Facultad de Medicina (UBA) sancionó, en diciembre de 1952, una ordenanza reglamentando las tareas y responsabilidades de los residentes. Esta primera residencia en Clínica Médica de la Argentina estuvo fuertemente ligada a personalidades vinculadas a la Cardiología.

La formación clínica requería la presencia de los estudiantes en los hospitales, bajo la estrecha supervisión de sus profesores.

*"...la enseñanza clínica debe ser rigurosamente individual. Se alcanza por la asistencia reiterada y persistente de pacientes, a los que se debe observar minuciosamente, con técnica exacta y segura, empleando todos los recursos con una crítica rigurosa. Esto sólo puede hacerse en el hospital."* Houssay B, 1927. (6)

El Dr. Houssay estaba muy bien informado acerca de las tendencias internacionales en la formación médica y en el desarrollo de la profesión. Advertía que la tendencia hacia la especialización era una corriente emergente: nuevos perfiles profesionales y nuevas instituciones (como clínicas especializadas), lo que tenía impacto en la educación médica. La formación de especialistas en un sistema de residencias hospitalarias, posterior a la adquisición del título de grado, era el modelo por seguir.

En 1946, al inaugurarse el Pabellón Luis H. Inchauspe, en el hospital Ramos Mejía de la Ciudad de Buenos Aires, se creó la primera residencia de Cardiología. Su primer jefe fue el Dr. Blas Moia. El modelo se

expandió inicialmente en los hospitales públicos de las grandes ciudades del país y en los centros vinculados a las sedes universitarias.

Después de la formalización del sistema de residencias médicas en 1960, cuando la Secretaría de Estado de Salud Pública aprobó la Resolución N°1778, se produjo la explosión de centros formadores en instituciones públicas de las distintas jurisdicciones, en instituciones privadas de gran prestigio, hospitales de comunidades y de las Fuerzas Armadas.

La residencia médica fue definida en un principio como *"un sistema de educación profesional para graduados en escuelas médicas, con capacitación en servicio, a tiempo completo y en un plazo determinado, a fin de prepararlos para la práctica integral, científica, técnica y social de una especialidad"*. (7)

Más tarde fue redefinida como *"un sistema educativo del graduado reciente que tiene por objeto completar su formación integral ejercitándolo en el desempeño responsable y eficaz de la disciplina correspondiente"*. (8)

Hoy existen en nuestro país aproximadamente 200 programas de residencias en los que se forman los médicos especialistas en Cardiología.

La Ley de Educación Superior (LES) N° 24.521/95 establece – artículo 40- que

*"corresponde exclusivamente a las instituciones universitarias otorgar el título de grado de licenciado y títulos profesionales equivalentes, así como los títulos de posgrado de magister y doctor"*.

El título de especialista – que no figura en la LES – está incluido en los Estándares para la acreditación de Especializaciones Médicas, Bioquímicas, Farmacéuticas y Odontológicas. (9) y el título de especialista sólo puede ser otorgado por las universidades previa acreditación de la carrera por la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU). A partir de la LES, la tendencia en la formación de los médicos especialistas es la articulación entre las residencias médicas y las carreras de especialización organizadas por las universidades y que son evaluadas y acreditadas periódicamente por la CONEAU. Sólo los títulos universitarios tienen validez nacional y son reconocidos internacionalmente.

La SAC - Área de Docencia- participó activamente en la elaboración de los estándares para la acreditación de las residencias de Cardiología: elaboró un documento que aportó al Ministerio de Salud de Nación para la construcción del Marco de Referencia. La posición original de SAC fue publicada en la Revista Argentina de Cardiología. (10,11)

En agosto de 1978 se iniciaron, en la SAC, los Ciclos de Actualización y Jornadas de Avances en Cardiología: las clases teóricas se dictaban en el Área Educacional de SAC a partir de las 17 horas y la formación práctica se desarrollaba en los centros de cardiología de la Ciudad de Buenos Aires de 8 a 16 horas.

En 1980 se comenzó a dictar el Curso BIANUAL de Cardiología: viernes de 17 a 23 horas y sábados de 8 a 14 horas. Todas las clases se grababan en videos que

estaban disponibles para los alumnos que hubiesen perdido alguna clase o que desearan “reparar”. A partir de 1992 y hasta 2005 este curso formó parte de la Carrera de especialista en Cardiología de la UBA (asignaturas Cardiología I y II). En ese año la UBA decidió que todas las carreras de especialización debían tener sede en un servicio hospitalario.

El Curso Bianual de Cardiología se ofrece desde 1978 como una contribución a la formación teórica de los residentes. En la actualidad participan en él más de 79 residencias de todo el país lo que significa, en promedio, unos 350 residentes como alumnos por año.

A modo de síntesis, como si fuera una línea del tiempo, se mencionan algunos hitos en el desarrollo de la cardiología en nuestro país.

- 1912. Francisco Arrillaga publicó Esclerosis secundaria de la arteria pulmonar (cardíacos negros) que se considera el primer libro argentino de cardiología.
- 1912. Se importa un primer electrocardiógrafo para ser usado en la cátedra de Física Médica de la Facultad de Medicina de la Universidad de Buenos Aires.
- 1934. Creación de los Dispensarios de asistencia al cardíaco. Asistencia Pública de la Ciudad de Buenos Aires.
- 1934. Creación de la Revista Argentina de Cardiología
- 1937. Fundación de la Sociedad Argentina de Cardiología
- 1946. Creación de la primera residencia de Cardiología en el Hospital Ramos Mejía
- 1955. Primer Congreso Argentino de Cardiología (Jornadas)
- 1957. Segundo Congreso Argentino de Cardiología
- 1965. Creación de la Federación Argentina de Cardiología (FAC)
- 1974. Séptimo Congreso Mundial de Cardiología en Buenos Aires
- 1978. Inicio de las actividades docentes en SAC: cursos para residentes y cursos de Educación Continua. Además de las tradicionales actividades científicas tales como los simposios, ateneos y discusión de pacientes.

En 2022 la Academia Nacional de Medicina publicó un libro que presenta a 14 médicos argentinos que mejoraron la medicina del mundo. (12) De cada uno de ellos se presentan datos biográficos, sus aportes científicos y su actividad profesional y docente. En este grupo figuran entre otros Bernardo Houssay, Eduardo Braun Menéndez, Mauricio Rosenbaum, René Favalaro, Juan Carlos Parodi y Julio César Palmaz. Cada uno de ellos hizo aportes trascenden-

tes a la Cardiología, y contribuyó a salvar incontable cantidad de vidas.

¿Qué aportarán los jóvenes cardiólogos argentinos al mundo de hoy? Seguramente algo se estará gestando... en algún centro de investigación, en algún servicio de Cardiología. En condiciones adversas se requiere mucho esfuerzo...

*“La innovación es como la llama de una vela en medio del viento. Las ideas disruptivas tienden a ser eliminadas por nuestra mente que siempre busca una explicación sencilla para todo. Por eso hay que aprender a cuestionar”.* (12)

*“Ante la cantidad de variables a controlar y dada la precariedad de recursos, es fácil comprender los fracasos iniciales. Las dificultades que doblégan a los débiles, a veces, sirven para robustecer a los espíritus preparados.”* (12)

#### Declaración de conflicto de intereses

La autora declara que no tiene conflicto de intereses

(Ver formulario de conflicto de intereses de la autora en la web)

#### BIBLIOGRAFÍA

1. Ministerio de Salud. Subsecretaría de Políticas, Regulación y Fiscalización. Marco de Referencia para la Formación en Residencias Médicas Especialidad Cardiología. Marzo 2015.
2. En diciembre de 2014 fue sancionada por el Congreso la Ley Nacional N° 27.052 que instituye el día 9 de abril de cada año como “Día de la Cardiología Argentina”
3. Demartini A. Historia de la Sociedad Argentina de Cardiología. Desde su fundación hasta 1969. Edición de la SAC. Buenos Aires. 1987. Pag 68.
4. El VII Congreso Mundial de Cardiología. Editorial. Disponible en: <http://www.old2.sac.org.ar/wp-content/uploads/2015/03/PDFs201503/1693.pdf>
5. Buzzi A, Gelpi RJ. Aspectos históricos de la enseñanza de la cardiología clínica en el antiguo Hospital Nacional de Clínicas (1901-1956) Rev Argent Cardiol 2011;79:442-6.
6. Houssay B. Problemas y orientaciones de la medicina moderna. Conferencia dada en el Ateneo del Centro de Estudiantes de Medicina de Buenos Aires el 19 de octubre de 1927. En: Barrios Medina A, Paladini A. Escritos y discursos del Dr Bernardo A. Houssay. Buenos Aires: EUDEBA; 1989. p. 44-59.
7. Secretaría de Estado de Salud Pública. Resolución Ministerial N° 1778-61.
8. Ministerio de Salud Pública. Resolución N° 389-89 derogada por la Resolución 323/2002 en la que se mantiene exactamente la misma definición.
9. Ministerio de Educación Resolución N° 2643/19
10. Roiter H, Alves de Lima A, Galli A, Migliore R, Guevara E, Grancelli H, y cols. Formación del médico cardiólogo a través del sistema de residencia: una propuesta del Área de Docencia de la SAC. Rev Argent Cardiol 2015;83:236-40. <http://dx.doi.org/10.7775/rac.es.v83.i3.5803>
11. Atamañuk A, Galli A, Ahuad Guerrero A, Roiter H, De Molleín D, Grancelli H. Especialista en cardiología: diferentes caminos, ¿iguales resultados? Rev. Argent. Cardiol 2012;80:152-6.

# Del estudio observacional y el ajuste a la decisión clínica. Parte 2

## From Observational Studies and Adjustment to Clinical Decision. Part 2

ARTURO CAGIDE<sup>1</sup>, MTSAC

### RESUMEN

En esta segunda parte de la revisión sobre el análisis de estudios observacionales nos referimos a cada uno de las herramientas con que contamos, sus ventajas y desventajas comparativas. Y concluimos con la interpretación de los resultados de los estudios que nos sirvieron de ejemplo en la parte inicial.

**Palabras clave:** Estudios observacionales - Análisis multivariado - Ajuste

### ABSTRACT

In this second part of the review on the analysis of observational studies, we refer to each of the tools we have available, their comparative advantages and disadvantages. And we conclude with the interpretation of the results of the studies that served as examples in the initial part.

**Key words:** Observational studies - Multivariate analysis - Adjustment

Continuamos en esta segunda parte con la explicación de los métodos estadísticos, desde los más usuales hasta los más novedosos, para el análisis de estudios observacionales.

### Score de propensión (Propensity Score, PS)

El objetivo de esta metodología estadística es igualar los confundidores de modo que resulten balanceados entre los grupos con intervención y control.

La Figura 1 ilustra el procedimiento. Como primer paso se estima estadísticamente la asociación entre los confundidores (ahora variables independientes) y la exposición (ahora variable dependiente), empleándose también en este caso el análisis multivariado (regresión logística).

De su resultado se deriva el **score de propensión o propensity score (PS)** que es la probabilidad de quedar expuesto a la intervención, ajustando por la presencia de los confundidores.

Una ventaja que ofrece el PS sobre el análisis multivariado es que el número de las variables independientes no será limitado por la prevalencia del tratamiento, ya que este, intervención o factor pronóstico, a diferencia del *outcome*, siempre tendrá suficiente número de observaciones. (1)

Hay cierto debate acerca de qué variables deben incluirse en el cálculo del PS. En general deberían ser todas aquellas que el investigador considera que condicionan un determinado tratamiento o intervención. En principio las variables determinantes del *outcome* deberían también incluirse. (2,3)

El problema, como en cualquier análisis multivariado, es que solo se consideran las variables independientes conocidas y disponibles, de modo que el PS puede presentar defectos en la predicción de la exposición al tratamiento o intervención como resultado de esa situación.

Para la evaluación del modelo en el cálculo del PS puede aplicarse la curva ROC y, si bien hay discrepancias en el valor a considerar como adecuado, la mayoría de los autores lo ubican en un área bajo la curva de 0,80.

Desde aquí, existen varios procedimientos para evaluar la asociación de la intervención con el punto final. (4) (Figura 1)

### a) Apareamiento

Siguiendo la metodología anterior, cada individuo quedará caracterizado, según sus características basales o confundidores, por un determinado PS. Algunos individuos del grupo intervención tendrán similar PS que los

REV ARGENT CARDIOL 2024;92:389-395. <http://dx.doi.org/10.7775/rac.es.v92.i5.20823>

Recibido: 06/06/2024 - Aceptado: 02/08/2024

Dirección para correspondencia: Arturo Cagide. E-mail: [arturo.cagide@hospitalitaliano.org.ar](mailto:arturo.cagide@hospitalitaliano.org.ar)



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

©Revista Argentina de Cardiología

1 Hospital Italiano de Buenos Aires

del control, de modo que es posible aparear pacientes de ambos grupos según su PS. (Figura 2)

Se genera de esta forma una subpoblación (apareada) cuyos confundidores estarán balanceados entre ambos grupos de tal forma que ya no influyan en la estimación de la asociación de la intervención con el *outcome*.

Ahora bien, un número significativo de individuos de ambos grupos, tratados y no tratados, será excluido al no disponerse del correspondiente par. Ese número de excluidos se relaciona en forma directa con el grado de desbalance de confundidores entre ambo grupos de la muestra original del estudio.

De este modo, la conclusión del estudio y su traslado a la práctica, se limita exclusivamente a la muestra apareada, sin poder generalizarse a la totalidad de la población.

**b) Análisis multivariado y PS**

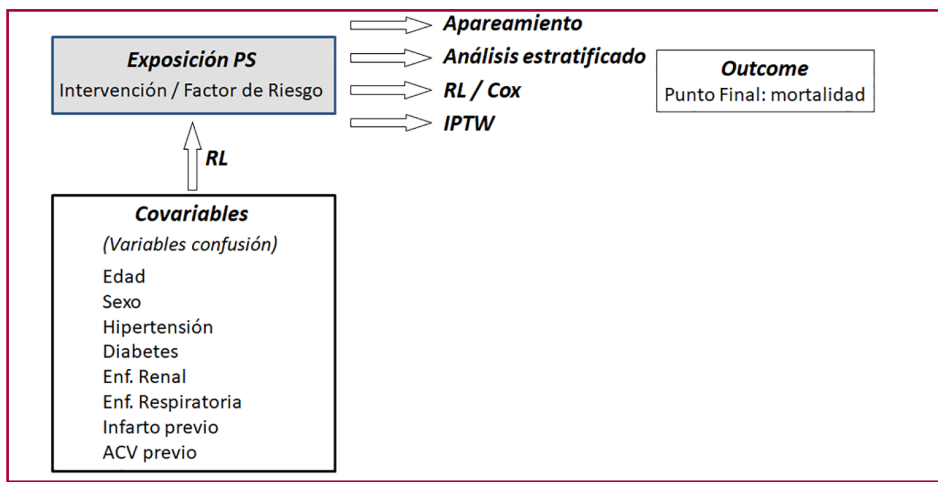
Es posible efectuar un análisis de este tipo incluyendo como variables independientes la intervención (o el

criterio pronóstico según el caso) y, además, el PS, que en este caso representa la totalidad de los confundidores analizados.

**c) Análisis estratificado**

Con este método, al igual que con el análisis multivariado, se incluyen la totalidad de los individuos del ensayo. El procedimiento consiste en conformar estratos según el PS y en cada uno de ellos estimar la asociación entre la variable de exposición y el *outcome*, para luego obtener un resultado global como expresión de esa asociación. (Figura 3)

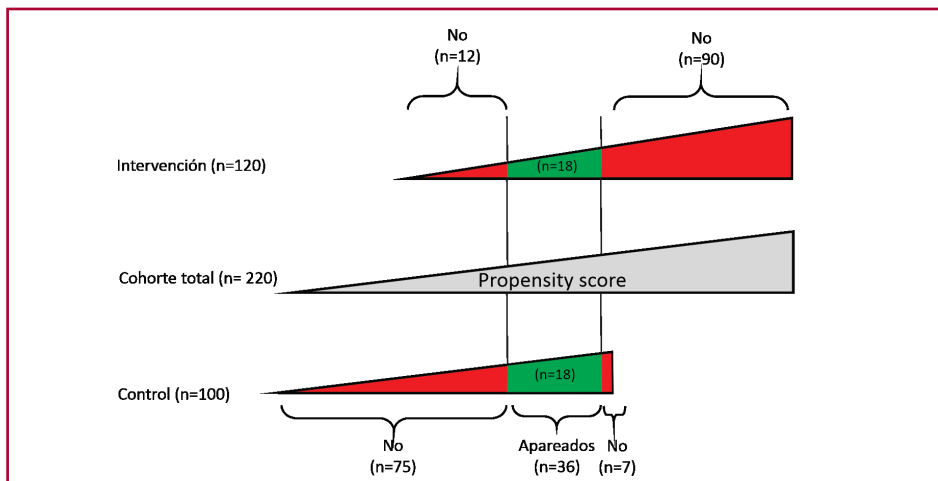
El análisis estratificado habitual para el balance de confundidores presenta la dificultad de ajustar solo algunas variables, ya que el número de estratos se eleva exponencialmente al incorporar numerosos criterios con pocas observaciones en cada uno de ellos. Aplicando la estratificación según PS se incorporan todas las características basales de interés, es decir de confundidores.



ACV: accidente cerebrovascular; IPTW: inversa de la probabilidad ponderada de tratamiento; RL: regresión logística

**Fig. 1. Score de propensión (PS) y análisis derivados**

El objetivo final del estudio es, como el de la Fig. 4 (Parte 1), estimar la posible asociación de la exposición con el *outcome*. Previamente se analiza la asociación de los confundidores con la exposición y se calcula el PS. Desde allí, el PS permite, aplicando diferentes metodologías estadísticas, estimar la asociación independiente de la exposición con el *outcome*.



**Fig. 2. Apareamiento**

Ejemplo teórico de un estudio de 220 pacientes, 120 con intervención y 100 controles. Se grafica, en una escala de valores crecientes, el PS de toda la muestra (centro), de los individuos intervenidos (superior) y de los controles (inferior). Cada individuo con intervención se aparea con un control con igual o muy cercano PS. Se integran 18 pares; la muestra se reduce a 16 % del número original. (36/220). En la muestra apareada los confundidores de ambos grupos, intervención y control, quedan "balanceados".

**d) Inversa de la probabilidad ponderada de tratamiento (IPTW)**

Este procedimiento, a diferencia del apareamiento, pero al igual que el análisis estratificado, incluye la totalidad de la muestra en estudio.

Ahora bien, mientras que con el apareamiento el ajuste se logra reduciendo la población hasta que los confundidores se igualen en los grupos a comparar, con la IPTW ese objetivo se alcanza incrementando mediante una argucia matemática dicha población con individuos con similar tasa de confundidores. (5)

La Figura 4 es un ejemplo teórico que compara un grupo con intervención con un grupo control. La edad,

dicotomizada en <50 y ≥50 años, es para este ejemplo, el único confundidor. En el grupo intervenido hay cuatro individuos, 3 con <50 años y 1 con ≥50 años; en el control hay 5, 1 de <50 y 4 ≥50 años.

Se debe ajustar la edad para que ambos grupos puedan ser comparados en cuanto a un determinado *outcome*, supongamos mortalidad. Para ello en cada uno se estima el PS según se detalló anteriormente el cual seguramente será diferente en cada individuo.

Si se aplicara la estrategia de apareamiento, se podrían integrar dos pares de 2 pacientes cada uno, tratado y control, (Figura 4) que compartieran similar PS: la muestra quedaría limitada a solo 4 individuos.

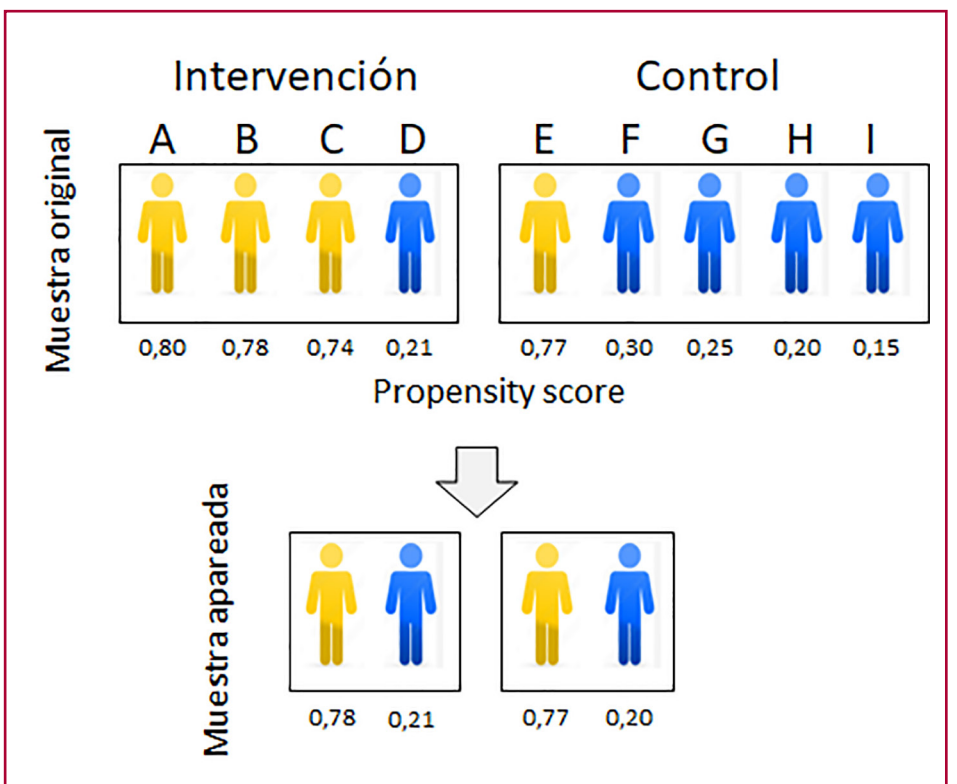
**Fig. 3. Análisis estratificado**

Se agruparon los individuos en quintiles según su PS. En cada uno de ellos se estimó el riesgo relativo (RR) para el outcome (por ejemplo, mortalidad). Luego se calcula el RR de la muestra ajustado por PS, y con ello de las variables de confusión incluidas en él.

PS (quintiles)	Outcome		RR
	Intervención	Control	
1°	%	%	1°
2°	%	%	2°
3°	%	%	3°
4°	%	%	4°
5°	%	%	5°

**Fig. 4. Apareamiento**

Ejemplo teórico de un estudio que compara la intervención (4 individuos) con el control (5 individuos). En cada uno se calculó el PS. La variable de confusión es la edad: amarillos <50 años, azules ≥50 años. Para ajustar la edad se aparean individuos de cada grupo con valores similares de PS. La muestra original de 9 se reduce a 2 pares (4 individuos) La muestra, ajustada para edad, ha quedado significativamente reducida en su número.



Veamos ahora el ejemplo de la Figura 5.

A diferencia de la Fig. 4, supongamos ahora que hay nuevamente un solo confundidor, la edad.

La probabilidad de recibir intervención (es decir el PS) con <50 años es 0,75, y con ≥50 años 0,20.

Obsérvese que con igual probabilidad de intervención (PS = 0,75), 3 con <50 años recibieron intervención y solo 1 control; a su vez con ≥50 años y la misma probabilidad de intervención (PS = 0,20) y de control (1-PS = 1-0,20 = 0,80) 4 recibieron control y solo 1 intervención

Aplicando IPTW:

- **<50 años:** la inversa de la probabilidad de recibir tratamiento es 1,33 (1/0,75): cada individuo intervenido de <50 años ahora quedará representado por 1,33, de modo que la suma de todos ellos es 4. La inversa de la probabilidad de control es 4 (1/1-0,75) (la probabilidad de control es 1 menos la probabilidad de intervención, (1-PS): el único individuo de < 50 años del grupo control quedara representado por 4 (Figura 5).
- **≥50 años:** la inversa de la probabilidad de intervención es 5 (1/0,20): en el grupo intervención el único individuo de ≥50 años será representado por 5. La inversa de la probabilidad de control es 1,25 (1/1-0,20): cada individuo del control con ≥50 años quedará representado por 1,25, de modo que la suma de todos ellos es 5.

Obsérvese que en la muestra original la relación de los individuos de <50 años con y sin tratamiento era 3

a 1, quedando, luego de aplicar IPTW, totalmente igualada en 4. A su vez, en ≥50 años con y sin tratamiento la relación original de 1 a 4 quedó igualada en 5.

De modo que mediante la IPTW se alcanza una pseudo randomización al generar una **pseudo población** en la cual el ajuste de la variable edad es matemáticamente perfecto. (Figura 5).

La situación descripta, es particular al considerar solamente un solo confundidor: antes del ajuste el PS era igual para todos los individuos de <50 años (0,75); los de ≥50 años también compartían igual PS (0,20).

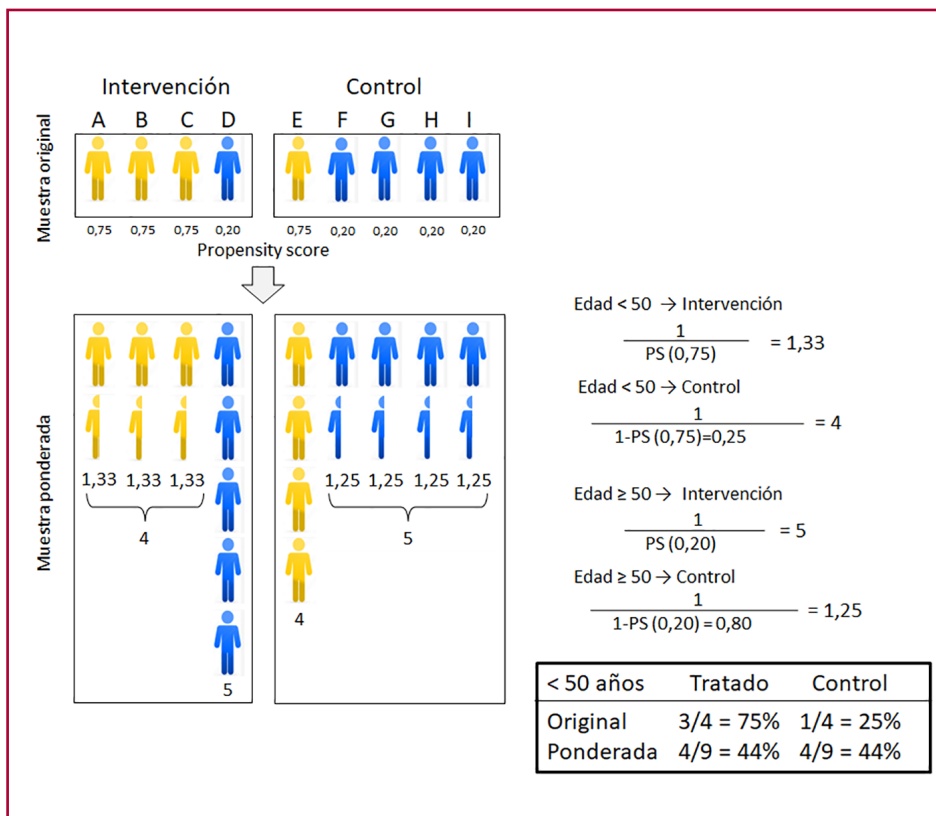
En un contexto real la probabilidad de tratamiento queda condicionada a múltiples confundidores cuyo efecto global queda representado en el PS, el cual será diferente para cada caso (Figura 6).

El ajuste mediante la IPTW es similar a lo explicado a propósito de la Figura 5, aplicando el PS individual de cada paciente. Obsérvese que el ajuste reduce el desbalance, aunque persisten ciertas diferencias en la distribución de la edad entre los grupos con y sin tratamiento, debido a que otros confundidores, además de la edad, condicionan el PS. (6)

La estrategia detallada a propósito de la edad debe aplicarse con todas las variables o confundidores disponibles contemplados en el cálculo del PS.

**Estimando el grado de ajuste**

La precisión del ajuste es un aspecto crítico cuando se aplica la IPTW ya que se incluyen la totalidad de los

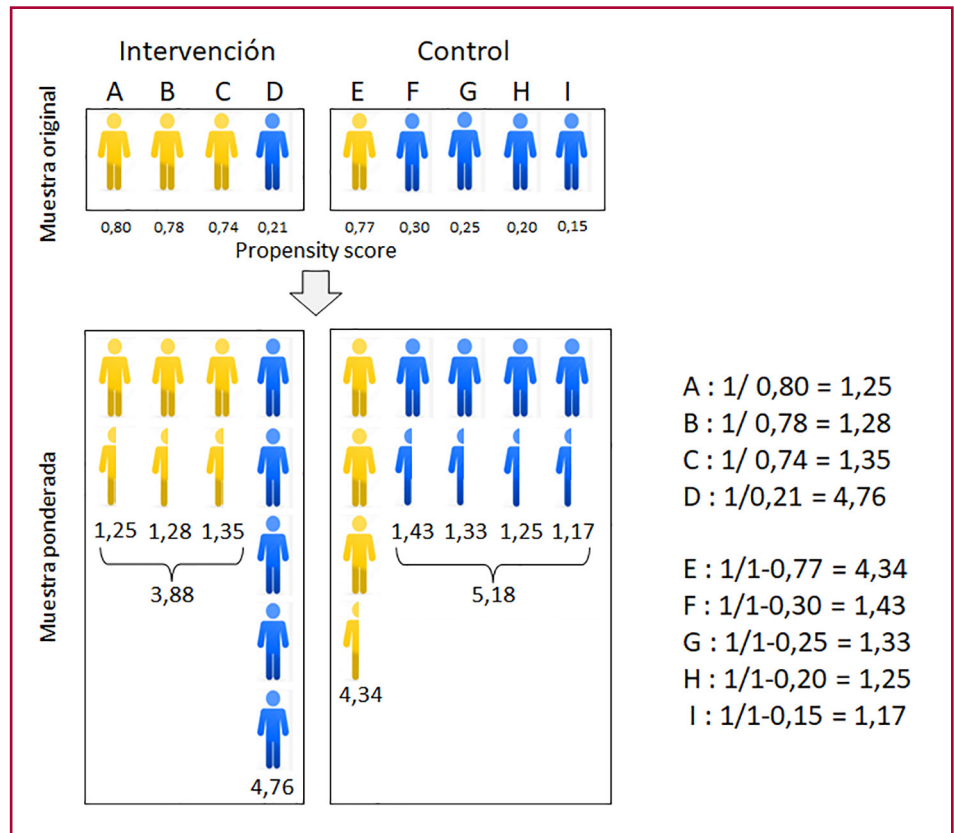


**Fig. 5. Inversa de probabilidad ponderada de tratamiento (IPTW)**

En la parte superior se presenta la condición de la Fig. 8. Se pretende ajustar la edad (que en este ejemplo teórico es el único confundidor existente), dicotomizada en < 50 (amarillo) y 50 años (azul). Con <50 años la probabilidad de intervención, igual en todos los individuos, es 3/4 = 0,75; con 50 años la probabilidad de intervención, también igual en todos, es 1/5 = 0,20. Las probabilidades calculadas en este caso teórico surgidas de un simple cálculo matemático, constituyen el PS. (La probabilidad de recibir control será 1 - PS) Las fórmulas indican cómo se calcula la IPTW, a partir del cual se estima cómo quedará representado cada individuo en los grupos intervención y control. EL cuadro muestra la distribución de la edad antes y después del ajuste, que en este caso particular, es perfecta. Explicación en el texto.

**Fig. 6.** Inversa de la probabilidad ponderada de tratamiento (IPTW)

A diferencia del ejemplo anterior las probabilidades calculadas por el PS son diferentes en cada individuo ya que están condicionadas no solo por la edad sino por la totalidad de las variables de confusión. Su cálculo resulta de un análisis de regresión logística de las covariables con el tratamiento recibido, intervención o control. Aplicando igual metodología que en la Figura 9, el ajuste reduce las diferencias, aunque no es matemáticamente exacto. Explicación en el texto.



individuos en estudio, que seguramente presentarán diferencias sustanciales en la prevalencia de múltiples confundidores. En el caso de apareamiento también puede haber desbalance aunque de menor grado.

Para evaluar el grado de ajuste alcanzado usualmente se emplea la diferencia absoluta estandarizada (DAE), es decir la diferencia medida en unidades de desvío estándar, existente para cada una de las variables de confusión luego del ajuste por IPTW. En general se acepta que el margen que asegura que el ajuste fue adecuado es una diferencia <0,10, aunque en ocasiones se extiende a <0,20, lo que de alguna manera quita consistencia a las conclusiones del estudio.

En ocasiones se grafica la DAE antes y después del ajuste lo que indica el desbalance previo y el éxito del ajuste.

La exactitud del PS para estimar la probabilidad de ser intervenido es un condicionante de la metodología de IPTW. Nuevamente las variables confundidoras no incluidas, desconocidas o no contempladas, constituyen un punto crítico del procedimiento estadístico.

### Regresando a los ensayos clínicos desde la perspectiva metodológica

Invitamos a los lectores a volver a la parte 1 de la presente revisión, para entender cabalmente las consideraciones que siguen.

### Ensayo 1 (7)

- Aplicando el ajuste de confundidores por apareamiento del PS, de los 9586 pacientes que comprenden la muestra, el análisis quedó restringido a 1866: 933 con angioplastia (ATC) y 933 con tratamiento médico (TM), es decir 933 pares. Es evidente que había un marcado desbalance respecto a ciertas características basales, y que la ATC fue reservada a un grupo seleccionado, globalmente de buen pronóstico, por lo que la corrección de esas diferencias es crítica en cuanto a la validez del resultado.
- Dicha corrección fue adecuada ya que la diferencia estandarizada fue < 0,05 en la mayoría de las más de 20 variables consideradas
- El HR ajustado del *outcome* mortalidad / infarto no fatal (1,49, TM con respecto a ATC) se calculó en la muestra apareada según el modelo multivariado de Cox, al cual se le incorporaron ciertas variables con la intención de ajustar alguna diferencia remanente.
- El traslado a la clínica de este ensayo queda limitado exclusivamente al grupo de pacientes apareados, 85% del grupo con TM, pero solo el 11% de los del grupo con ATC.

### Ensayo 2 (8)

- En este caso el ajuste se efectuó por IPTW.
- La diferencia estandarizada fue < 0,05 en las 13 variables consideradas (Tabla 2, Parte 1).

- En la Figura 2 además de la diferencia estandarizada se muestra el efecto sobre el *outcome* con un riesgo relativo de 0,72, indicando que los pacientes con estatinas previas tuvieron un 28% menos de insuficiencia cardíaca como complicación del síndrome coronario agudo.

### Ensayo 3 (9)

- El efecto de la intervención se estimó mediante el PS según tres criterios estadísticos. (Tabla 3, Parte 1)
- IPTW (análisis primario): no beneficio de la anticoagulación en CHADS<sub>2</sub> ≤1, pero sí diferencia en las hemorragias mayores, que fueron significativamente más frecuentes con el tratamiento.
- apareamiento y modelo de Cox (análisis secundario y de sensibilidad). El resultado, no beneficio de la anticoagulación con mayor tasa de hemorragias en el CHADS<sub>2</sub> ≤1, fue coincidente con el análisis post IPTW.
- Interesa más allá del resultado en el CHADS<sub>2</sub> ≤1, analizar la Figura 1 (Parte 1), que ilustra la diferencia estandarizada antes y después del ajuste; el límite de 0,1 definió el criterio del grado de ajuste. Obsérvese que en el CHADS<sub>2</sub> ≤1 la diferencia pre ajuste es mucho mayor que en el CHADS<sub>2</sub> = 2, señalando claramente que el primero es un grupo en el cual las variables, probablemente asociadas al tromboembolismo, fueron marcadamente diferentes en los pacientes no anticoagulados (baja prevalencia) en relación con los que no recibieron ese tratamiento (alta prevalencia).

### Ensayo 4 (10)

- Es un estudio pronóstico sobre el riesgo del infarto tipo 2 en relación con el tipo 1 empleando IPTW.
- La diferencia estandarizada se ilustra en un gráfico similar al de la Figura 1 (Parte 1), pero es evidente que ambos gráficos son distintos. En primer lugar el límite de aceptación es <0,2, el doble que en el caso anterior. Pero, además, luego del ajuste las diferencias siguieron siendo elevadas, cercanas a 0,10. Tal vez el tamaño de la muestra en relación con el número de covariables fue incorrecto y con ello el cálculo de PS.
- La conclusión del estudio se ve limitada por un ajuste imperfecto de los confundidores (comorbilidades).

### Ensayo 5 (11)

- El objetivo en este caso no fue evaluar el efecto de una intervención o el valor pronóstico de un nuevo criterio, sino conocer la evolución de la estenosis aórtica. El problema radica en que en un grupo de pacientes la intervención suspendió la evolución espontánea, de modo que el grupo no intervenido puede haber quedado sesgado (mayor riesgo por haber seleccionado la intervención a individuos de menor riesgo) o su inversa (haber seleccionado para el procedimiento los de alto riesgo).

- La IPTW no tuvo por objeto comparar el grupo tratado con el no intervenido, sino ajustar esas poblaciones para luego cotejar la ajustada con la original sin tratamiento. La Tabla 4 (Parte 1) no detalla la diferencia estandarizada, sino que compara la mortalidad de la muestra ajustada con la no ajustada en subgrupos según gravedad de la valvulopatía.
- Para los autores el grupo no intervenido representa la evolución espontánea real de la estenosis aórtica no afectada por la intervención.

## CONCLUSIÓN

Los estudios randomizados constituyen, indudablemente, el mayor nivel de evidencia. Pero son también los de más complejidad y, sobre todo, tiempo de ejecución y costos. Solo unas pocas intervenciones pueden evaluarse por esta metodología.

Los ensayos observacionales, particularmente cuando se dispone de bases de datos prospectivas de gran dimensión, constituyen una opción válida en la evaluación de nuevos criterios pronósticos, o alternativas terapéuticas innovadoras. Es aquí donde la metodología estadística tiene su mayor desafío: corregir variables que pueden afectar la relación en estudio.

Familiarizarse con términos, tablas y gráficos acerca de la estrategia estadística aplicada al efecto es de importancia vital para la toma de decisiones por el clínico. No se trata de comprender la complejidad matemática sino su base conceptual.

No interiorizarse al respecto es quedar condicionado a las opiniones de expertos. Siempre es preferible analizar la información base que recurrir a la interpretada por otros.

### Consideraciones éticas

No aplica

### Declaración de conflicto de intereses

El autor declara que no tiene conflicto de intereses (Ver formulario de conflicto de intereses del autor en la web)

## BIBLIOGRAFÍA

1. Andrew BY, Alan Brookhart M, Pearse R, Raghunathan K, Krishnamoorthy V. Propensity score methods in observational research: brief review and guide for authors. *Br J Anaesth* 2023;131:805-9. <https://doi.org/10.1016/j.bja.2023.06.054>.
2. Deb S, Austin PC, Tu JV, Ko DT, Mazer CD, Kiss A, Fremes SE. A Review of Propensity-Score Methods and Their Use in Cardiovascular Research. *Can J Cardiol* 2016;32:259-65. <https://doi.org/10.1016/j.cjca.2015.05.015>.
3. Benedetto U, Head SJ, Angelini GD, Blackstone EH. Statistical primer: propensity score matching and its alternatives. *Eur J Cardiothorac Surg* 2018;53:1112-7. <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezy167>.
4. Johnson SR, Tomlinson GA, Hawker GA, Granton JT, Feldman BM. Propensity Score Methods for Bias Reduction in Observational Studies of Treatment Effect. *Rheum Dis Clin North Am* 2018;44:203-13. <https://doi.org/10.1016/j.rdc.2018.01.002>.

5. Austin PC, Stuart EA. Moving towards best practice when using inverse probability of treatment weighting (IPTW) using the propensity score to estimate causal treatment effects in observational studies. *Stat Med* 2015;34:3661-79. <https://doi.org/10.1002/sim.6607>.
6. Chesnaye NC, Stel VS, Tripepi G, Dekker FW, Fu EL, Zoccali C, et al. An introduction to inverse probability of treatment weighting in observational research. *Clin Kidney J* 2021;15:14-20. <https://doi.org/10.1093/ckj/sfab158>.
7. Hannan EL, Samadashvili Z, Cozzens K, Walford G, Jacobs AK, Holmes DR Jr, et al. Comparative outcomes for patients who do and do not undergo percutaneous coronary intervention for stable coronary artery disease in New York. *Circulation* 2012;125:1870-9. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.111.071811>
8. Bugiardini R, Yoon J, Mendieta G, Kedev S, Zdravkovic M, Vasiljevic Z, et al. Reduced Heart Failure and Mortality in Patients Receiving Statin Therapy Before Initial Acute Coronary Syndrome. *J Am Coll Cardiol* 2022;79:2021-33. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2022.03.354>
9. Kanaoka K, Nishida T, Iwanaga Y, Nakai M, Tonegawa-Kuji R, Nishioka Y, et al. Oral anticoagulation after atrial fibrillation catheter ablation: benefits and risks. *Eur Heart J*. 2024;45:522-34. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehad798>
10. López-Cuenca A, Gómez-Molina M, Flores-Blanco PJ, Sánchez-Martínez M, García-Narbon A, De Las Heras-Gómez I, et al. Comparison between type-2 and type-1 myocardial infarction: clinical features, treatment strategies and outcomes. *J Geriatr Cardiol* 2016;13:15-22.
11. Génereux P, Sharma RP, Cubeddu RJ, Aaron L, Abdelfattah OM, Koulogiannis KP, et al. The Mortality Burden of Untreated Aortic Stenosis. *J Am Coll Cardiol* 2023;82:2101-9. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2023.09.796>

# En la estenosis aórtica grave sin disfunción ventricular no hay que esperar la aparición de síntomas

*In Severe Aortic Stenosis Without Left Ventricular Dysfunction, do not Wait for Symptoms to Develop*

## AGONISTA

PABLO LAMELAS<sup>1,2</sup> 

## INTRODUCCIÓN

La estenosis aórtica grave es la valvulopatía que más frecuentemente se interviene en países de medios y altos ingresos. (1) Los factores de riesgo para desarrollar estenosis aórtica son similares a los factores de riesgo cardiovascular tradicionales. (2) Sin embargo, los ensayos aleatorizados no han demostrado que el tratamiento con medicamentos, como las estatinas, reduzca la progresión de la enfermedad. (3) Hoy en día contamos con dos formas mecánicas de tratar la estenosis aórtica grave: la cirugía de reemplazo valvular aórtico (CRVAo), y el implante valvular aórtico percutáneo (popularmente conocido por su acrónimo en inglés, TAVI). En nuestro medio indicamos CRVAo o TAVI utilizando guías de alta certeza desarrolladas para Latinoamérica, donde se indica TAVI transfemoral principalmente en poblaciones añosas. (4)

Existe consenso internacional en que la estenosis aórtica grave sintomática (sea por disnea, angina, insuficiencia cardíaca, o síncope), o la presencia de deterioro de la función ventricular izquierda (fracción de eyección menor de 50 %), o requerimiento de otra cirugía cardíaca son indicaciones fuertes para realizar el reemplazo valvular aórtico. (5,6) A continuación, vamos a repasar argumentos, apelando a la lógica, que indican que restringir la intervención a aquellos más avanzados o sintomáticos podría no ser tan sensato.

## ARGUMENTO FILOSÓFICO

La estenosis aórtica grave es una enfermedad progresiva que sin tratamiento evolucionará a una muerte súbita o a la insuficiencia cardíaca, que en el mejor de los casos permitirá ser tratada antes de que sea muy tarde. Existen muchos ejemplos en la medicina en que en enfermedades progresivas, no reversibles, letales, y potencialmente tratables no se esperan síntomas o daño irreversible para indicar tratamiento agresivo

¿Aguardarían a que un cáncer de pulmón estadio I se convierta en II o III para ser tratarlo, o lo tratarían ni bien detectado? ¿Esperarían que un paciente que se diagnostica enfermedad de tronco de coronaria izquierda del 90 % tenga síntomas para ser tratado? Probablemente no esperen en ninguno de los dos escenarios porque son dos enfermedades progresivas, no reversibles, y de alto riesgo de mortalidad. Igual que la estenosis aórtica grave.

## ASINTOMÁTICO NO ES SINÓNIMO DE BAJO RIESGO

No debe existir ningún médico que no se haya preguntado por qué, con el mismo grado de enfermedad, algunos pacientes tienen síntomas y otros no. Dos pacientes con el mismo nivel de estenosis aórtica (por ejemplo, dos hombres con fracción de eyección conservada, estenosis aórtica de 0,7 cm<sup>2</sup> de área valvular, de la misma edad y sin otras comorbilidades) uno tiene disnea clase funcional III, y el otro no tiene síntomas y hace vida normal. Es muy probable que existan razones biológicas que justifiquen esto, pero carece de relevancia en la actualidad, simplemente porque no se conocen todavía. Lo que si podemos deducir es que muchos pacientes reciben tratamiento a tiempo por haber desarrollado síntomas precozmente, mientras que otros a los que “les ha tocado” no tenerlos deben esperar el daño estructural para ser tratados. La muerte súbita puede ser la primera presentación en pacientes asintomáticos. Se estima que el riesgo anual de muerte súbita en asintomáticos es alrededor del 1 %; en el seguimiento la mitad de las muertes son en pacientes asintomáticos. (7)

## EL DAÑO ESTRUCTURAL ES LLEGAR TARDE

Phillipe Genereaux y colaboradores desarrollaron un sistema de estadios de la estenosis aórtica grave. (8)

REV ARGENT CARDIOL 2024;92:396-404. <http://dx.doi.org/10.7775/rac.es.v92.i4.20833>



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

©Revista Argentina de Cardiología

<sup>1</sup> Cardiología intervencionista, Fundación Favaloro, Buenos Aires, Argentina.

<sup>2</sup> Health Research, Methods, and Impact, McMaster University, Hamilton, Canada.

Este sistema va de 0 a 4; el estadio 0 es ausencia de cualquier tipo de daño estructural, el estadio 1 consiste en daños incipientes; progresivamente se presenta daño más importante, hasta que en el estadio 4 se destaca la caída de la función ventricular sistólica del ventrículo izquierdo.

Si bien es cierto que a medida que el daño estructural es más avanzado menores son las chances de regresión, tampoco hay garantía de que los estadios menos avanzados vuelvan al estadio 0 luego de la intervención. Se ha postulado que la falta de regresión del daño estructural justifica la peor evolución luego de la intervención, incluyendo casos de muerte súbita. (9) Por otro lado, la presencia de daño estructural incrementa el riesgo del procedimiento. (10) Entonces, ¿por qué esperar el daño estructural en pacientes asintomáticos? Los argumentos más citados son el riesgo de la intervención y la durabilidad de la prótesis implantada.

### RIESGO PERIPROCEDIMIENTO

A pesar de hacer todo bajo los mejores estándares algunos pacientes van a fallecer o sufrirán eventos adversos relacionados con la intervención. Probablemente habrían vivido más de no haber sido intervenidos. Sin embargo, una proporción de ellos se verá perjudicada por esperar los síntomas. Ello incluye, pero no se limita a, el riesgo citado de muerte súbita anual del 1 %. (7)

Los resultados han mejorado substancialmente en las últimas décadas para la CRVAo, y en los últimos años para TAVI. La mortalidad contemporánea para ambos procedimientos en centros de referencia esta cercana al 1 % en pacientes de bajo riesgo. (11,12) Podríamos decir que el riesgo de mortalidad periprocedimiento se asemeja al riesgo de fallecer en el próximo año sólo por muerte súbita.

En el periprocedimiento pueden suceder otros eventos graves adversos, como accidente cerebrovascular, infarto de miocardio, infecciones, entre otros. Es muy difícil definir el peso que se adjudica a todos estos eventos en comparación con el riesgo de seguir esperando, pero el hecho de que la mayoría de los pacientes recibe la intervención sin presentar eventos graves hace que muchos médicos y pacientes evalúen la intervención precoz.

### DURABILIDAD DEL PROCEDIMIENTO

Un gran mentor una vez me compartió la mejor forma de explicarle a un paciente que la prótesis tiene una durabilidad limitada: “tenemos repuesto para su problema, pero no los originales”.

La evidencia nos demuestra que el riesgo de reintervención es relativamente bajo. Para CRVAo con prótesis contemporáneas el riesgo de reintervención es de 1,9 % a 10 años y 15 % a 20 años, (5,6 % y 46 % respectivamente en menores de 60 años). (13) En lo que respecta a TAVI no se cuenta con información a largo plazo, pero lo demostrado hasta la fecha es que estas

prótesis (con seguimiento entre 5 y 10 años en estudios aleatorizados) las cifras no parecen ser peores que las de CRVAo. De todas formas, la indicación de TAVI en nuestro medio se restringe a pacientes con expectativa de vida menor, que son aquellos mayores de 75 años, o más jóvenes con incrementado riesgo quirúrgico. (4)

### EVIDENCIA

Si todo lo expuesto tiene sentido, ello debería verse reflejado en la evidencia. Múltiples metaanálisis de estudios observacionales observaron una marcada reducción de mortalidad con la intervención precoz (del 50 % al 70 %). (7) Sin embargo, por tratarse de estudios observacionales, son resultados sujetos a un inevitable e inquebrantable riesgo de sesgo de selección y múltiples confundidores. Por lo tanto, esta evidencia no brinda suficiente certeza para cambiar la práctica clínica, si no puede ser reproducida por ensayos aleatorizados. Existen dos estudios aleatorizados al respecto, el *Conventional Treatment in Very Severe Aortic Stenosis* (RECOVERY), (14) y el estudio *Aortic Valve Replacement vs. Conservative Treatment in Asymptomatic Severe Aortic Stenosis* (AVATAR). (15)

El estudio RECOVERY enroló 145 pacientes en Corea del Sur con estenosis aórtica grave (área valvular  $\leq 0,75$  cm<sup>2</sup>, velocidad transvalvular 5,1 m/s) y los asignó aleatoriamente a intervención por CRVAo o tratamiento conservador. En una mediana de seguimiento de 6,2 años se observó una reducción del evento combinado primario (muerte operatoria y muerte de causa cardiovascular en el seguimiento) de 15 % a 1 %, con un Hazard Ratio (HR) de 0,09, e intervalo de confianza del 95 % (IC 95%) 0,01-0,67. Vale la pena resaltar que incluyó pacientes con gradiente transvalvular bastante aumentado, que no se realizó prueba de esfuerzo de forma sistemática, y que el riesgo de los pacientes fue muy bajo (EuroSCORE II 0,9 %) con una mortalidad perioperatoria de 0 %. Como limitación más importante se destaca la poca cantidad de eventos primarios (12 en total).

El estudio AVATAR estableció como punto final primario combinado la muerte de cualquier causa, infarto de miocardio, accidente cerebrovascular y hospitalización no planeada por falla cardíaca. Con una mediana de seguimiento de 32 meses, se observó una reducción de 64 % del evento primario (HR 0,46, IC 95% 0,23-0,90). Este estudio tuvo una población con una valvulopatía menos grave (velocidad transvalvular media de 4,5 m/s) y exigía la realización de una prueba de esfuerzo. Como limitación puede destacarse el seguimiento más reducido en comparación con RECOVERY.

Ambos estudios aleatorizados nos confirman que a mediano plazo el balance estaría a favor de intervenir pacientes asintomáticos, consistente con la evidencia observacional previa. Si bien para tener un panorama completo deberíamos tener datos a 10 o 20 años, sabemos que los pacientes rara vez se reintervienen utilizando prótesis quirúrgicas contemporáneas, y el beneficio a

corto plazo impresiona de magnitud importante en términos relativos. También se aguardan los resultados de al menos otros cinco estudios randomizados que evalúan la misma pregunta de investigación. (16)

### RECOMENDACIONES EN PACIENTES ASINTOMÁTICOS

Existen indicaciones de intervención más allá de los pacientes sintomáticos o con disfunción ventricular sistólica: 1) la caída de la presión arterial sistólica más de 10 mmHg en ejercicio, 2) velocidad máxima aórtica mayor de 5,0 m/s, 3) progresión mayor de 0,3 m/s en un año, y 4) elevación mayor a tres veces el límite superior normal de péptido natriurético tipo B en mediciones repetidas. (5,6) Estas recomendaciones son débiles (IIa para el sistema de guías norteamericanas o europeas) y se sustentan con evidencia que ha demostrado un impacto pronóstico adverso a pesar de tratarse de pacientes asintomáticos. También se aclara que los pacientes deben ser considerados de bajo riesgo para ser candidatos por estas indicaciones.

Es importante resaltar que tanto las guías norteamericanas como las europeas fueron realizadas previamente a la publicación de RECOVERY y AVATAR.

### CONCLUSIONES

Los pacientes con estenosis aórtica grave asintomática sin disfunción sistólica tienen un riesgo incrementado de morbimortalidad. Esperar el desarrollo de síntomas expone al paciente a un riesgo aumentado de muerte súbita, daño estructural potencialmente no reversible, y mayor riesgo de una intervención. La tasa de mortalidad perioperatoria ha bajado mucho los últimos años, tanto para CRVAo como para TAVI, y una minoría de pacientes es reintervenida al seguimiento en series más contemporáneas. La evidencia sobre esta pregunta de investigación, originalmente en estudios observacionales y luego en ensayos aleatorizados con hallazgos consistentes, sugiere un importante beneficio sobre la tasa de eventos, incluyendo mortalidad a mediano plazo. Si bien las guías ya establecen ciertas indicaciones para intervenir pacientes asintomáticos y hay múltiples ensayos en curso, es posible que cambien favoreciendo una intervención precoz cuando se integren los nuevos a los estudios aleatorizados ya publicados.

### BIBLIOGRAFÍA

- Lindman BR, Clavel M-A, Mathieu P, Jung B, Lancellotti P, Otto CM, et al. Calcific aortic stenosis. *Nat Rev Dis Prim.* 2016;2:16006. <https://doi.org/10.1038/nrdp.2016.6>
- Wang MK, Lam G, Lamelas P, Brujal X, Al-Saleh A, Natarajan M, et al. Traditional cardiovascular risk factors and the risk of aortic valve disease: a systematic review. *J Am Coll Cardiol* 2018;71 (11\_Supplement) A2089. [https://doi.org/10.1016/S0735-1097\(18\)32630-5](https://doi.org/10.1016/S0735-1097(18)32630-5)
- Chan KL, Teo K, Dumesnil JG, Ni A, Tam J. Effect of lipid lowering with rosuvastatin on progression of aortic stenosis: results of the ASTRONOMER trial. *Circulation* 2010;121:306-14. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.109.900027>
- Lamelas P, Ragusa MA, Bagur R, Jaffer I, Ribeiro H, Baranchuk A, Wyss F, et al. Clinical practice guideline for transcatheter versus surgical valve replacement in patients with severe aortic stenosis in Latin America. *Heart* 2021;107:1450-7. <https://doi.org/10.1136/heartjnl-2021-319489>
- Otto CM, Nishimura RA, Bonow RO, Carabello BA, Erwin JP 3rd, Gentile F, et al. 2020 ACC/AHA guideline for the management of patients with valvular heart disease: executive summary. *Circulation* 2021;143:e35-e71. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000932>
- 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. *Eur Heart J* 2022;43:561-632. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehab395>
- Sevilla T, Revilla-Orodea A, San Román JA. Timing of intervention in asymptomatic patients with aortic stenosis. *Eur Cardiol* 2021;16:e32. <https://doi.org/10.15420/ecr.2021.11>
- Généreux P, Pibarot P, Redfors B, Bax JJ, Zhao Y, Makkar RR, et al. Evolution and prognostic impact of cardiac damage after aortic valve replacement. *J Am Coll Cardiol* 2022;80:783-800. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2022.05.006>
- Everett RJ, Clavel M-A, Pibarot P, Dweck MR. Timing of intervention in aortic stenosis: a review of current and future strategies. *Heart* 2018;104:2067-76. <https://doi.org/10.1136/heartjnl-2017-312304>
- Shirai S, Taniguchi T, Morimoto T, Ando K, Korai K, Minakata K, et al. Five-year clinical outcome of asymptomatic vs symptomatic severe aortic stenosis after aortic valve replacement. *Circ J* 2017;81:485-94. <https://doi.org/10.1253/circj.CJ-16-0998>
- Thourani VH, Habib R, Szeto WY, Sabik JF, Romano JC, MacGillivray TE, et al. Survival after surgical aortic valve replacement in low-risk patients: a contemporary trial benchmark. *Ann Thorac Surg* 2024;117:106-12. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2023.10.006>
- Blankenberg S, Seiffert M, Vonthein R, Baumgartner H, Bleiziffer S, Borger MA, et al. Transcatheter or surgical treatment of aortic-valve stenosis. *N Engl J Med* 2024;390:1572-83. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2400685>
- Johnston DR, Soltesz EG, Vakil N, Rajeswaran J, Roselli EE, Sabik JF 3rd, et al. Long-term durability of bioprosthetic aortic valves: implications from 12,569 implants. *Ann Thorac Surg* 2015;99:1239-47. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2014.10.070>
- Kang DH, Park SJ, Lee SA, Lee S, Kim DH, Kim HK, et al. Early surgery or conservative care for asymptomatic aortic stenosis. *N Engl J Med* 2020;382:111-9. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1912846>
- Banovic M, Putnik S, Penicka M, Doros G, Deja MA, Kockova R, et al. Aortic valve replacement versus conservative treatment in asymptomatic severe aortic stenosis: the AVATAR trial. *Circulation* 2022;145:648-58. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.121.057639>
- Magruder JT, Holst KA, Stewart J, Yadav PK, Thourani VH. Early intervention in asymptomatic aortic stenosis: what are we waiting for? *Can J Cardiol* 2024;40:201-9. <https://doi.org/10.1016/j.cjca.2023.11.029>

## ANTAGONISTA

MARÍA CELESTE CARRERO<sup>1,2</sup>, MTSAC<sup>2</sup>

La estenosis aórtica es una enfermedad progresiva con elevada morbimortalidad. La instalación de síntomas marca un quiebre en su pronóstico, con una mortalidad al año que se aproxima al 25 % de no mediar una intervención valvular. (1) La evidencia reciente ha confirmado que incluso la estenosis aórtica grave presintomática y la estenosis aórtica moderada presentan mal pronóstico y que la naturaleza progresiva de la enfermedad requiere un análisis que debe ir más allá de las divisiones que imponen las clasificaciones hemodinámicas. Sin embargo, aún sería falaz decir que dado que el riesgo de complicaciones de la estenosis aórtica grave es elevado, debemos intervenir precozmente a todos los pacientes. ¿Cuán elevado es el riesgo de la enfermedad y cuánto el de su tratamiento? Este interjuego de fuerzas, es el que debemos determinar a conciencia cada vez que evaluamos a un paciente con estenosis aórtica grave que aún no presenta síntomas.

En el escenario del paciente sintomático la indicación de intervención es clara, aunque subutilizada. Por su parte, en el campo de aquellos pacientes con estenosis aórtica grave que no presentan síntomas y a quienes seguimos de manera periódica (*watchful waiting* o tratamiento conservador), la baja tasa de eventos mayores ha apoyado el tratamiento conservador. Podríamos preguntarnos si en base a la evidencia actual estamos exponiendo a los pacientes con estenosis aórtica grave asintomáticos a un riesgo elevado inaceptable, retrasando la indicación quirúrgica de manera innecesaria.

Como paso inicial, primero debemos asegurar que se trata de una estenosis aórtica grave cuantificada de manera precisa. En segundo lugar, que el paciente se encuentre indudablemente asintomático, ya que la falta de reconocimiento de síntomas constituye un escenario frecuente que implica un pronóstico más adverso que el de los pacientes verdaderamente asintomáticos. La adaptación y la naturaleza indolente de la enfermedad llevan en algunos casos a la reducción gradual de la exigencia de actividades diarias, con falta de reconocimiento de los síntomas asociados al esfuerzo. Por ello, se sugiere la realización del ecocardiograma estrés con ejercicio para detectar síntomas ocultos en pacientes con estenosis aórtica grave, aunque su utilidad en pacientes añosos no es tan clara. En pacientes añosos la frecuente reducción de la movilidad, junto con la presencia de comorbilidades que pueden enmascarar

los síntomas hasta llegar a estadios muy avanzados de la enfermedad, aumentan la complejidad.

Existen métodos como la resonancia cardiaca que permite evidenciar la fibrosis ventricular intersticial, el *strain* longitudinal global que detecta la disfunción miocárdica previo a la caída de la fracción de eyección del ventrículo izquierdo, y los marcadores séricos (como los péptidos natriuréticos, la troponina, etc.) que reflejan el daño miocárdico y la sobrecarga que se presentan antes que la instalación de síntomas. Aún más, en algunos casos dicho daño no se revierte aunque se realice la intervención valvular aórtica. La presencia, extensión y reversibilidad del daño cardíaco, en particular de la fibrosis, la inflamación y el estrés oxidativo desempeñan un papel importante en el pronóstico de esta enfermedad. En este escenario empieza a plantearse la posibilidad de retrasar la progresión de la enfermedad y evaluar el tratamiento precoz de la disfunción diastólica en la estenosis aórtica con algunos de los fármacos de los que disponemos actualmente en el tratamiento de la insuficiencia cardiaca, como los inhibidores del cotransportador sodio glucosa 2. (4) En los próximos años conoceremos la efectividad de las nuevas estrategias farmacológicas destinadas a mitigar o ralentizar el remodelado cardíaco irreversible asociado a la estenosis aórtica y la disfunción ventricular asociada, lo cual afectará la decisión sobre el momento de la intervención.

Dentro de la estenosis aórtica grave hay subgrupos de riesgo, como aquellos con estenosis aórtica muy grave o crítica (velocidad máxima > 5m/s), aquellos con enfermedad coronaria concomitante y/o con progresión hemodinámica rápida en quienes las guías actuales sugieren una intervención precoz, con lo cual centraremos nuestro debate en los que presentan estenosis aórtica grave pero no crítica, con función ventricular preservada y evolución hemodinámica a un ritmo esperable. Esta suele ser una población más joven y de menor riesgo dentro del universo de la estenosis aórtica grave. En este escenario, ¿hasta cuándo es mejor esperar que intervenir?

¿Ha llegado la hora de intervenir a todas las estenosis aórticas graves sin importar los síntomas, ni la función ventricular? La respuesta tentadora sería sí. Sin embargo, en nuestro medio aún resulta sensato decir que aún no. Y en los próximos párrafos intentaremos buscar el fundamento de esta cautelosa advertencia.

La evidencia reciente parecería en primera instancia avalar la CRVAo precoz en pacientes con estenosis

<sup>1</sup> Coordinadora Ecocardiografía. Sanatorio Las Lomas, San Isidro.

<sup>2</sup> Directora Consejo Eco Doppler cardíaco y vascular SAC

aórtica grave. Los resultados de los estudios RECOVERY y AVATAR respaldan la CRVAo en pacientes con estenosis aórtica grave asintomática. Se trata de una población llamativamente joven para la edad habitual de los pacientes con estenosis aórtica grave y de muy bajo riesgo quirúrgico (EuroSCORE II 0,9 % en RECOVERY y STS de 1,7 % en AVATAR). (5,6) Estos hallazgos no se pueden trasladar a los pacientes de edad avanzada debido al mayor riesgo de complicaciones del procedimiento y los riesgos competitivos entre el pronóstico de la estenosis aórtica y el impacto de las comorbilidades y la fragilidad, así como tampoco al TAVI, del que aún no tenemos información de estudios aleatorizados en asintomáticos. Pero resulta importante analizar más allá de las conclusiones estos estudios, y determinar qué tan aplicables son en nuestra realidad.

En el estudio RECOVERY, que incluyó 145 pacientes asintomáticos menores de 80 años (media de edad 63,4 años) con estenosis aórtica muy grave, la incidencia del punto combinado de muerte por CRVAo o muerte cardiovascular fue significativamente mayor en la rama conservadora (21 %) que en los asignados a CRVAo precoz (7 %, HR 0,33; IC 95% 0,12-0,90). No debe perderse de vista que la velocidad máxima transvalvular aórtica media era de 5,1m/s (pacientes con estenosis aórtica crítica en su mayoría), que existió un entrecruzamiento del 74 % de la rama conservadora a CRVAo durante el seguimiento, y el aspecto más destacable: que la mortalidad operatoria de la CRVAo (electiva e incluso de pacientes operados de urgencia que se cruzaron desde la rama conservadora a CRVAo) fue del 0 %. Este resultado seguramente refleja la excelencia de los centros intervinientes, pero disminuye considerablemente la validez externa del estudio. En el grupo conservador se observó una incidencia acumulada de muerte súbita del 4 % a 4 años. (5) También debe destacarse que dado el grado avanzado de estenosis aórtica que presentaban, muchos pacientes cumplían criterios de indicación IIa para CRVAo electiva. (7)

Por su parte, el estudio AVATAR incluyó 157 pacientes (media de edad 67 años) y demostró que la CRVAo precoz redujo el punto final primario combinado de muerte, infarto, accidente cerebrovascular u hospitalización por insuficiencia cardíaca en comparación con el tratamiento conservador (HR 0,46; IC 95%, 0,23-0,90;  $p=0,02$ ). La mortalidad operatoria de la CRVAo fue 1,4 %. (6) Un metaanálisis reciente que incluyó estos 2 estudios y otros 10 más observacionales que evaluaron CRVAo vs. tratamiento conservador en pacientes asintomáticos mostró una tasa de mortalidad total menor para CRVAo precoz en comparación con la rama conservadora, principalmente determinado por los resultados de los 2 estudios mencionados. (8) El riesgo de accidente cerebrovascular e infarto de miocardio fue similar entre ambos grupos. Sin embargo, existió una gran heterogeneidad en la magnitud del efecto entre los estudios incluidos (OR combinado 0,40; IC 95% 0,35-0,45,  $p<0,01$ ;  $I^2=61$  %), sin poder descartar sesgo. Dentro de las numerosas limitaciones se repor-

taron la inclusión de estudios abiertos que enviaron a tratamiento conservador a pacientes más añosos y enfermos, la imposibilidad de extrapolar los resultados a pacientes añosos, al TAVI y a pacientes con válvula aórtica bicúspide. Aún se aguardan los resultados de numerosos estudios en curso (EARLY-TAVR, EaSY-AS, etc.) para fortalecer la evidencia.

Mientras tanto, no debemos quedarnos con sustentar una indicación de CRVAo precoz pretendiendo extrapolar los resultados quirúrgicos de los estudios AVATAR y RECOVERY a nuestra realidad. Aunque resulte tentador, no sería correcto asumir que la validez externa de dichos resultados aplica perfectamente a nuestro complejo y heterogéneo medio local. Debemos conocer la mortalidad quirúrgica en nuestro país, y las profundas limitaciones de la población en el acceso al tratamiento quirúrgico o intervencionista en centros de excelencia, antes de extender una indicación de tal magnitud. ¿Conocemos la mortalidad de la CRVAo y del TAVI en nuestro país?

El riesgo de morbilidad y mortalidad con la CRVAo varía ampliamente. En nuestro medio, existen pocas publicaciones contemporáneas disponibles que informen la mortalidad quirúrgica de la CRVAo. Menos aún que hayan evaluado la mortalidad en pacientes asintomáticos. La mayoría de las publicaciones incluyen pacientes con estenosis aórtica grave sintomática y muy pocas son actuales. Las estadísticas del estudio ESMUCICA II (9) y del Registro CONAREC XVI (10) tienen más de 15 años, y se enfocan principalmente en pacientes con cirugía coronaria (Tabla). En ambos casos la mortalidad de la CRVAo es elevada, incluso en centros de alto volumen. (9) El registro multicéntrico CONAREC XVI, que incluyó 359 pacientes con una edad media de 64,8 años reportó una mortalidad intrahospitalaria global de 8,9 % (10). David y cols. presentan la serie con menor mortalidad intrahospitalaria de CRVAo (2,4 %) en estenosis aórtica grave sintomática con procedimientos principalmente electivos en pacientes con riesgo quirúrgico bajo e intermedio (edad 71 años). (11) Borracci y col. incluyeron 422 pacientes consecutivos operados con estenosis aórtica aislada (69 años, fracción de eyección del ventrículo izquierdo 58 %) con una mortalidad hospitalaria de 3,6 %. (12) En el subgrupo de mortalidad esperada baja según EuroSCORE II la mortalidad observada fue de 1,6 %. En un metaanálisis de Borracci y col. sobre mortalidad hospitalaria luego de CRVAo en pacientes de riesgo bajo y moderado que incluyó 1192 pacientes intervenidos en centros universitarios, la mortalidad fue de 3,1 %. (13) La mortalidad en pacientes añosos sometidos a CRVAo en nuestro medio es mayor al 3 % en el resto de los estudios publicados. (14-17) Estas publicaciones reflejan en su mayoría los resultados de centros de alto volumen, con alta tasa de publicaciones científicas, que no necesariamente representan la realidad de la mayoría de los centros quirúrgicos de nuestro país.

El TAVI en este escenario sería una opción particularmente atractiva por ser menos invasiva que la

**Tabla 1.** Resultados nacionales publicados de CRVAo en pacientes con estenosis aórtica severa sintomática

	n	Nro. centros	Edad pacientes	Año	Riesgo	CRVAo aislada	Prioridad cirugía	Complicaciones postoperatorias	Mortalidad intrahospitalaria	Mortalidad a 30 días	Mortalidad según riesgo preoperatorio
ESMUJICA Valvulares (9)	241	4 (>300 cirugías/año)	65,8 ± 12	1997			Electiva: 90% Urgencia: 10%	61,5% (principalmente FA y BGC)	(7,9% en texto, 8,3% en abstract)	No informa	Bajo: 3,8% Moderado: 9,1% Alto: 27,3%
CONAREC XVI (10)	359	49 (con residencia/concurrencia)	64,8 ± 12,4	2008	EuroSCORE 3,51%-6,51%	100%	Electiva: 89% Urgencia: 10% Emergencia: 0,8% Electiva:	Mayores: 29,2% BGC: 17,2% Reoperación: 5,8%	8,9%	No informa	
David y cols. (11)	125	2	71 (36-91)	2015-2017	103 p STS<4 22 p STS 4-7%	70%	85,6%  No figura	ACV: 1,6% Reoperación: 2,4%	2,4%	No informa	
Borracci y cols. (12)	422	Centros universitarios	69,1 ± 11	2012-2017	EuroSCORE 2 (0,5-32,1) 75% <2,5%	100%	Electiva:	Reoperación: 0,9%	3,6%	3,8%	
Stutzbach y cols. (14)	934	1 (>300 cirugías/año)	63,5 ± 13	1996-2001	Parsonnet 8,2 ± 3,3	52%	83,3% Urgencia: 14,4% Emergencia: 2,2%	FA: 26,5% BGC: 24,5% Reoperación: 7,9%	5,5%	Electiva: 3,1% Global: 5,5%	Bajo: 0% Moderado: 2,6% Alto: 4%
Piccinini y cols. (15)	87	1 (>300 cirugías/año)	83 ± 2,5	1997-2008	EuroSCORE logístico 12,4% ± 15%	100%	Electiva: 72%	ACV: 3% FA: 28% Reoperación: 5%		Electiva: 9,5% Urgencia: 12,5%	Bajo: 7,1% Moderado: 15,4% Alto: 5%
Navia y cols. (16)	520	1 (>300 cirugías/año)	76,8 ± 4,7	2010-2017	STS 2,5%±1,2	60,2%	Electiva: 100%	FA: 33,7% BGC: 6,3% Reoperación: 3,5%	3,1%	5,1%	Bajo: 2,7% Moderado: 5,3%
Fortunato y cols. (17)	97	1 (>300 cirugías/año)	79,4 ± 6,18	2007-2017	STS PROM 5,1% (4,4-6)	37%	Electiva: 66% Urgencia: 32% Emergencia: 2,1%	FA: 44,5% BGC: 22,7% ARM prol:17,5% Reoperación: 4,1%	No informa	5,1%	

ACV: Accidente cerebrovascular; ARM: asistencia respiratoria mecánica; BGC: Bajo bajo gasto cardíaco; CRVAo: cirugía de reemplazo valvular aórtico; FA: Fibrilación auricular.

cirugía, teniendo en cuenta que se trata de pacientes que están asintomáticos. Sin embargo, no hay evidencia de estudios aleatorizados aún. Además, existen pocos resultados locales publicados sobre TAVI en población de bajo riesgo quirúrgico. Caponi y cols. publicaron una serie de 200 pacientes con estenosis aórtica severa sintomática y riesgo quirúrgico moderado y alto (EuroSCORE log de 18) que recibieron TAVI por acceso principalmente transfemoral (2009-2016) en un centro universitario. La mortalidad intrahospitalaria total

fue de 3,5 % y al año de 11,5 %. (18) El entrenamiento progresivo en la técnica, asociado a la disponibilidad de mejores prótesis se asociaron a menor tasa de complicaciones y mortalidad con el paso del tiempo. Boissonnet y cols. publicaron una revisión sistemática de 1156 pacientes (81 años) que recibieron TAVI en Sudamérica (2008-2015) con reportó una mortalidad hospitalaria de 8,1 % y a 30 días de 12,5 %. (19) Por su parte, otros autores han reportado en series más recientes mortalidad a 30 días menor de 5,5 % con TAVI transfemoral en

pacientes de riesgo quirúrgico bajo y/o moderado. (20) Nau y cols. publicaron los resultados de 770 pacientes que recibieron TAVI (81 años) en centros de alto volumen por acceso principalmente transfemoral (80 % de válvulas autoexpandibles), de riesgo bajo, intermedio y alto (STS Prom) con una mortalidad intrahospitalaria de 3,9 %, 5,9 % y 9,6 %, respectivamente. (21) La aún elevada tasa de requerimiento de marcapasos, junto con el *leak* paravalvular, el desconocimiento del alcance de la durabilidad protésica en pacientes más jóvenes y la mortalidad asociada al procedimiento, que aún no es cercana al 0-1 %, alejan esa opción por el momento.

Por lo tanto, lo que conocemos (que es poco) refleja un escenario muy diferente del de los estudios randomizados, con una mortalidad asociada a CRVAo o TAVI que al menos duplica o triplica la de los estudios AVATAR y RECOVERY. Más aún, debemos tener en cuenta que hasta ahora solo hablamos de mortalidad operatoria y complicaciones agudas periprocedimiento. Los estudios ponen poco énfasis y aportan escasa información sobre la incidencia de las complicaciones a largo plazo de una prótesis valvular. Aún en los pacientes que sobreviven a la cirugía y no presentan complicaciones en el perioperatorio, las prótesis valvulares presentan morbilidad apreciable a largo plazo. Entre ellas el *leak* paravalvular, el mismatch prótesis-paciente, el requerimiento de marcapasos (principalmente en TAVI), la disfunción protésica, la formación de trombos, el tromboembolismo, la endocarditis infecciosa y los problemas asociados con la anticoagulación (sangrado, resistencia, etc.). Si bien existe variación según el tipo de prótesis, las complicaciones significativas ocurren con una frecuencia de aproximadamente 3 % anual y la muerte debida directamente al procedimiento ocurre con una tasa de 1 % por año.

Todos sabemos que los pacientes sintomáticos que no reciben tratamiento de la estenosis aórtica presentan un pronóstico ominoso. Sin embargo, en estudios y registros de la vida real de la era quirúrgica y de la era TAVI se sigue reportando que una elevada proporción de pacientes con indicación de cirugía o TAVI no recibe el tratamiento adecuado. Asimismo, la fragilidad, variable que aumenta la morbimortalidad, tampoco es evaluada de manera correcta en pacientes con estenosis aórtica. El subtratamiento se relaciona con la edad, las comorbilidades, la reducción de la fracción de eyección del ventrículo izquierdo, el riesgo quirúrgico percibido por el médico tratante y la falta de conocimiento de la patología. La intervención valvular (ya sea quirúrgica o por implante percutáneo) sólo es apropiada en pacientes en quienes se espera que se beneficien con el procedimiento. El tratamiento de pacientes en quienes la intervención es útil sobrecarga aún más a un sistema de salud limitado y se relaciona con una incorrecta evaluación del beneficio y la expectativa de vida del paciente previo a la intervención. A pesar de los esfuerzos realizados para educar al sistema médico sobre los beneficios de tratar a los pacientes con estenosis aórtica grave sintomática,

sigue habiendo una subutilización del tratamiento quirúrgico y/o de TAVI incluso en escenarios donde el pronóstico sin tratamiento es desfavorable. (24) A su vez, la disponibilidad de *Heart Team* o grupo de trabajo de enfermedades valvulares aún es limitada en nuestro medio, así como la de publicación periódica de estadísticas sobre mortalidad asociada a procedimientos. Por lo tanto, empezar por mejorar estos aspectos puede ser una estrategia sensata para mejorar el pronóstico y el manejo de los pacientes con estenosis aórtica grave en nuestro medio, antes de extender la indicación a otros escenarios con menos certezas.

En conclusión, a la hora de ponderar los beneficios y riesgos de una decisión pro intervención precoz, debemos mensurar el peso de la incertidumbre y el desconocimiento de los resultados locales en términos de mortalidad hospitalaria de la CRVAo y TAVI en pacientes con estenosis aórtica grave asintomática. Los centros de excelencia con mortalidad de CRVAo electiva cercana al 0 % en pacientes jóvenes podrán optar por la opción intervención precoz, pero no será la realidad imperante en el medio local. Además, la intervención valvular no elimina totalmente el riesgo de muerte súbita y también se asocia a complicaciones no despreciables propias de las prótesis valvulares. Por lo tanto, incluso si se puede minimizar la mortalidad quirúrgica, el riesgo combinado de la intervención y las complicaciones tardías de una prótesis valvular pueden exceder la posibilidad de prevenir la muerte súbita en algunos pacientes asintomáticos con estenosis aórtica grave.

---

## BIBLIOGRAFÍA

1. Iung B, Delgado V, Rosenhek R, Price S, Prendergast B, Wendler O, et al; EORP VHD II Investigators. Contemporary Presentation and Management of Valvular Heart Disease: The EURObservational Research Programme Valvular Heart Disease II Survey. *Circulation*. 2019;140:1156-1169.
2. Amato MC, Moffa PJ, Werner KE, Ramires JA. Treatment decision in asymptomatic aortic valve stenosis: role of exercise testing. *Heart*. 2001;86:381-6.
3. Das P, Rimington H, Chambers J. Exercise testing to stratify risk in aortic stenosis. *Eur Heart J*. 2005;26:1309-13.
4. Scisciola L, Paolisso P, Belmonte M, Gallinoro E, Delrue L, Taktaz F, et al. Myocardial sodium-glucose cotransporter 2 expression and cardiac remodelling in patients with severe aortic stenosis: The BIO-AS study. *Eur J Heart Fail*. 2024;26:471-82.
5. Kang DH, Park SJ, Lee SA, Lee S, Kim DH, Kim HK, et al. Early Surgery or Conservative Care for Asymptomatic Aortic Stenosis. *N Engl J Med*. 9 de enero de 2020;382:111-9.
6. Banovic M, Putnik S, Penicka M, Doros G, Deja MA, Kockova R, et al. Aortic Valve Replacement Versus Conservative Treatment in Asymptomatic Severe Aortic Stenosis: The AVATAR Trial. *Circulation*. 2022;145:648-58.
7. Lancellotti P, Vannan MA. Timing of Intervention in Aortic Stenosis. *N Engl J Med*. 2020;382:191-193.
8. Costa GNF, Cardoso JFL, Oliveiros B, Gonçalves L, Teixeira R. Early surgical intervention versus conservative management of asymptomatic severe aortic stenosis: a systematic review and meta-analysis. *Heart*. 2023 Jan 27;109:314-321
9. Investigadores ESMUCICA. Estudio Multicéntrico de Cirugía Cardíaca. Pacientes valvulares. *Rev Arg Cardiol*. 2001;69:68-79.

10. Lowenstein D, Guardiani F, Pieroni P, Pfister L, Carrizo L, Villegas C, y cols. Realidad de la cirugía cardiaca en la República Argentina. Registro CONAREC XVI. *Rev CONAREC*. 2015;31:184-9.
11. David M, Núñez OMT, Giorgini J, Machaín A. Resultados hospitalarios de reemplazo valvular aórtico en dos hospitales comunitarios. *Rev Argent Cardiol*. 2018;44-6.
12. Borracci RA, Rubio M, Baldi J, Ahuad Guerrero RA, Mauro V. Resultados hospitalarios de la cirugía del reemplazo valvular aórtico: el punto de referencia para el implante valvular transcatheter. *Rev Argent Cardiol*. 2018;86:205-208
13. Borracci RA, Amrein E, Higa CC. Metaanálisis sobre los resultados a 30 días del implante valvular aórtico transcatheter en pacientes con riesgo intermedio en Argentina. *Rev Argent Cardiol*. 2020;88:110-11.
14. Stutzbach P, Rodriguez C, Dulbecco E, Abud J, Machain A, Gabe E, y cols. Estenosis aórtica severa: poblaciones de riesgo para el tratamiento quirúrgico. *Rev Argent Cardiol*. 2001;69:608-15.
15. Piccinini F, Vrancic JM, Vaccarino G, Raich H, Siles G, Benzadón M, y cols. Cirugía de reemplazo valvular aórtico aislado en pacientes octogenarios: evaluación, riesgo operatorio y resultados a mediano plazo. *Rev Argent Cardiol*. 2010;78:476-84.
16. Navia D, Piccinini F, Vrancic M, Camporrotondo M, Espinoza J, Simonetto B, y cols. Resultados tempranos y alejados de la cirugía de reemplazo valvular aórtico en pacientes de riesgo intermedio y bajo. *Rev Argent Cardiol*. 2018;86:199-204.
17. Fortunato GA, Marenchino RG, Cirio S, Rossi E, Domenech A, Kotowicz V. Reemplazo valvular aórtico en pacientes de riesgo intermedio: resultados quirúrgicos. *Rev Argent Cardiol*. 2018;86:116-120.
18. Caponi G, Fava C, Fraguas H, Valdivieso L, Lev Gustavo, Gamboa P, y cols. Evolución de la experiencia con reemplazo de válvula aórtica (TAVR) en un centro de Argentina. *Revista Argentina de Cardioangiología Intervencionista* 2016;7:211-216
19. Boissonnet CP, Giorgi MA, Carosella L, Brescacin C, Pissinis J, Guetta JN. Clinical outcomes after transcatheter aortic valve replacement in South America: A centre-level systematic review and meta-analysis of observational data. *J Eval Clin Pract*. 2021;27:785-798.
20. Fava C, Gamboa P, Caponi G, Gomez C, Fabián S, Guevara E, y cols. Implante percutáneo de la válvula aórtica con estrategia minimalista. *Rev Argent Cardiol*. 87:273-9.
21. Nau G, Zaidel E, Abud M, Cura F, Rivero E, Vitor E, y cols. Experiencia multicéntrica de implante valvular aórtico percutáneo discriminada por riesgo en centros de Latinoamérica. *Rev Argent Cardiol*. 2020;88:104-9.
22. Otto CM. Calcification of bicuspid aortic valves. *Heart*. 2002;88:321-2.
23. Zilberszac R, Gabriel H, Schemper M, Laufer G, Maurer G, Rosenhek R. Asymptomatic Severe Aortic Stenosis in the Elderly. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2017;10:43-50.
24. O'Gara PT, Sun YP, Patel SM. Referral for Intervention in Severe Symptomatic Aortic Stenosis: Some Progress But Further Room for Improvement. *J Am Coll Cardiol*. 2021;78:2144-6.

### RESPUESTA DEL AGONISTA

Existen muchos puntos de acuerdo y pocos de desacuerdo. Hay acuerdo en que el subgrupo de pacientes asintomáticos con estenosis aórtica más crítica o rápidamente progresiva debería beneficiarse con una intervención precoz. Para poder ofrecerla estoy también de acuerdo en que el centro debe ofrecer una morbimortalidad con estándares internacionales, tanto para TAVI como para CRVAo. Sin embargo, que un estudio aleatorizado (por ejemplo, RECOVERY) haya reportado 0 % de mortalidad intrahospitalaria en 75 pacientes consecutivos no es sinónimo de que la intervención precoz solo puede ser aplicada en un

centro con 0 % de mortalidad en sus reportes "de la vida real". Es muy posible que varios centros de nuestro medio tengan una mortalidad intrahospitalaria de CRVAo o TAVI cercana a 0 o 1 % en los últimos 75 pacientes consecutivos de bajo riesgo con baja carga de comorbilidades "altamente seleccionados" para estudios aleatorizados como el estudio RECOVERY. Por otro lado, las citas mencionadas sobre mortalidad del TAVI de nuestro medio son desde los inicios de los programas (2009) hasta hace unos 5 a 10 años, y no representan los resultados presentados en eventos científicos o auditorías de calidad contemporáneas.

El área donde no hay acuerdo es en qué hacemos con los pacientes asintomáticos con estenosis aórtica grave, pero no crítica. Sabemos que muchos de ellos pueden esperar a desarrollar síntomas, el problema es que no sabemos quiénes no deberían esperar. Cuando indicamos estatinas en prevención secundaria sabemos que la mayoría no tendrá beneficio, pero como no sabemos quiénes serán los beneficiados las indicamos a todos los que están en riesgo. Hasta que se demuestre quiénes son los que no se benefician, vamos a seguir dando estatinas a todos los pacientes en prevención secundaria. Lo mismo sucede en este escenario: que algunos no se beneficien no es sinónimo de que no deberíamos ofrecer la intervención a todos los elegibles. Los estudios aleatorizados a la fecha, consistentes con la evidencia observacional previa, sugieren beneficio con la intervención precoz en estos pacientes. Hay que reconocer que los mismos tienen limitaciones, principalmente la imprecisión por baja tasa de eventos y seguimiento a mediano plazo, que serán mejor clarificadas con los múltiples ensayos aleatorizados por publicarse en los años por venir.

Pablo Lamelas

### RESPUESTA DEL ANTAGONISTA

En las últimas décadas hemos presenciado un cambio revolucionario en el campo de la estenosis aórtica, con mejorías en el diagnóstico, la estratificación de riesgo y en el tratamiento. La intervención precoz en Estadios asintomáticos es un tema de debate actual. Sin embargo, en nuestro medio desconocemos la mortalidad y morbilidad de la CRVAo en la mayoría de los centros y muchas veces se quiere asumir que los resultados de escasos centros de excelencia internacional son los resultados nacionales globales.

Como fue planteado, si bien existe evidencia proveniente de 2 estudios clínicos aleatorizados para favorecer esta estrategia, carecen de validez externa en nuestro medio. Por otra parte, uno de los estudios mencionados evaluó la intervención en pacientes con estenosis aórtica crítica, que es una indicación actual de las guías y reportó una modalidad del 0 %. Y el otro estudio incluyó pacientes más jóvenes que lo habitual en esta patología con una superioridad de la CRVAo precoz con mortalidad quirúrgica menor de 1,5 %. No

puedo dejar de insistir en que aún estos hallazgos no se pueden trasladar a los pacientes de edad avanzada, a centros quirúrgicos con mortalidad mayor de 1,5 %, ni al TAVI, del cual no existe evidencia aún.

¿Cuántos de nosotros trabajamos en centros que tengan mortalidad quirúrgica de CRVAo sostenida y publicada menor del 1,5 %?

Hasta que no contemos con información de resultados quirúrgicos locales que emulen o se acerquen

a los de los estudios mencionados, no estaremos en condiciones de extender la intervención en estenosis aórtica grave o moderada asintomática sin disfunción ventricular. Siempre debemos conocer la realidad local para mejorarla y actuar en consecuencia. Ese será el paso inicial para poder beneficiar realmente a nuestros pacientes.

**María Celeste Carrero**

# Desafíos de la anticoagulación en miocardiopatía chagásica y fibrilación auricular

## *Challenges of Anticoagulation in Chagasic Cardiomyopathy and Atrial Fibrillation*

FACUNDO I. ZUVIRÍA<sup>1</sup>

La miocardiopatía chagásica (MC) es la forma evolutiva de la infección crónica por *T. cruzi* que afecta hasta un 30 a 40 % de los pacientes que cursan la fase crónica de la enfermedad.

Sus manifestaciones incluyen desarrollo de insuficiencia cardíaca, trastornos de conducción eléctrica del corazón y taquiarritmias. Estos fenómenos se observan particularmente con más frecuencia que en otras miocardiopatías dilatadas, lo cual le confiere mayor mortalidad.

Así mismo la MC conlleva una serie de alteraciones estructurales y funcionales específicas que se asociarían a un mayor potencial tromboembólico; como el flujo lento en contexto de insuficiencia cardíaca, aneurismas ventriculares, trombos intracavitarios, dilatación auricular grave y fibrilación auricular (FA). (1)

En el trabajo publicado por Echeverría y cols. se evalúa el riesgo de eventos embólicos en pacientes con MC y FA que están bajo tratamiento anticoagulante. (2)

Aunque los anticoagulantes son un tratamiento estándar para prevenir eventos isquémicos en pacientes con FA, este estudio plantea la cuestión de si la anticoagulación convencional, ya sea mediante anticoagulantes directos o inhibidores de la vitamina K, resulta suficiente para proteger a los pacientes con MC. Para ello se analizó la incidencia de embolias sistémicas en pacientes anticoagulados con diagnóstico de FA, comparando aquellos con MC frente a los que presentan otras formas de miocardiopatía.

Resultó llamativo que, a pesar de estar bajo tratamiento anticoagulante óptimo, los pacientes con MC presentaron una incidencia acumulada de eventos embólicos significativamente mayor en comparación con aquellos con otras miocardiopatías. Esto ocurrió a pesar de que el grupo con MC tenía una puntuación CHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VAsC significativamente menor. (2)

Un aspecto interesante de este hallazgo es el hecho de que el riesgo embólico en la MC pareciera ser dis-

tintivo y no puede ser explicado completamente por los factores de riesgo tradicionales, ni por los *scores* clásicos sugeridos por las guías de práctica clínica.

Algunas publicaciones previas han intentado diseñar sistemas de puntuación de riesgo embólico específico en la enfermedad de Chagas a fin de guiar la decisión de anticoagulación en esta población, incluyendo variables como el grado de disfunción sistólica, presencia de aneurisma apical, repolarización ventricular anormal y edad. Lamentablemente, debido a la falta de validación externa, su aplicabilidad se ve restringida. (3)

Otro elemento importante que se destaca en el estudio es que el mayor riesgo de embolia en pacientes con MC persiste a pesar de la anticoagulación. Esto sugiere la posibilidad de que la anticoagulación estándar no sea suficiente para prevenir eventos embólicos en esta población particular y que se requiera un enfoque alternativo contemplando otros factores asociados.

Si bien el estudio tiene limitaciones como el tamaño relativamente pequeño de la muestra y la naturaleza retrospectiva del análisis los hallazgos proporcionan información valiosa que sugiere que los pacientes con MC deben ser evaluados de manera más compleja y pueden beneficiarse de enfoques de tratamiento anticoagulante personalizados incluso en ausencia de fibrilación auricular.

Esto subraya la necesidad de realizar más investigaciones para desarrollar pautas específicas de tratamiento en estos pacientes, optimizando así su manejo clínico.

### Consideraciones éticas

No aplica

### Declaración de conflicto de intereses

Los autores declaran que no tienen conflicto de intereses.

(Ver formularios de conflicto de intereses de los autores en la web)

REV ARGENT CARDIOL 2024;92:405-407. <http://dx.doi.org/10.7775/rac.es.v92.i5.20829>

Dirección para correspondencia: Facundo I Zuviría. E-mail: [facundozuviria477@gmail.com](mailto:facundozuviria477@gmail.com)



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

©Revista Argentina de Cardiología

<sup>1</sup> Jefe del Servicio de Ecocardiografía y miocardiopatías. Centro Integral de Arritmias Tucumán.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Lage TAR, Tupinambás JT, Pádua LB, Ferreira MO, Ferreira AC, Teixeira AL, et al. Stroke in Chagas disease: from pathophysiology to clinical practice. *Rev Soc Bras Med Trop.* 2022;55:e0575. <https://doi.org/10.1590/0037-8682-0575-2021>
2. Echeverría LE, Sánchez R, Mantilla AF, Pizarro MP, Jiménez O, Rojas LZ, et al. Riesgo de eventos embólicos en pacientes con miocardiopatía chagásica y fibrilación auricular a pesar de terapia antitrombótica: ¿es la anticoagulación suficiente? *Rev Argent Cardiol* 2024;92:278-85. <http://dx.doi.org/10.7775/rac.es.v92.i4.20795>.
3. Sousa AS, Xavier SS, Freitas GR, Hasslocher-Moreno A. Prevention strategies of cardioembolic ischemic stroke in Chagas' disease. *Arq Bras Cardiol.* 2008;91:306-10. <https://doi.org/10.1590/s0066-782x2008001700004>

## RESPUESTA DE LOS AUTORES

Agradecemos al Dr. Zuviría por sus comentarios sobre nuestro artículo "Riesgo de eventos embólicos en pacientes con miocardiopatía chagásica y fibrilación auricular a pesar de terapia antitrombótica: ¿la anticoagulación es suficiente?". Su análisis refuerza la relevancia de estos hallazgos y subraya la necesidad de una mayor investigación en este campo crucial.

Coincidimos plenamente con el Dr. Zuviría en que la miocardiopatía chagásica (MC) presenta un desafío único en el manejo antitrombótico. Las alteraciones estructurales y funcionales características de la MC, incluyendo aneurismas ventriculares, trombos intracavitarios y dilatación auricular grave, contribuyen a un perfil de riesgo tromboembólico distintivo que trasciende los factores de riesgo convencionales evaluados por escalas como el CHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc. (1) Adicionalmente, otros mecanismos fisiopatológicos como la disregulación autonómica y la presencia de trastornos intrínsecos de la coagulación juegan también un rol en el elevado riesgo de eventos embólicos en esta población. (2,3)

El Dr. Zuviría señala acertadamente las limitaciones de los sistemas de puntuación de riesgo embólico específicos para la enfermedad de Chagas, como el propuesto por Sousa et al. (1) Aunque estas iniciativas son valiosas, coincidimos en que su aplicabilidad clínica se ve obstaculizada por la falta de validación externa. Esto subraya la necesidad urgente de desarrollar y validar herramientas de estratificación de riesgo más robustas y específicas para esta población.

Un aspecto crítico que emerge de nuestro estudio es la persistencia del riesgo embólico elevado en pacientes con MC a pesar de la anticoagulación estándar. Este hallazgo plantea interrogantes fundamentales sobre la eficacia de los regímenes anticoagulantes convencionales en esta población y sugiere la necesidad de explorar estrategias de prevención alternativas o complementarias.

Agradecemos nuevamente los valiosos comentarios y esperamos que nuestro estudio sirva como base para futuras investigaciones en este campo.

Luis E. Echeverría<sup>1</sup>, Sergio A. Gómez-Ochoa<sup>1</sup>,  
Angie Yarlady Serrano-García<sup>1</sup>, Lyda Z. Rojas<sup>1</sup>

## BIBLIOGRAFÍA

1. Sousa AS de, Xavier SS, Freitas GR de, Hasslocher-Moreno A. Prevention strategies of cardioembolic ischemic stroke in Chagas' disease. *Arq Bras Cardiol.* 2008;91:306-10. <http://dx.doi.org/10.1590/s0066-782x2008001700004>
2. Echeverría LE, Serrano-García AY, Rojas LZ, Berrios-Bárcenas EA, Gómez-Mesa JE, Gómez-Ochoa SA. Mechanisms behind the high mortality rate in chronic Chagas cardiomyopathy: Unmasking a three-headed monster. *Eur J Heart Fail.* 2024; <http://dx.doi.org/10.1002/ejhf.3460>
3. Echeverría LE, Rojas LZ, Gómez-Ochoa SA. Coagulation disorders in Chagas disease: A pathophysiological systematic review and meta-analysis. *Thromb Res.* 2021;201:73-83. <http://dx.doi.org/10.1016/j.thromres.2021.02.025>

# Durabilidad de las prótesis biológicas en posición aórtica

## *Durability of Biological Prostheses in Aortic Position*

ANDRÉS IBARRA MONTANA<sup>1</sup>

Hace unos años la elección entre utilizar una prótesis aórtica biológica o mecánica parecía un poco más fácil. En la actualidad, la menor necesidad de anticoagulación asociado a la aparición de nuevas válvulas con mejores perfiles hemodinámicos y materiales, han logrado que

la balanza se cargue hacia el uso de bioprótesis. El problema, es que aún existe la duda sobre la durabilidad en el tiempo de las prótesis valvulares aórticas biológicas.

Daniel Navia y colaboradores, con su artículo publicado en la Revista Argentina de Cardiología "Durabili-

dad de prótesis valvulares aórticas biológicas: deterioro estructural e incidencia de eventos en el seguimiento alejado” nos ayudan a comprender un poco más sobre el tema. Sin bien puede tener las limitaciones propias de un estudio observacional de 20 años de duración, permite sacar conclusiones importantes. Como se logra ver en el estudio, la sobrevida alejada en los pacientes portadores de válvulas biológicas protésicas es elevada con algunas diferencias según el grupo etario que se evalúe. Además, se evidencia que el deterioro valvular estructural en este tipo de válvulas es poco frecuente. (1)

Estos hallazgos coinciden con otras investigaciones realizadas.

Caus y colaboradores, analizaron la tendencia en el reemplazo quirúrgico de la válvula aórtica, con válvulas biológicas versus mecánicas en pacientes de mediana edad, y observaron que existe una mayor preferencia por el uso de válvulas biológicas en lugar de válvulas mecánicas en estos pacientes. Además, no se encontraron diferencias significativas en la mortalidad temprana entre los dos tipos de válvulas. (2)

Si bien algunas de las guías clínicas sobre el manejo de valvulopatías consideran razonable la indicación de prótesis biológica en pacientes entre los 50 y 65 años, (3) es importante individualizar la indicación, conocer la historia clínica del paciente, sus comorbilidades, expectativa de vida y factores que puedan llevar al deterioro estructural valvular precoz, evitando así los riesgos y minimizando las reintervenciones.

En otro artículo, Daniel Pérez-Carmargo y colaboradores analizaron la supervivencia de pacientes de 50 a 69 años que recibieron una sustitución de válvula aórtica, utilizando prótesis biológicas o mecánicas. Los autores encontraron que no hay diferencias significativas en la supervivencia a largo plazo entre los dos tipos de prótesis. (4)

Es necesario continuar investigando para comprender mejor los factores que influyen en la durabilidad de estas prótesis, incluyendo el diseño de la prótesis, el tamaño y las técnicas de preservación tisular, con el objetivo de mejorar su rendimiento a largo plazo. Como especialistas es importante revisar continuamente los nuevos estudios y avances, que nos permitan tomar las mejores decisiones con y para nuestros pacientes.

#### Consideraciones éticas

No aplica

#### Declaración de conflicto de intereses

Los autores declaran que no tienen conflicto de intereses.

(Ver formularios de conflicto de intereses de los autores en la web)

---

#### BIBLIOGRAFÍA

1. Navia D, Espinoza J, Piccinini F, Vrancic M, Castro F, Aranda A, et al. Durabilidad de prótesis valvulares aórticas biológicas: deterioro estructural e incidencia de eventos en el seguimiento alejado. *Rev Argent Cardiol* 2024;92:277-83. <http://dx.doi.org/10.7775/rac.es.v92.i4.20794>.
2. Caus T, Chabry Y, Nader J, Fusellier JF, De Brux JL; EpiCard investigators (2023) Trends in SAVR with biological vs. mechanical valves in middle-aged patients: results from a French large multi-centric survey. *Front. Cardiovasc. Med* 2023;10:1205770. <http://dx.doi.org/10.3389/fcvm.2023.1205770>.
3. Otto CM, Nishimura RA, Bonow RO, Carabello BA, Erwin JP 3rd, Gentile F, et al. 2020 ACC/AHA Guideline for the Management of Patients With Valvular Heart Disease: Executive Summary: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Circulation* 2021;143:e35-e71. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000932>.
4. Pérez-Camargo D, Ramchandani B, Torres-Maestro B, Alswies AM, Cobiella-Carnicer J, Carnero-Alcázar M, et al. ¿Prótesis aórticas biológicas o mecánicas? Un análisis de supervivencia a largo plazo en pacientes de 50 a 69 años. *Cir Cardio* 2018;25:263-7. <https://doi.org/10.1016/j.circv.2018.07.007>

## La variable independiente del éxito...nuestra gente

*The Independent Variable for Success... our People*

Transcurría el 14 de diciembre del año 2023. La nueva mesa directiva asumía la dirección de la SAC en un contexto de la Argentina totalmente nuevo e impredecible. Un gobierno electo con una ideología absolutamente diferente. En esos primeros meses políticas económicas de shock determinaron una enorme impredecibilidad en todos los ámbitos del país. Desconocimiento de las nuevas reglas de juego, actualización de los precios relativos, imposibilidad de planificar un presupuesto, proyecto de dolarización de la economía, recortes en áreas muy sensibles como la ciencia y la educación, una crisis social difícil de atravesar, deterioro de los ingresos y honorarios de toda la población generaban un futuro incierto. La SAC, o sea nosotros, no estábamos exentos de todas estas adversidades. Recuerdo la enorme cantidad de horas y reuniones que en esos primeros 6 meses la mesa directiva, el staff de la sociedad y los patrocinadores tuvimos para estructurar y ejecutar un presupuesto hecho sobre bases en parte estudiadas, pero también en parte intuitivas.

Probablemente un factor se nos pasó por alto. No por desconocimiento. Sino porque a veces uno desconoce como algunas variables juegan en el partido "Institución" versus "Las Circunstancias". Y ganamos por goleada...por la enorme capacidad creativa de nuestros miembros, su amor por su sociedad, su capacidad de trabajo y su avidez por aprender, atributos únicos para vencer cualquier dificultad. Y en este combo y aunque no parezca tan idílico, mínima morosidad.

Y así fue. Hubo récord de inscripciones en los cursos y congresos de Imágenes y de prevención cardiovascular, cardiometabolismo e hipertensión,

participaciones en webinars, concurrencia a las jornadas en el país. Asimismo, un trabajo enorme de las Áreas y Consejos en la generación de consensos y documentos de posición sobre diferentes temáticas que nos ubican como líderes regionales. El Manual de Cardiología SAC, el primero en nuestra historia. Podcasts, permanente difusión de todas nuestras actividades desde el ARI y prensa y comunicación, nuestro nuevo canal de *streaming* SAC y la alegría y el entusiasmo de nuestra gente potenciaron nuestra vida institucional. Estamos muy agradecidos con nuestros financiadores que nos acompañaron porque ven en la SAC una mística de trabajo que es determinante para que una inversión sea exitosa.

En pocos días festejaremos los 50 años de un hito histórico para nuestra SAC y que fue la organización del VII Congreso Mundial de Cardiología del año 1974, el cual nos permitió abrir nuestras puertas e integrarnos definitivamente al mundo. El predio de la Sociedad Rural de Palermo será el escenario del congreso de habla hispana más grande del mundo. Dieciocho salones con actividades simultáneas, 1300 disertantes, 2500 participaciones científicas, 160 mesas y encuentros, 380 trabajos presentados, 57 invitados extranjeros y la presencia de los presidentes de las Sociedades Latinoamericanas, ACC, AHA y Europea.

Una fiesta organizada por nuestros miembros, residentes, enfermeros, técnicos, nuestra fundación y nuestros pacientes. Nuestra gente...

**Víctor Mauro**<sup>MTSAC</sup> 

Presidente de la Sociedad Argentina de Cardiología



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>