



# Revista Chilena de Cardiología

## **Editorial**

Zalaquett R. David Bennett Sr.: camino de esperanza.

---

## **Trabajos de Investigación**

Cardona H, et al. Funcionalidad del adulto con enfermedad cardiovascular en la hospitalización.

Hameau R, et al. Balonplastía aórtica minimalista.

Ubeda C, et al. Avances en protección radiológica en cardiología intervencionista pediátrica.

---

## **Casos Clínicos**

Mella R, et al. Ablación de tormenta eléctrica apoyada por ECMO.

Ricarte J, et al. Trombolisis sistémica en embolia cerebral múltiple post infarto.

---

## **Comentario Editorial**

Martínez A. Trombosis ventricular post infarto.

---

## **Imágenes en Cardiología y Cirugía Cardiovascular**

Bitar P, et al. Cuádruple reemplazo valvular cardíaco en paciente con síndrome de carcinoide.

---

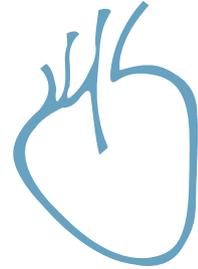
## **Artículo de Revisión.**

Peña R, et al. Efecto de temperaturas extremas en la incidencia de enfermedades cardiovasculares.

---

## **Carta al Editor**

Lama A. La relevancia de mirar mejor la onda P.



## Agradecimiento a Revisores año 2021

La Revista Chilena de Cardiología agradece a los siguientes especialistas, por su colaboración como REVISORES de los trabajos publicados durante el año 2021 en nuestras ediciones.

Dr. Daniel Navia	Klga. Rosario López
Dra. Mónica Acevedo	Dr. Pedro Marín
Dr. Felipe Aninat	Dr. Alejandro Martínez
Dra. María Virginia Araya	Dra. Cecilia Muñoz
Dra. Patricia Bitar	Dr. Gabriel Olivares
Dr. Jorge Carvajal	Dr. Alejandro Paredes
Dr. Mario Chiong	Dr. Carlos Pérez
Dr. Carlos Fernández	Dr. Fernando Pineda
Klgo. Rodrigo Fuentes	Dra. Clara Quiroga
Dr. Luigi Gabrielli	Dr. Alfredo Ramírez
Dra. Cecilia García	Dr. Andrés Schuster
Dr. Víctor Dayan	Dr. Enrique Seguel
Dr. Roberto González	Klga. Pamela Serón
Dr. Joaquín Gundelach	Dr. Alex Stockins
Dr. Sebastián Iturra	Dr. Nicolás Véas
Dra. Denisse Lama	Dr. Julián Vega



## Sociedad Chilena de Cardiología y Cirugía Cardiovascular

### Presidente

Dr. Víctor Rossel M.

### Vice-presidente

Dr. Luis Sepúlveda M.

### Past president

Dr. Juan Carlos Prieto D.

### Directores 2021-2022

Dra. Patricia Álvarez Z.

Dr. Francisco Garay G.

Dra. Tatiana Leal I.

Dr. Pablo Ramírez E.

Dr. Jorge Sandoval B.

### Directores 2022-2023:

Dr. Alex Bittner B.

Dra. Catherine Bravo F.

Dr. Ricardo Larrea G.

Dr. Pablo Sepúlveda V.

Dr. José Luis Winter del R.

### Filiales

Presidente Filial V Región

Dr. Hugo Martínez F.

Presidente Filial Concepción

Dr. Enrique Seguel S.

Presidente Filial Sur

Dr. Eduardo Garcés F.

### Capítulos Sociedad Chilena de Cardiología y Cirugía Cardiovascular

**Arica:** Dra. María Eugenia Salinas C.

**Iquique:** Dr. Pablo Gaete S.

**Antofagasta:** Dr. Juan Antonio Cotoras M.

**La Serena:** Dr. Claudio Bugueño G.

La Revista Chilena de Cardiología, fundada originalmente como Boletín de Cardiología por el Dr. Alexis Lama Toro, publica trabajos originales y artículos de revisión sobre temas de interés cardiológico, cardioquirúrgico y vascular. Los trabajos deben enviarse solamente por vía electrónica a [revistacardiologia@sochicar.cl](mailto:revistacardiologia@sochicar.cl), respetando las instrucciones a los autores que se incluyen en cada número de la revista. Los trabajos serán sometidos a arbitraje de expertos previamente a su publicación. La revista se reserva el derecho de rechazar o hacer correcciones de forma a los textos enviados. Esta revista puede leerse también en formato digital ingresando a [www.sochicar.cl](http://www.sochicar.cl) y [www.scielo.cl](http://www.scielo.cl). Producción Gráfica: taller700 / [patriciouribeb@taller700.cl](mailto:patriciouribeb@taller700.cl) / Impresión: A Impresores.

Sociedad Chilena de Cardiología y Cirugía Cardiovascular  
Alfredo Barros Errázuriz 1954, Oficina 1601 Providencia. Santiago de Chile.  
Teléfonos 268 0076 · 269 0077 · 269 0078 · Fax 269 0207  
Correo electrónico: [revistacardiologia@sochicar.cl](mailto:revistacardiologia@sochicar.cl)  
[www.sochicar.cl](http://www.sochicar.cl)



## Revista Chilena de Cardiología y Cirugía Cardiovascular

### **Editor**

Dr. Ricardo Zalaquett S.

### **Co-Editor**

Dr. Gastón Chamorro S.

### **Editores Adjuntos**

Dra. Mónica Acevedo B.

Dr. Sergio Lavandero G.

Dr. Enrique Seguel S.

### **Editor Resúmenes en Inglés**

Dr. Gastón Chamorro S.

### **Periodista**

Srta. Perla Ordenes L.

### **Secretaria**

Srta. Andrea Tapia V.

### **Comité Editorial Asesor**

Dr. Mario Alfaro D. Hospital San Borja Arriarán.

Dra. María Virginia Araya A. Centro Médico Iquique.

Dr. Juan Carlos Bahamondes S. Hospital Regional de Temuco.

Dr. Raúl Barrero V. Hospital de Puerto Montt.

Dr. Gastón Dussaillant N. Hospital Clínico Universidad de Chile.

Dr. Manuel Espíndola S. Clínica Las Condes.

Dr. Carlos Fernández C. Clínica Santa María.

Dr. Luigi Gabrielli N. Pontificia Universidad Católica de Chile.

Dr. Douglas Greig U. Clínica Universidad de Los Andes.

Dr. Alexis Lamas T. Universidad Andrés Bello.

Dr. Gabriel Maluenda R. Clínica Alemana.

Dr. Alejandro Martínez S. Pontificia Universidad Católica de Chile.

Dra. Lucía Teresa Massardo V. Universidad de Chile.

Dra. Carolina Nazzari N. Universidad de Chile.

Dra. María Paz Ocaranza J. Pontificia Universidad Católica de Chile.

Dr. Gabriel Olivares, Clínica Universidad de Los Andes.

Dr. Víctor Rossel M. Hospital del Salvador.

Dra. Pamela Serón S. Universidad de la Frontera.

Dra. Paola Varleta O. Hospital DIPRECA.

### **Comité Editorial Asesor Internacional**

Dr. Josep Brugada, Universidad de Barcelona, España.

Dr. Pedro J. del Nido, Boston Children's Hospital, Harvard Medical School, Boston, USA.

Dr. Marco Antonio Martínez-Ríos, Instituto Nacional de Cardiología de México "Ignacio Chávez" México.

Dr. Carlos A. Mestres, Universitätsspital Zürich, Zürich, Suiza.

Dr. Carlos A. Morillo, McMaster University, Ontario, Canadá.

Dr. Augusto Pichard, Medstar Washington Hospital Center Washington, USA.

Dr. Conrad Simpfordorfer, Cleveland Clinic Foundation, Cleveland, Ohio, USA.

Dr. Tomás Romero, Sharp Chula Vista Medical Center, California, Usa.

Dr. Scott Wright, FACC, FESC, FAHA, Mayo Clinic, Rochester, MN.



# Índice

## Editorial

---

- **David Bennett Sr.: Camino de Esperanza. El xenotrasplante, ahora sí, a la “vuelta de la esquina”.** 8  
*Ricardo Zalaquett.*

## Trabajos de investigación

---

- **Evaluación funcional del adulto mayor con enfermedad cardiovascular durante la hospitalización: Scoping Review.** 10  
*Hellen Cardona, Alejandra Jiménez, Jenny Vitery.*
- **Técnica minimalista para valvuloplastía aórtica percutánea.** 19  
*René Hameau, Mario Fanta, Ricardo Blacud, Gabriel Maluenda, Ricardo González, Alfonso Olmos, Osvaldo Pérez.*
- **Avances y desafíos de la protección radiológica en cardiología intervencionista pediátrica para Chile entre los años 2013-2021.** 28  
*Carlos Ubeda, Patricia Miranda, Eliseo Vaño, Daniel Aguirre, Luis Cárdenas, Nemorino Riquelme, Anamaría Álvarez.*

## Casos clínicos

---

- **Membrana de circulación extracorpórea veno-arterial para ablación de tormenta eléctrica en shock cardiogénico: caso clínico.** 34  
*Rodrigo Mella, Luis Quiñiñir, Víctor Neira, Juan Carlos Bahamondes, Rodrigo Miranda, Leandro Ortega, Ronald Trujillo.*
- **Trombolisis sistémica complicada en embolia cerebral múltiple por trombo intraventricular.** 39  
*Juan P. Ricarte B, Federico Liberman, Roberto S. Cooke, Luciana Auad, Julio O. Bono.*



---

## Comentario editorial

---

- *Trombosis ventricular post infarto: Casi olvidamos esta complicación.* 45  
*Alejandro Martínez.*

## Imágenes en Cardiología y Cirugía Cardiovascular.

---

- *Cuádruple reemplazo valvular cardíaco en paciente con síndrome de carcinoide.* 48  
*Patricia Bitar, Patricio Venegas, Ricardo Zalaquett.*

## Artículo de revisión

---

- *Efecto de las temperaturas extremas en la incidencia de enfermedades cardiovasculares: revisión bibliográfica 2016-2022.* 51  
*Roberto Peña, Macarena Valdés, Carolina Nazzal.*

## Carta al Editor

---

- *La relevancia de mirar mejor la onda P.* 65  
*Alexis Lama.*



## Summary

### Editorial

---

- **David Bennett Sr.: Pathway of Hope. The xenotransplant, now really, “around the corner”.** 8  
*Ricardo Zalaquett.*

### Research

---

- **Functional evaluation during hospitalization of older patients with cardiovascular disease.** 10  
*Hellen Cardona, Alejandra Jiménez, Jenny Vitery.*
- **Minimally invasive balloon aortic valve valvuloplasty.** 19  
*René Hameau, Mario Fanta, Ricardo Blacud, Gabriel Maluenda, Ricardo González, Alfonso Olmos, Osvaldo Pérez.*
- **Updating radiological protection for interventional procedures in pediatric cardiology in Chile.** 28  
*Carlos Ubeda, Patricia Miranda, Eliseo Vaño, Daniel Aguirre, Luis Cárdenas, Nemorino Riquelme, Anamaría Álvarez.*

### Clinical cases

---

- **Veno-arterial Extracorporeal Membrane Oxygenation (ECMO) used for support during ablation of ventricular electrical storm: Case report.** 34  
*Rodrigo Mella, Luis Quiñiñir, Víctor Neira, Juan Carlos Bahamondes, Rodrigo Miranda, Leandro Ortega, Ronald Trujillo.*
- **Systemic thrombolysis following multiple embolic cerebral lesions in a patient with myocardial infarction and intraventricular thrombus.** 39  
*Juan P. Ricarte B, Federico Liberman, Roberto S. Cooke, Luciana Auad, Julio O. Bono.*



---

### Editorial comment

---

- *Intraventricular thrombosis in myocardial infarction: a forgotten complication.* 45  
*Alejandro Martínez.*

### Images in Cardiology and Cardiovascular Surgery

---

- *Quadruple heart valve replacement in a patient with Carcinoid Syndrome.* 48  
*Patricia Bitar, Patricio Venegas, Ricardo Zalaquett.*

### Review article

---

- *Effect of extreme temperatures on the incidence of cardiovascular diseases.* 51  
*Roberto Peña, Macarena Valdés, Carolina Nazzari.*

### Letter to Editor

---

- *The significance of paying attention to the P wave.* 65  
*Alexis Lama.*



## David Bennett Sr.: Camino de Esperanza El xenotrasplante, ahora sí, a la “vuelta de la esquina”

### David Bennett Sr.: Pathway of Hope The xenotransplant, now really, “around the corner”

Ricardo Zalaquett  
Editor  
Revista Chilena de Cardiología

Recibido el 29 de marzo 2022 / Aceptado el 30 de marzo 2022

Rev Chil Cardiol 2022; 41: 8-9

Este martes 8 de marzo de 2022 falleció a sus 57 años, de causas aún no bien definidas, David Bennett Sr., el primer ser humano en recibir un corazón de cerdo genéticamente modificado, con el que sobrevivió por 59 días. Puede parecer poco tiempo, pero es conveniente recordar que el primer paciente con un trasplante de corazón de un donante humano, efectuado en 1967, en Ciudad del Cabo, sobrevivió solo 18 días. En ese entonces, el escepticismo reemplazó rápidamente a la admiración y al sobrecogimiento inicial, para dar paso a un vendaval de críticas y admoniciones. Hoy, el alotrasplante de corazón es un procedimiento completamente aceptado y rutinario. Previamente, en 1964, en la Universidad de Mississippi, se había efectuado el primer trasplante cardíaco propiamente tal en un ser humano utilizando un corazón de chimpancé. Si bien el paciente falleció 90 minutos

después de haber sido separado de la circulación extracorpórea, por ser el corazón de muy pequeño tamaño para soportar todo el retorno venoso del receptor, se estableció la factibilidad técnica del procedimiento. Veinte años después, en 1984, en la Universidad de Loma Linda, California, una recién nacida con un corazón izquierdo hipoplásico, conocida mundialmente como Baby Fae, recibió el corazón de un mandril, con el que sobrevivió 20 días, demostrando, así, que un corazón animal podía mantener la circulación de la sangre de un ser humano.

David Bennett Sr., recibió el 7 de enero de este año, en la Universidad de Maryland, Baltimore, el corazón de un cerdo, pero, ahora, genéticamente modificado, con el que sobrevivió tres veces más que el primer paciente con un alotrasplante cardíaco y que Baby Fae con un corazón de

---

**Correspondencia:**  
Dr. Ricardo Zalaquett S  
Barros Errázuriz 1954, Of. 1601  
Providencia, Santiago, Chile  
rzalaquett@sochicar.cl



Figura 1.



*David Bennett Sr., el primer ser humano en recibir un corazón de cerdo genéticamente modificado, el 7 de enero de 2022, en la Universidad de Maryland, Baltimore, con el que sobrevivió 59 días, junto a su cirujano, Bartley P. Griffith, M.D.,*

mandril.

Si bien la idea de la modificación genética de animales, y especialmente del cerdo, y del establecimiento de granjas transgénicas con este fin, tiene más de 40 años, durante los cuales cada año se ha sostenido que el xenotrasplante de corazón está “a la vuelta de la esquina”, por primera vez se logró bloquear tres de los genes del cerdo que desencadenan una respuesta inmune de rechazo tisular y agregar seis genes humanos, los que facilitan la aceptación del órgano trasplantado por parte del receptor. Finalmente, se efectuó una decima modificación genética, para evitar la respuesta del corazón del cerdo a las hormonas de crecimiento, asegurándose que este mantenga

su tamaño “humano”. Cabe recordar que recientemente, en 2021, en Nueva York, dos personas en muerte cerebral recibieron transitoriamente un trasplante renal de la misma línea de cerdos genéticamente modificados. En ambos casos, los riñones no fueron rechazados y funcionaron normalmente. En estos tres casos, los cerdos provinieron de una instalación de “grado Médico”, esto es, instalaciones que exceden los requerimientos de calidad y seguridad exigidos por la FDA para estos fines. Así, puede que aún quede mucho camino por recorrer, habrá numerosos e ingentes problemas, entre ellos éticos y legales, que resolver, pero, la partida en esta carrera de esperanza, ¡ya se ha dado!.



## Evaluación funcional del adulto mayor con enfermedad cardiovascular durante la hospitalización: Scoping Review

Hellen Cardona R.<sup>1,2Ft</sup>, Alejandra Jiménez A.<sup>1,2Ft</sup>, Jenny Vitery R.<sup>1,2,3,4.Ft</sup>

Universidad de Santiago de Cali, Cali –Colombia.

1. Fisioterapia, Facultad de Salud, Universidad Santiago de Cali. Cali, Colombia.
2. Grupo de investigación Salud y Movimiento, Facultad de Salud, Universidad Santiago de Cali. Cali, Colombia.
3. Escuela de Rehabilitación Humana. Facultad de Salud, Universidad del Valle. Cali, Colombia.
4. Grupo Nutrición, Facultad de Salud, Universidad del Valle. Cali, Colombia.

*Fuente de financiamiento:*

Este estudio no recibió financiación, pero está vinculado al proyecto de investigación “relación de fuerza muscular respiratoria con composición corporal y riesgo cardiovascular”, financiado por la Universidad Santiago de Cali.

*Conflicto de Interés:*

Los autores declaran no tener conflicto de interés

Recibido el 08 de diciembre 2021 / Aceptado el 07 de enero 2022

Rev Chil Cardiol 2022; 41: 10-18

**Introducción:** Un evento cardiovascular puede reducir o alterar la capacidad funcional de las personas y, por ende, afectar el desempeño adecuado en el ámbito físico, familiar, social y laboral. La OMS ha definido la salud de los adultos mayores por su capacidad funcional y no por sus limitaciones, discapacidades o enfermedades. Por lo tanto, la calidad de vida de los adultos mayores está estrechamente relacionada con la capacidad funcional y el conjunto de condiciones que le permiten participar en su propio autocuidado, en la vida social y familiar.

**Objetivo:** El objetivo de este estudio es explorar la evidencia existente en la última década acerca de las pruebas y escalas de funcionalidad usadas en población adulta mayor con enfermedad cardiovascular durante su hospitalización y que reciben tratamiento de terapia física.

**Métodos:** Se usó la metodología Scoping Review, usando los términos DeCS/MeSH: cardiac, rehabilitation, cardiovascular disease, physical therapy, elderly, inpatient, y functionality. La revisión siguió el modelo PRISMA para ordenar y sintetizar los resultados. Las bases de datos consultadas fueron: Pubmed, Scielo, Scencedirect y Scopus, Lilacs, PeDro.

**Resultados:** 20 artículos fueron seleccionados en los cuales se identificó que las escalas de valoración funcional más utilizadas fueron: caminata de 6 minutos, escala de independencia (FIM), Percepción de salud SF -36.

**Conclusiones:** La evidencia encontrada para guiar la rehabilitación física en paciente adulto mayor muestra cambios significativos en el incremento de la capacidad funcional.

**Palabras clave:** Adulto funcional; calidad de vida.

**Correspondencia:**

Jenny Vitery Ramos.  
Fisioterapia, Facultad de salud, Universidad Santiago de Cali,  
Cali – Colombia.  
jenny.vitery00@usc.edu.co



## Functional evaluation during hospitalization of older patients with cardiovascular disease

**Introduction:** A cardiovascular event can reduce or alter the functional capacity of people affecting the physical capacity, and the performance in family, social and work environments. The WHO has defined the health of older adults by their functional capacity and not by their limitations, disabilities or illnesses. Therefore, the quality of life of older adults is closely related to the functional capacity and the set of conditions that allow them to participate in their own self-care, in social and family life. The aim of this study was to explore the existing evidence in the last decade about the tests and scales of functionality used in older adults with cardiovascular disease receiving physical therapy during hospitalization.

**Methods:** The Scoping Review methodology was used. Mesh and DeCS/MeSH terms included

were cardiac, rehabilitation, cardiovascular disease, physical therapy, elderly, inpatient and functionality. The review followed the PRISMA model to sort and synthesize the results. The databases consulted were: Pubmed, Scielo, Science direct and Scopus, Lilacs, PeDro.

**Results:** 20 articles were selected in which it was identified that the most used functional assessment scales were: The 6-minute walk test, the Independence scale (FIM) and the Health Perception scale (SF-36).

**Conclusion:** In older patients the functional tests identified allowed to detect significant improvements in functional capacity following cardiac rehabilitation.

**Keywords:** Elderly functional; quality of life.



## Introducción:

Después de una cirugía cardiovascular o descompensación clínica por enfermedad cardiovascular (ECV), los adultos mayores tienen mayor riesgo de complicaciones por encefalopatía e inmovilidad prolongada. Se espera que al 2030, las cuatro principales causas de muerte a nivel mundial serán Enfermedad Isquémica del Corazón (EIC), Enfermedad Cardiovascular (ECV), VIH/sida, y la Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica, siendo la EIC la más frecuente. Por lo tanto, la Organización Mundial de la Salud (OMS) aconseja la inclusión de pacientes con enfermedad cardiovascular en programas de rehabilitación cardíaca (PRC) de forma temprana<sup>1</sup>.

Según datos del Instituto Nacional de Salud de Colombia (INS), el 42% de muertes por ECV se relacionan con (EIC), enfermedad con mayor carga según años de vida potencialmente perdidos<sup>2</sup>. En el análisis estadístico por mortalidad reportado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) entre 1998 y 2011, se encontró que 13,2% de las muertes fueron por EIC, siendo la principal causa de muerte en 27 departamentos, y la segunda en los 7 restantes, incluido el Valle de Cauca, además es más frecuente en hombres (55,6%), y en mayores de 75 años (50%)<sup>3</sup>.

La ECV incluye patologías con desórdenes del corazón y los vasos sanguíneos, como la enfermedad coronaria, la enfermedad cerebrovascular, enfermedad arterial periférica, enfermedad cardíaca congénita, trombosis venosa profunda y tromboembolismo pulmonar<sup>4</sup>. Una vez instaurada la enfermedad primaria, los pacientes experimentan una reducción de su capacidad física que provoca mayor sedentarismo con el consecuente desajuste físico, lo que agrava el cuadro clínico al afectarse el volumen de masa muscular especialmente en extremidades inferiores, lo cual puede deberse a baja regulación metabólica y aporte de sustratos energéticos, a disfunción mitocondrial, como también por reducción de proteínas contráctiles en fibras musculares tipo I y II, en músculos como el diafragma y músculos grandes que soportan el peso del cuerpo, lo que conlleva a deterioro progresivo de las cualidades físicas y una menor capacidad aeróbica<sup>5</sup>.

El ejercicio se ha propuesto como un pilar de la rehabilitación en pacientes que han presentado estas enfermedades, siendo determinante la evaluación del nivel funcional del individuo para establecer las necesidades de intervención y el pronóstico de recuperación. De acuerdo con la evidencia, la condición física y la fuerza muscular son buenos predictores de la calidad de vida y pronósti-

co a nivel funcional. El análisis de variables fisiológicas, como el consumo de oxígeno medido de forma indirecta (VO<sub>2</sub>) y las constantes vitales, son marcadores de la eficiencia cardiovascular y tolerancia al esfuerzo. Estas variables también se tienen en cuenta en el entorno clínico hospitalario, para determinar la capacidad funcional del adulto mayor en actividades frecuentes como las de autocuidado y las actividades de la vida diaria, para determinar el gasto energético requerido (en Mets). Durante el proceso de rehabilitación la ganancia de 1 MET supone un aumento de la supervivencia de 12% en hombres y del 17% en mujeres<sup>6</sup>.

Algunos estudios han mostrado la importancia de la evaluación del nivel cognitivo y funcional pre y posquirúrgico para estratificar el riesgo de posibles complicaciones relacionadas a la cirugía y las comorbilidades, como también el pronóstico<sup>7</sup>. Sin embargo, actualmente la evaluación del estado funcional no es un componente formal habitual en el entorno intrahospitalario y la evidencia disponible respecto al adulto mayor es heterogénea. Así, con el propósito de explicar principalmente la calidad de vida del paciente con ECV, la evaluación del nivel cognitivo se enfoca especialmente en determinar el estado de ansiedad y depresión, mientras que el nivel de funcionalidad se ha estudiado a través de diversas escalas y pruebas estandarizadas tales como la Escala de funcionalidad FIM, el cuestionario SF - 36, el Test de caminata de los 6 minutos, el Medical Research Council (MRC)<sup>8</sup>.

Teniendo en cuenta que la prescripción del ejercicio se establece a partir de la medición de variables que informan el nivel funcional y las cualidades físicas, y que al respecto la literatura es escasa, se propone esta revisión de barrido que busca identificar las escalas de valoración funcional más frecuentemente usadas en el adulto mayor con ECV que reciben tratamiento con terapia física, durante la última década a nivel mundial.

## Materiales y métodos:

Se utilizó "revisión exploratoria" o Scoping Review<sup>9</sup> que permite hacer una revisión general de literatura heterogénea respecto a un tema y que requiere un mapeo sistemático de la evidencia localizada. Esta metodología permite revisar áreas de estudio poco frecuente o en las cuales las metodologías de los estudios realizados son muy variadas. Permite identificar áreas potenciales a investigar y nuevas hipótesis de estudio<sup>9</sup>.

Se realizó una búsqueda con términos MeSH y DeCS "cardiovascular disease", "cardiac rehabilitation", functional, outcomes, physical therapy, physiotherapy, activi-

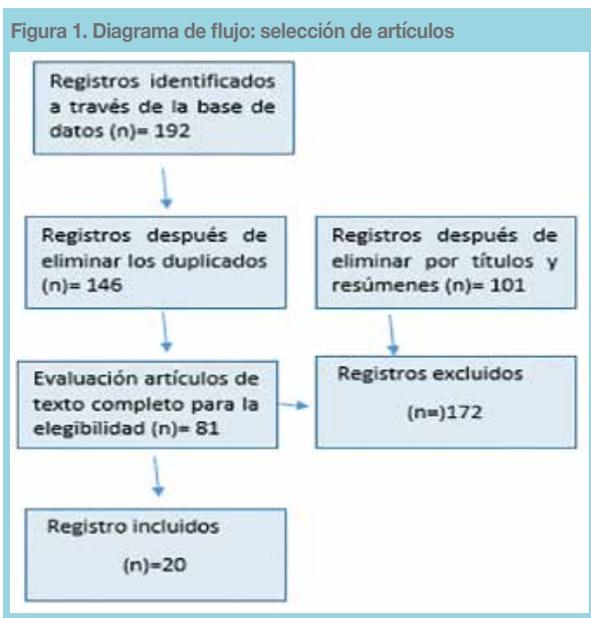


Tabla 1. Resumen de los artículos que cumplieron con los criterios de selección

Autor/ año/ País	Tipo de estudio	Prueba o escala para funcionalidad	Genero  F:1 o M:2 ambos: 3	Profesión del autor
Lavente K. et al. et al. 2010 Alemania	Estudio descriptivo	encuesta de salud 36 sf-36 índice de función eréctil (FE)	3	Personal medico
Robert Berent et al. 2011 Austria	Estudio descriptivo de cohorte	Cicloergoespirometría	3	Equipo fisioterapéutico
Lufei Y. et al. 2012 Estados unidos	Ensayo controlado aleatorizado	Índice de estado de actividad de Duke o DASI	2	Enfermeras
Lufei Y. et al. 2013 Estados unidos	Ensayo controlado aleatorizado	Medida de Independencia funcional (FIM), Test de caminata de 6 minutos y Perfil de salud de Nottingham (NHP)	3	Equipo fisioterapéutico
Alsara O. et al. 2014 Estados unidos	Estudio descriptivo de cohorte retrospectivo	escala de la medida de independencia funcional FIM	3	Equipo fisioterapéutico
Chia-Hsin C. et al. 2014 China	Ensayo controlado aleatorizado	test de caminata de 6 minutos, prueba Timed Up and Go la prueba de fuerza de agarre cuestionario 36 (SF-36)	3	Personal medico
Soo Hao Soon Y. et al. 2015 Australia	Estudio descriptivo de cohorte	SF-36	3	Personal medico
Andrew N. et al. 2015 Canadá	Ensayo controlado aleatorizado	Acelerometría multidireccional prueba de caminata de 6 minutos	3	Personal medico
Axel P. et al. 2016 Alemania	Ensayo controlado aleatorizado	Test de caminata de los 6 minutos	3	Personal medico
Mariana R.P. et al. 2016 Brasil	Estudio descriptivo de cohorte	Test de caminata de los 6 minutos	3	Equipo fisioterapéutico
Luis F. et al. 2016 España	Estudio descriptivo de cohorte	Test de caminata de los 6 minutos	3	Equipo fisioterapéutico
Ullian M. et al. 2016 Estados Unidos	Estudio transversal descriptivo	TICS-m cuestionario	3	Enfermería
Annett S. et al. 2017 Alemania	Estudio transversal descriptivo	Evaluación Cognitiva de Montreal (MoCA)	3	Personal medico
Nelson F. G. et al. 2017 Colombia	Estudio transversal descriptivo	test de 6 minutos	3	Personal medico
Bonnie G. S. et al. 2017 Estados unidos	Ensayo controlado aleatorizado	test de 6 minutos	2	enfermería
Ágata V. et al. 2017 Portugal	Ensayo controlado aleatorizado	Cuestionario Mac New (calidad de vida)	3	Equipo fisioterapéutico
João N. et al. 2018 Brasil	Ensayo controlado aleatorizado	test de caminata 6 minutos	3	Equipo fisioterapéutico
Annett S. et al. 2019 Alemania	Estudio retrospectivo descriptivo	test de caminata 6 minutos, la Escala Hospitalaria de Ansiedad y Depresión (HADS)	3	Personal medico
Annett S. et al. 2019 Alemania	Estudio transversal descriptivo	Test de caminata 6 minutos, ergometría	3	Personal medico
Segura C. et al.	Estudio de caso	Test de caminata 6 minutos	1	Personal medico



ty, “elderly”, unidos por AND. Los criterios de inclusión fueron: artículos, en inglés o español, que estuvieran disponible en texto completo. La población estudiada fue adultos mayores, mujeres y hombres, en quienes se realizaron evaluaciones de la funcionalidad. Las bases de datos consultadas fueron: Pubmed, Scopus, Scielo Medline, BVS, PeDro. El período de revisión abarcó desde los años 2010 a 2020.



El proceso de búsqueda bibliográfica se refleja en los registros identificados (Figura 1), siguiendo el modelo PRISMA.<sup>10</sup> Se seleccionaron 20 estudios para su análisis (Tabla 1), con los cuales se realizó la síntesis de resultados para los criterios de análisis planteados: escalas de valoración de la funcionalidad en sujetos con enfermedad cardiovascular que están en un proceso de rehabilitación, uso de instrumentos (pruebas directas o indirectas, escalas) que estratifican el nivel de funcionalidad en el adulto mayor hospitalizado por ECV, parámetros de medición de la funcionalidad respecto al a la función y su estado clínico, medidas de resultado y criterios de seguimiento. Se excluyen estudios sin acceso libre, o no pertenecientes al dominio de las bases de datos de la Universidad Santiago de Cali.

### Resultados:

Se identificaron 192 artículos, que cumplían los criterios ya mencionados. Se filtraron los artículos por títulos, resúmenes y finalmente lectura completa que cumplieran

los criterios de inclusión. Finalmente, se clasificaron por criterios de análisis. Se seleccionaron 20 artículos que aportaron información acerca de la evaluación de la funcionalidad en población adulta mayor con enfermedad cardiovascular después del tratamiento con terapia física. Los estudios revisados estaban distribuidos por año de publicación entre 2010 y 2019. Un 60% (12 artículos) correspondían al período 2016 al 2019, mientras que 40% (8 artículos) correspondían a publicaciones desde 2010 hasta 2015.

Los artículos fueron publicaciones principalmente de Alemania (5), Estados Unidos (5) y Brasil (3) y según el año de publicación los más recientes fueron de Colombia, España y Portugal.

Respecto de los autores, destacan dos de Alemania; Annett Salzwe, médico fisiatra con posdoctorado en humanidades con 3 artículos, y Heinz Völler, médico internista y cardiólogo, con otros 3 artículos. El fisioterapeuta Francis López Pacagnell destaca en 2 estudios realizados en Brasil. Respecto a los profesionales interesados en este tema, se reconoce que 50% de estos estudios son realizados por médicos, 35% por fisioterapeutas y 15% por profesionales en enfermería.

Respecto de la metodología, 12 artículos (60%) eran estudios descriptivos. En ellos se logró analizar la efectividad de programas de ejercicio físico sobre variables antropométricas. 5 artículos estudiaron la percepción de fatiga y la tolerancia al esfuerzo medida con escala de Borg y test de caminata de los 6 minutos, en pacientes sedentarios con factores de riesgo cardiovascular. También se encontraron dos estudios cuyo propósito fue analizar los factores que influyen en la calidad de vida relacionada con la salud, después de una intervención coronaria percutánea primaria por infarto de miocardio. Así mismo, un estudio analizó los resultados de la rehabilitación hospitalaria en pacientes con enfermedad cardiovascular, evaluados con la Escala Medida de Independencia Funcional (FIM). En todos ellos, se demostró mejoras significativas en la rehabilitación hospitalaria. Otros aspectos evaluados en estos estudios y reportada en solo uno de los artículos fue, en el estudio de Levente et al., la medición en el hombre de la función eréctil, mediante el dominio EF de la versión alemana, del Índice Internacional de la Función Eréctil, mientras que la mujer fue evaluada con la versión alemana del Índice de Función Sexual de la Mujer, a su vez este estudio midió ansiedad y depresión a través de la escala HADS y calidad de vida relacionado al estado de salud mental con el formulario FS-36. (Levente 2010), el test de MoCA: Evaluación Cognitiva de Mon-



treal, Ttics-m, y la Ciclo Ergo espirometría. De los artículos revisados, el 40% (8 artículos) fueron ensayos clínicos controlados, los cuales tuvieron muestras pequeñas (entre 27 y 46 sujetos). En la mayoría, el propósito de los estudios fue analizar los efectos beneficiosos del entrenamiento físico. A su vez, se comparaba la capacidad funcional y la actividad diaria. Asimismo, 30% (6 artículos) estudiaron la percepción de fatiga y la tolerancia al esfuerzo medida con escala de Borg y test de caminata de los 6 minutos, y dentro de ellos, uno utilizó la Escala de Medida de Independencia (FIM), mostrando mejoras significativas en la rehabilitación hospitalaria. Con menor frecuencia y reportada en uno de los estudios se usaron pruebas como: el Índice de Estado de Actividad de DASI y el Cuestionario Mac New, para evaluar Calidad de Vida. La acelerometría multidireccional, Timed Up and Go y la fuerza de agarre.

### Discusión:

Esta revisión muestra que las mediciones funcionales en pacientes con ECV es de interés en la comunidad científica. En los últimos 5 años ha cobrado mayor interés, especialmente en países como Alemania, Estados Unidos y Brasil, en los cuales se logró identificar que, tanto en estudios descriptivos como experimentales, el test de caminata es una de las pruebas de mayor uso, identificada en 12 estudios (60%)<sup>11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22</sup>, en países que posiblemente han mostrado mayor interés de profundizar en esta área debido a los factores de riesgo a los que se exponen las personas, como son: el consumo de tabaco, consumo de alcohol, hipertensión y obesidad. En 2017 en Alemania, el porcentaje de fumadores fue 15% en mujeres y 22,3%<sup>22</sup> en hombres. Ello se relaciona con un aumento del riesgo poblacional de sufrir enfermedades cardiovasculares, siendo 37% de las muertes causadas por las ECV. Por esto, el país requiere un aumento en la demanda de evidencia científica sobre temas de salud pública y prevención de la enfermedad. Por su parte, Estados Unidos para 2017 reportó que 9,5% de mujeres y 11,5% de los hombres eran fumadores. Por otra parte, el consumo de alcohol para el año 2019 a partir de los 18 años fue de 85,6%<sup>23</sup> y la tasa de obesidad para el año 2020 es 42%, indicando un alto riesgo poblacional de sufrir ECV, situación que también se ha informado en Brasil con un índice de consumo de alcohol para el año 2021 de 24,8% e incrementos de la obesidad mostrando en 2019, que 62,6% de las mujeres y 57,5% del hombre padecían sobrepeso u obesidad, estimando que para el año 2021, el 33% de la población en Brasil será hiper-

tensa<sup>24</sup>, mostrando la necesidad de hacer promoción de mejores prácticas en la prevención y control de las ECV y de medir el nivel funcional en especial en personas con ECV.

También se observó que la prueba más usada para determinar el nivel funcional fue el Test de Caminata de los 6 minutos, que evalúa de forma integrada la respuesta del sistema respiratorio, cardiovascular, metabólico, musculoesquelético y neurosensorial, en respuesta al estrés por ejercicio físico. Este test genera sintomatología significativa en el paciente con ECV, lo que permite determinar la resistencia cardiorrespiratoria y la aptitud para trabajar de forma regular a un porcentaje submáximo del VO<sub>2</sub>máx. González N. et al. 18, encontraron que en pacientes de rehabilitación cardíaca la velocidad promedio alcanzada en el test fue 4.9km/h. Con este test pudieron determinar la funcionalidad de independencia física de los sujetos, mostrando que una velocidad inferior a 4,4 km/h es predictor de mayor riesgo de caídas, dependencia humana y menor supervivencia<sup>25</sup>. El test de caminata de 6 min puede considerarse como un parámetro de resultado en el seguimiento de los pacientes durante la rehabilitación. Así, sujetos que durante la prueba recorren distancias inferiores a 300 metros presentan incremento del consumo de oxígeno por reducida adaptación de los sistemas fisiológicos durante las actividades de la vida, mayor reingreso hospitalario y mayor mortalidad<sup>26</sup>.

Diversos estudios reconocen que la condición física es un excelente predictor de calidad de vida y que hay una asociación inversa entre la condición física y la morbi-mortalidad, principalmente, en pacientes con factores de riesgo cardiovascular<sup>1</sup>. La ganancia de fuerza muscular y resistencia mejora el estado cardiovascular, por tanto, la fuerza, además de prevenir la aparición de la ECV, se reconoce como una variable que, tanto en sujetos jóvenes como mayores, existe una fuerte asociación con limitaciones funcionales y discapacidad física<sup>27</sup>. Así, la mejora en el desempeño muscular optimiza la realización de actividades funcionales como las de autocuidado y de la vida diaria, por tanto, la calidad del movimiento en la ejecución de estas actividades o una mejor respuesta en pruebas directas para determinar el consumo de oxígeno o indirectas como la fuerza de agarre, Timed Up and Go 5 y el test de caminata, se identifican como opciones en la evaluación funcional de sujetos con ECV.

Otro aspecto relevante para la valoración del estado funcional es la función eréctil en los pacientes con ECV. La actividad sexual puede ser un predisponente e influir ne-



gativamente en el consumo de oxígeno y el trabajo del miocardio en especial durante el coito. Los estados de hipoperfusión entre otras condiciones fisiológicas generan aumento de la probabilidad de sufrir un infarto agudo. Por tanto, el abordaje en la ECV se realiza de manera individualizada, para determinar las contraindicaciones de la actividad sexual durante las fases aguda y crónica. Por otra parte, el uso de algunos fármacos puede agravar esta condición y desencadenar cuadros depresivos que influyen en la calidad de vida. En esta revisión se identificó un estudio que mostró que las disfunciones sexuales son muy prevalentes, pero en gran medida no son tratadas por un equipo multidisciplinar en la rehabilitación cardíaca. Ello indica la necesidad de profundizar en este tema y establecer parámetros más claros de seguimiento acordes con el proceso de rehabilitación integral y la mejora de la condición física<sup>28</sup>.

Se conoce que las intervenciones con ejercicio ofrecen beneficios directos en la función cardiovascular, la demanda de oxígeno miocárdica, la función endotelial, la perfusión, la regulación autonómica, y modulación de la respuesta inflamatoria. La rehabilitación cardíaca se define como el conjunto de intervenciones que garantizan la mayor condición física, psicológica y social para que el paciente en la fase aguda o crónica logre por su propio esfuerzo la reinserción a su entorno. En los pacientes con ECV hospitalizados el proceso de rehabilitación se inicia con la fase-1 supervisada, en la cual el ejercicio es el eje central y debe dosificarse de acuerdo a la lesión estructural y al nivel de tolerancia al esfuerzo. Durante las dos primeras semanas posterior al evento, las movilizaciones pasivas, el ejercicio aeróbico y el activo libre, enmarcadas en el proceso de movilización temprana y ejercicios de calistenia, son las modalidades preferidas para mejorar y mantener la capacidad funcional. Se conoce que la adición de ejercicios de entrenamiento de resistencia mejoran la fuerza, la capacidad aeróbica-resistencia y por ende, la capacidad funcional e independencia. Sin embargo, en el paciente en estado subagudo y convaleciente, el exceso de trabajo que impone este tipo de ejercicio puede no ser bien tolerado por el miocardio llegando a ocasionar limitada adaptación de los sistemas fisiológicos al esfuerzo físico, lo que conlleva a un grado variable de isquemia y deuda de oxígeno<sup>29</sup>.

Esta revisión mostró que es frecuente valorar el nivel de funcionalidad a partir de la respuesta a la intervención con ejercicio, evidenciando que el entrenamiento con ejercicios de intensidad moderada lleva a un fortaleci-

miento progresivo e involucra la estimulación sensorial y propioceptiva y el equilibrio. Estas intervenciones han mostrado ser beneficiosas en personas con enfermedades cardiovasculares<sup>30</sup>, al asociarse con aumento de la aptitud cardiopulmonar, mejora de la movilidad funcional, el equilibrio y la calidad de vida. Además, la mejora en la capacidad aeróbica se correlaciona bien con el equilibrio y la percepción de la salud física en personas con ECV.

El estudio de Rubio F. et al.<sup>8</sup>, mostró que el uso de un protocolo de ejercicio individualizado no supervisado realizado durante 4 meses de duración, en sujetos sedentarios con factores de riesgo cardiovasculares, produce una mejoría en la potencia aeróbica/resistencia y mayor movilidad independiente medida con equivalentes metabólicos (METs), mejoría en la percepción al esfuerzo y de fatiga, que además ayuda a regular el peso. En el trabajo de Bonnie G. et al.<sup>31</sup>, la intervención solo estuvo dirigida a hombres y la intervención buscó comparar la capacidad funcional y la actividad diaria entre dos intervenciones de rehabilitación con ejercicio en la enfermedad pulmonar obstructiva crónica grave (EPOC) o insuficiencia cardíaca con fracción de eyección reducida durante 6 meses, obteniendo como resultado que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de intervención, respecto la capacidad funcional, actividad diaria, síntomas, depresión, calidad de vida o función cardiopulmonar a los 6 meses. También se identificó en esta revisión dos estudios realizados solo con mujeres. Uno de ellos, un estudio de caso que buscó mostrar los efectos del entrenamiento de resistencia de dosis mínima durante 15 semanas, en una mujer con diabetes mellitus

tipo 2, cardiopatía e hipertensión, analizando variables fisiológicas, bioquímicas y funcionales como capacidad física y calidad de vida, obteniendo como resultado disminución de la glucemia, presión arterial sistólica y diastólica y frecuencia cardíaca en reposo, índice de masa corporal, la aptitud cardiorrespiratoria y la calidad de vida<sup>21</sup>. A su vez estos resultados se acompañaron de una reducción en la cantidad de medicamentos antihipertensivos y antidiabéticos. De lo anterior, los estudios muestran que el entrenamiento de resistencia ayuda a mejorar la salud general del paciente con un mínimo de 40 minutos de ejercicio por semana.

Según Balraj S. et al.<sup>32</sup>, en su estudio, mostraron que la intervención con ejercicio en la rehabilitación cardíaca reduce los reingresos totales, mientras que respecto a la calidad de vida relacionada con la salud, similar a lo observado en esta revisión, hay heterogeneidad en los



resultados, aunque sí se identifica que en la mayoría de los estudios hay mejoría de la calidad de vida asociada a la rehabilitación con ejercicio.

### Conclusiones:

Esta revisión exploratoria de barrido mostró que para la valoración del nivel de funcionalidad del adulto mayor con ECV, se han usado diversas pruebas y escalas. Sin embargo, ninguna es específica para el adulto mayor o de

uso exclusivo en el ambiente hospitalario. No obstante, la prueba más usada es el test de caminata de los 6 minutos. La literatura respecto a la valoración funcional en el adulto mayor hospitalizado con ECV es escasa a nivel mundial. En Colombia solo se encontró un estudio, por lo que se recomienda el desarrollo de investigaciones con población nativa contemplando una muestra que permita establecer generalidades y protocolos de ejercicio acordes a esta población.

### Referencias:

1. MORI ER. Riesgo y Prevención Cardiovascular Riesgo y Prevención Cardiovascular. Editorial Publicaciones Latinoamericanas, 2013 pag 1-130
2. JEFFREY L. ANDERSON, M.D., AND DAVID A. MORROW, M.D. Infarction AM. Acute Myocardial Infarction. 2017;2053-64.
3. PABA-ROJAS CE. Mortalidad por enfermedad isquémica cardíaca según variables sociodemográficas en Bogotá, Colombia Ischemic heart disease mortality according socio-demographic variables in Bogotá Colombia Mortalidade por cardiopatia isquémica de acordo com variáveis Int. 2020; 5759:65-78.
4. GUÍAS COLOMBIANAS DE CARDIOLOGÍA-SÍNDROME CORONARIO AGUDO SIN ELEVACIÓN DEL ST. Revista Colombiana de Cardiología. 2008; Dic 15:3 - 63
5. CHEN CH, CHEN YJ, TU HP, HUANG MH, JHONG JH, LIN KL. Benefits of exercise training and the correlation between aerobic capacity and functional outcomes and quality of life in elderly patients with coronary artery disease. Kaohsiung J Med Sci. 2014;30(10):521-30.
6. SHARMA K, GULATI M. Coronary Artery Disease in Women. Glob Heart [Internet]. 2013;8(2):105-12. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ghheart.2013.02.001>
7. SUÁREZ PA, BARRAGÁN EF, ÁLVAREZ ÓM. Impacto de los programas de rehabilitación cardíaca sobre los factores de riesgo cardiovascular en prevención secundaria. Rev Med. 2015;23(2):41.
8. FRANCO L, RUBIO FJ, VALERO FA, OYÓN P. Efectividad de un programa de ejercicio físico individualizado no supervisado, de cuatro meses de duración, sobre la tolerancia al esfuerzo, percepción de fatiga y variables antropométricas en pacientes sedentarios con factores de riesgo cardiovascular. Arch Med del Deport. 2016;33(5):325-30.
9. Peters M, C G, P M, Z M, AC T, Khalil H. 2017 Guidance for the Conduct of JBI Scoping Reviews Chapter 11: Scoping Reviews Scoping Reviews. Underst scoping Rev Defin Purp Process. 2017;(September).
10. MOHER D, LIBERATI A, TETZLAFF J, ALTMAN DG, PRISMA Group T. Ítems de referencia para publicar Revisiones Sistemáticas y Metaanálisis: La Declaración PRISMA. Rev Española Nutr Humana y Dietética. 2014;18(3):172.
11. KRISTON L, GÜNZLER C, AGYEMANG A, BENDEL J. Investigación original: Epidemiológica: Efecto de la función



- sexual en la calidad de vida relacionada con la salud mediada por síntomas depresivos en rehabilitación cardíaca. Hallazgos del proyecto SPARK en 493 pacientes. 2010;2044–55.
12. REIBIS R, WEGSCHEIDER K, JÖBGES M. Prevalencia de deterioro cognitivo leve en pacientes empleables después de un evento coronario agudo en rehabilitación cardíaca. 2017;55–60.
  13. HADZIC M, BUHLERT H, VÖLLER H. Expectativas de los pacientes de regresar al trabajo, trastornos comórbidos y capacidad laboral al alta de la rehabilitación cardíaca. 2019;301–8.
  14. SALZWEDEL A, HEIDLER MD, MENG K, SCHIKORA M, WEGSCHEIDER K, REIBIS R, et al. Impact of cognitive performance on disease-related knowledge six months after multi-component rehabilitation in patients after an acute cardiac event. *Eur J Prev Cardiol*. 2019;26(1):46–55.
  15. YENG SHS, GALLAGHER R, ELLIOTT D. Factors influencing health-related quality of life after primary percutaneous coronary intervention for ST-elevation myocardial infarction. *Appl Nurs Res*. 2016;30:237–44.
  16. BERENT R, VON DUVILLARD SP, CROUSE SF, SINZINGER H, GREEN JS, SCHMID P. Resistance training dose response in combined endurance-resistance training in patients with cardiovascular disease: A randomized trial. *Arch Phys Med Rehabil*. 2011;92(10):1527–33.
  17. PEDRO J, NEVES L, FELIPE L, NOVAES M, CAROLINE L, PINHAL B, et al. ARTÍCULO ORIGINAL Efectos de la rehabilitación cardiovascular con realidad virtual y convencional en la composición corporal y la capacidad funcional de pacientes con enfermedades cardíacas: ensayo clínico aleatorizado Introducción Métodos Aspectos ético. 2018;31(6):619–29.
  18. NELSON F, GONZÁLEZ, CLAUDIA V. ANCHIQUE Y ANDREA D. RIVAS. Test de caminata de 6 minutos en pacientes de rehabilitación cardíaca de altitud moderada. 2017;24(6):626–32.
  19. ALSARA O, REEVES RK, Pyfferoen. Rehabilitación hospitalaria pacientes hospitalizados que reciben un dispositivo de asistencia ventricular izquierda ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN ORIGINAL. 2014;93(10):860–8.
  20. MIN L, MAZZURCO L, GURE TR, CIGOLLE CT, LEE P, BLOEM C, et al. Longitudinal functional recovery after geriatric cardiac surgery. *J Surg Res*. 2015;194(1):25–33.
  21. SEGURO C, VIANA R, LIMA G, GALVÃO L, SILVA L, JARDIM T, et al. Improvements in health parameters of a diabetic and hypertensive patient with only 40 minutes of exercise per week: a case study. *Disabil Rehabil*. 2020;42(21):3119–25.
  22. VITÓN CASTILLO AA, LORENZO VELÁZQUEZ BM, LINARES CÁNOVAS LP, LAZO HERRERA LA, GODOY CUBA O. Caracterización clínico-epidemiológica de pacientes con infarto agudo del miocardio. *Rev cienc med Pinar Rio*. 2018;22(5):24–33.
  23. FINN M, GREEN P. The Influence of Frailty on Outcomes in Cardiovascular Disease. *Rev Esp Cardiol*. 2015;68(8):653–6.
  24. OLIVEIRA M, FAGUNDES R, MOREIRA E, DE MORAES TRINDADE E, DE CARVALHO T. Relación de indicadores antropométricos con factores de riesgo para enfermedad cardiovascular. *Arq Bras Cardiol*. 2010;94(4):462–9.
  25. LANGLOIS JA1, KEYL PM, GURALNIK JM, FOLEY DJ, MAROTTOLI RA, WALLACE RB. Characteristics of older pedestrians who have difficulty crossing the street. *Am J Public Health*. 1997;87:393.
  26. PAPATHANASIOU JV, ILIEVA E, MARINOV B. Six-minute walk test: an effective and necessary tool in modern cardiac rehabilitation. *Hellenic J Cardiol*. 2013;54:126–30.
  27. HAIRI N, CUMMING R, NAGANATHAN V, HANDELSMAN DJ, LE COUTEUR DG, CREASEY H, et al. Loss of muscle strength, mass (sarcopenia), and quality (specific force) and its relationship with functional limitation and physical disability: the Concord Health and Ageing in Men Project. *J Am Geriatr Soc* 2010;58:2055–62.
  28. SOSA ROSADO JM. Actividad sexual y enfermedad cardiovascular. *An la Fac Med*. 2013;73(4):331.
  29. RESISTANCE TRAINING DOSE RESPONSE IN COMBINED ENDURANCE-RESISTANCE TRAINING IN PATIENTS WITH CARDIOVASCULAR DISEASE: A Randomized Trial Robert Berent, MD, Serge P. von Duvillard, PhD, FACSM, FECSS, Stephen F. C.
  30. STAMMERS AN, KEHLER DS, AFILALO J, AVERY LJ, BAGSHAW SM, GROCCOTT HP, et al. Protocol for the PREHAB study - Pre-operative Rehabilitation for reduction of Hospitalization after coronary Bypass and valvular surgery: A randomised controlled trial. *BMJ Open*. 2015;5(3):1–10.
  31. STEELE BG, DOUGHERTY CM, BURR RL, COLWELL G, HUNZIKER J. Un ensayo de viabilidad de dos modelos de rehabilitación en enfermedades cardiopulmonares graves. 2017;00(2010):1–11.
  32. BALRAJ S HERAN , 2 JENNY MH CHEN, 2 SHAH EBRAHIM, 3 TIFFANY MOXHAM, 4 NEIL OLDRIDGE, 5 KAREN REES, et. al. Exercise-based cardiac rehabilitation for coronary heart disease. 2014; (7): CD001800.



## Técnica minimalista para valvuloplastia aórtica percutánea

René Hameau<sup>1,2</sup>, Mario Fanta<sup>3</sup>, Ricardo Blacud<sup>3</sup>, Gabriel Maluenda<sup>4,5</sup>, Ricardo González<sup>1</sup>, Alfonso Olmos<sup>1,2</sup>, Osvaldo Pérez<sup>1,2</sup>.

1. Unidad de Medicina Cardiovascular Integrada, Hospital Las Higueras, Talcahuano, Chile.

2. Clínica Sanatorio Alemán, Concepción, Chile.

3. Interno de Medicina, Facultad de Medicina, Universidad de Concepción, Chile.

4. Hospital San Borja Arriarán, Santiago, Chile.

5. Clínica Alemana, Santiago, Chile

Conflicto de intereses: Ninguno.

Financiamiento: Ninguno.

Recibido el 21 de marzo 2022 / Aceptado el 29 de marzo 2022

Rev Chil Cardiol 2022; 41: 19-27

**Antecedentes:** La valvuloplastia aórtica es un procedimiento paliativo o como puente al reemplazo aórtico percutáneo o quirúrgico. Nuestro abordaje incluye una técnica minimalista y la utilización de balones de mayor tamaño que lo estándar.

**Objetivo:** Evaluar los resultados clínicos inmediatos y alejados de pacientes tratados mediante esta técnica modificada.

**Métodos:** Se incluyó a todos los pacientes sometidos a balonplastia aórtica entre Julio del 2012 y Agosto del 2019 en nuestro centro. El procedimiento se realizó bajo sedación consciente mediante un único acceso femoral y sin instalación de un marcapasos transitorio. El éxito de la intervención se definió como caída de gradiente basal en 50% o más en ausencia de complicación mayor.

**Resultados:** Se realizaron un total de 52 procedimientos

en 49 pacientes. La edad promedio fue  $76 \pm 9,9$  años. Un tercio de los pacientes tenía una fracción de eyección del ventrículo izquierdo  $\leq 35\%$  y similar proporción tenía un perfil de riesgo STS score  $> 10$  puntos. La duración total promedio fue de  $31,1 + 10,0$  min. Se utilizó un balón #28 en el 84,6% de los casos. El éxito del procedimiento se alcanzó en 94,2% de los casos. Ocurrieron 2 muertes intraoperatorias (3,9%), ambas en pacientes de muy alto riesgo y 2 (3,9%) complicaciones vasculares mayores. La supervivencia en el seguimiento alejado fue 32,7%.

**Conclusión:** La valvuloplastia aórtica percutánea con técnica modificada, utilizando balones de mayor tamaño que lo habitual, es una técnica segura que logra óptimos resultados hemodinámicos.

**Palabras clave:** Estenosis aórtica, valvuloplastia aórtica percutánea, sedación consciente.

### Correspondencia:

Dr. Osvaldo Pérez Pérez  
Unidad de Medicina Cardiovascular Integrada,  
Hospital Las Higueras.  
Alto Horno #777, Talcahuano, Chile.  
[operpe@me.com](mailto:operpe@me.com)



## Minimally invasive balloon aortic valve valvuloplasty Background

Aortic balloon valvuloplasty (ABV) is a palliative procedure or a bridge to percutaneous or surgical aortic valve replacement. Our group proposes a minimalist approach that reduces the use of resources and also stands out for using larger balloons.

**Aim:** To assess the safety and the immediate results of patients undergoing aortic balloon valvuloplasty using a minimally invasive procedure.

**Methods:** All patients who underwent balloon aortic valvuloplasty (BAV) between July 2012 and August 2019 were included. The procedure was performed under conscious sedation using a single femoral access and without the installation of a temporary pacemaker. Success was defined as a 50% drop in the mean aortic gradient plus the absence of major complications.

**Results:** 52 procedures in 49 patients were performed; the average age was  $76 \pm 9,9$  years. A third of patients included had a left ventricular ejection fraction  $\leq 35\%$  and a similar proportion had a high risk profile with an STS score  $> 10$  points. A 28 mm balloon was used in 84.6% of cases. The procedure was successful in 94.2% of cases. There were 2 (3.85%) intraoperative deaths in very high-risk patients and 2 (3.85%) major vascular complications. The survival rate at late follow up was 32.7%.

**Conclusion:** Aortic balloon valvuloplasty with a minimally invasive technique using larger than usual balloons is a safe technique that achieves optimal hemodynamic results.

**Keywords:** Aortic stenosis; balloon aortic valvuloplast; conscious sedation.



### Introducción:

En las últimas décadas hemos observado un renovado interés por la técnica de la valvuloplastia aórtica percutánea (BAV), tanto como terapia puente a la implantación percutánea de válvula TAVI / SAVR o como parte del manejo paliativo de pacientes terminales<sup>1</sup>. Sin embargo, a pesar de estar descrita hace más de 30 años, aún existe una amplia variabilidad respecto de aspectos técnicos incluyendo cómo definir el tamaño de balón, uso o no de marcapasos durante el implante, abordajes minimalistas<sup>2</sup> o los criterios para definir un procedimiento exitoso. Nuestro centro emplea hace casi 10 años una técnica de BAV modificada que incluye el uso de balones de mayor tamaño que los reportados habitualmente y la ausencia del uso de marcapasos. El objetivo de este estudio es describir los resultados clínicos inmediatos de esta estrategia minimalista para la realización de la BAV.

### Material y Métodos:

Estudio retrospectivo, tipo serie de casos, que incluyó a pacientes consecutivos sometidos a una valvuloplastia

aórtica percutánea entre Julio de 2012 y Agosto de 2019. Todos los pacientes firmaron un consentimiento informado y la investigación fue aprobado por el Comité de Ética correspondiente.

### Pacientes:

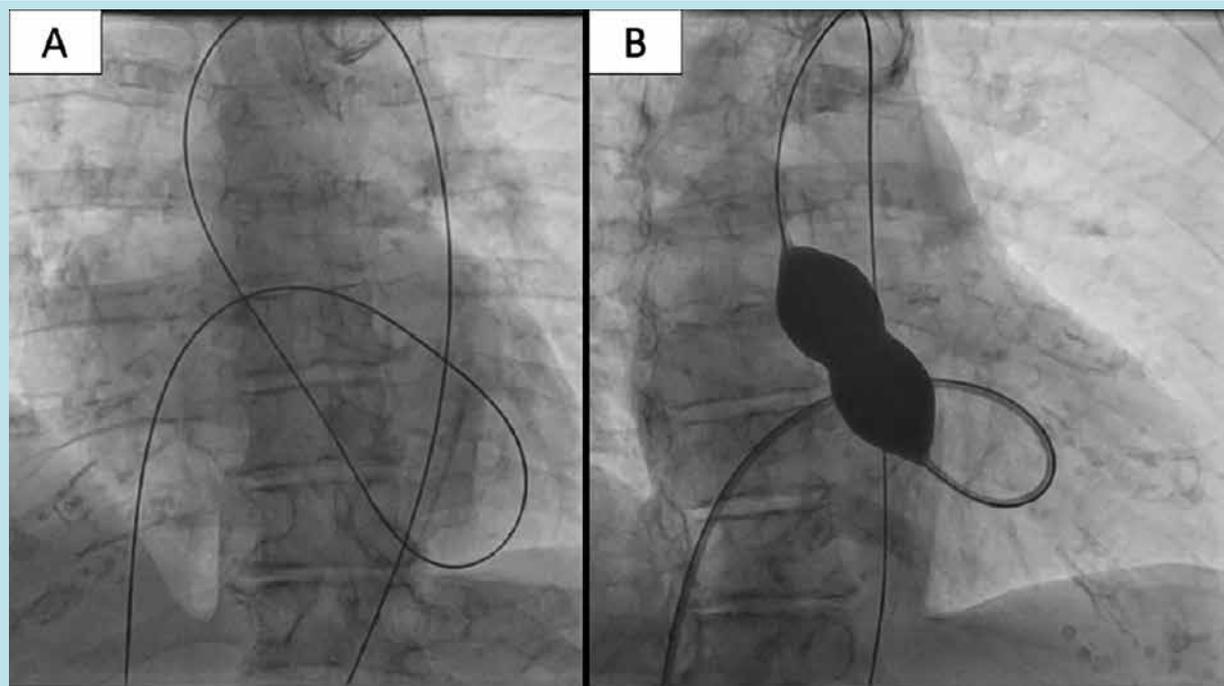
Se incluyeron los pacientes con diagnóstico de estenosis aórtica severa (gradiente medio  $\geq 40$  mmHg, área valvular  $\leq 0,8$  cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>, medido por Ecocardiograma transtorácico), acceso femoral adecuado y considerados inoperables en ese momento por el equipo de cirugía cardíaca dada su fragilidad o alto riesgo operatorio.

### Protocolo de intervención:

Se utilizó de forma estándar un único acceso por arteria femoral con un introductor 12 -14F (De forma extraordinaria, en casos sin acceso arterial adecuado, se realizó la BAV por vía venosa utilizando una punción transeptal) (Figura 1).

Se administró Heparina no fraccionada a 70 UI/kg para lograr un tiempo de coagulación activado de 250-300 seg

Figura 1: Valvuloplastia aórtica por vía transeptal.



A) Dada la ausencia de accesos arteriales de calibre adecuado en paciente de 78 años, se realiza un acceso venoso femoral derecho con introductor 8F, punción transeptal y luego, avance anterógrado a través de válvula aórtica estenótica utilizando catéter de enclavamiento pulmonar con balón inflado con CO<sub>2</sub>. Posteriormente, se posiciona guía de alto soporte en la aorta descendente, la cual se exterioriza para crear un "loop" a través de un acceso arterial femoral derecho 6F.

B) Inflado de balón NuMed en 2 oportunidades, logrando una reducción del gradiente medio desde 57 mmHg a 24 mmHg.



y sedación consciente con Fentanilo + Midazolam para lograr una ansiólisis suave que permitiera el contacto verbal con el operador, excepto en pacientes que ya estuvieran en ventilación mecánica antes del procedimiento. A modo de precaución en caso de bloqueo AV de alto grado, se mantuvo un set de parches de marcapasos y una sonda marcapasos transitoria disponible en pabellón.

Para los casos de urgencia y cuando no se contaba con un AngioTAC previo, el primer paso fue avanzar un catéter pigtail centimetrado 6F (Medtronic Inc., Minneapolis, MN) para realizar una aortografía que permite evaluar el grado basal de insuficiencia aórtica y estimar el tamaño del balón de valvuloplastia. Estas mediciones eran valoradas en conjunto con aquellas obtenidas del Ecocardiograma transtorácico (EcoTT), permitiéndonos definir las características del anillo aórtico, fracción de eyección (FEVI), tracto de salida del ventrículo izquierdo, gradiente transvalvular aórtico y área valvular, entre otros. Luego se realizó una coronariografía para definir la presencia de enfermedad coronaria. En aquellos pacientes con anatomía de alto riesgo (Enfermedad de Tronco coronario izquierdo o arteria descendente anterior proximal), se procedió a realizar una angioplastia coronaria previo la BAV.

A continuación, se cruzó la válvula aórtica utilizando un catéter JR 4 o AL1 (Optitorque, Terumo®, Japan) y una guía recta 0,035 (Medtronic Inc.®, USA). En casos de mayor dificultad, se utilizaron catéteres AL 2-3 según el tamaño de la aorta junto con una guía hidrofílica recta (Radiofocus Guide wire M, Terumo®, Japan). Después del cruce, se procedió a medir el gradiente transvalvular y se insertó una guía de alto soporte Amplatz Super stiff (Boston Scientific®, USA) con una curva realizada manualmente o guías pre-formadas (Confida, Safari).

Con la guía bien posicionada, se avanzó un balón de tipo Nucleus (NuMed®, USA) o Z-Med (Braun Interventional systems® Inc., USA) a través del anillo aórtico, conectado simultáneamente a 1 jeringa (60 ml) para el inflado; llena con una mezcla de contraste + solución salina en una relación 20/80.

Dada la ausencia de marcapasos durante la dilatación y para evitar el desplazamiento del balón hacia el VI o la aorta ascendente, se procedió a estabilizar la posición mediante un inflado parcial combinado con movimientos controlados de avance y retroceso. Una vez asegurada la posición, se completó totalmente el inflado que se mantuvo por al menos 10 segundos.

Para finalizar, se evaluó nuevamente el gradiente transaórtico y el grado de insuficiencia aórtica residual.

Al inicio de nuestra serie, el cierre del acceso se realizaba mediante compresión manual. Posteriormente, se realizó de forma estándar con 1 dispositivo Perclose Proglide (Abbott Vascular®, USA), reservando la instalación de un 2do Proglide o el uso de AngioSeal 8F (Terumo®, Japan), para los casos en que no se lograba una hemostasia adecuada.

#### **Postoperatorio inmediato:**

Los pacientes fueron monitorizados en la Unidad de Hemodinamia, donde además se realizó un Electrocardiograma y un Ecocardiograma TT. Tras 4-6 horas de observación, se trasladaban de regreso a su hospital de origen u hospitalizados en una cama básica de nuestro centro.

#### **Desenlace primario:**

Se consideró un procedimiento exitoso aquel que cumpliera los siguientes criterios: Ausencia de mortalidad + ausencia de insuficiencia aórtica severa + reducción del gradiente transaórtico en > 50% medido por Ecocardiograma TT a los 60 minutos post BAV. También se evaluaron las complicaciones intraprocedimiento e intrahospitalarias (mortalidad, complicaciones vasculares, tasa de marcapasos definitivo, insuficiencia aórtica severa, etc.) así como su evolución clínica en el seguimiento.

#### **Análisis de datos:**

Las variables continuas se describen mediante media  $\pm$  desviación estándar en caso de tener distribución normal o mediana + rango en el caso contrario y se compararon mediante test "t" de Student. Las variables categóricas se describen en tablas de frecuencia y se compararon utilizando test de Chi cuadrado o test Exacto de Fisher. El análisis de eventos en el seguimiento se realizó mediante la curva de Kaplan Meier, test de Log Rank y regresión de Cox. Se consideró significativo un valor de  $p < 0,05$ . Los cálculos estadísticos fueron realizados con STATA ver.<sup>16</sup>

### **Resultados**

#### **Población del estudio y características basales:**

Entre Julio de 2012 y Agosto 2019, se realizó un total de 52 procedimientos (49 pacientes). La edad promedio fue  $76 \pm 9,9$  años y un 59% eran de sexo femenino. La Tabla 1 describe las comorbilidades y características clínicas de este grupo.

El score STS promedio fue  $8,2 \pm 5,4$  y casi un tercio de los pacientes (28,8%) tenía  $\geq 10$  puntos (rango 1,4 a 24,3) reflejando el alto riesgo de la población tratada.



Tabla 1: Características clínicas de los pacientes.

Variable	Resultado
Sexo femenino, n(%)	31 (59,6)
Edad, años	76,98 ± 9,97
Diabetes Mellitus, n(%)	28 (53,8)
HTA, n(%)	41 (78,8)
Tabaquismo, n(%)	10 (19,2)
CRM previa, n(%)	3 (5,7)
PCI previa, n(%)	15 (28,8)
AC x FA, n(%)	8 (15,3)
ERC en diálisis, n(%)	3 (5,7)
EPOC, n(%)	4 (7,69)
FEVI (%)	43,3 ± 12,8

H: Hombre, M: Mujer, HTA: Hipertensión arterial, DM: Diabetes Mellitus, DLP: Dislipidemia, IAM: Infarto agudo al miocardio, ERC: Enfermedad renal crónica, PCI: Angioplastia coronaria, CRM: Cirugía de revascularización miocárdica, FEVI: Fracción de eyección del ventrículo izquierdo.

La FEVI promedio fue  $44,2 \pm 13,1$  % (32% de los pacientes (n=16) con FEVI  $\leq 35$ %) y el gradiente aórtico basal promedio fue  $55,1 \pm 15,4$  mmHg.

#### Datos del procedimiento:

Un 50% de los procedimientos se realizó como parte de

un manejo paliativo y en igual porcentaje como puente a otra cirugía, incluyendo SAVR/TAVR en 18 pacientes. Todos los casos fueron realizados por acceso femoral, en su mayoría (96%) bajo sedación consciente y en ninguno se utilizó un marcapasos transitorio.

En 7 pacientes (13,4%), la BAV se indicó en un contexto de urgencia (Shock cardiogénico por estenosis aórtica severa o post paro cardiopulmonar) y con STS promedio en este grupo de 16,1 puntos.

El tamaño de balón aórtico más utilizado fue #28 en el 84,6% de los casos (rango 25-28 mm) y la mayoría de los pacientes (59,6%) requirió 2 dilataciones (mínimo 1 – máximo 4). La duración total promedio del procedimiento fue  $31,1 \pm 10,0$  minutos. (Figura 2).

#### Resultados inmediatos del procedimiento:

El éxito de procedimiento se alcanzó en un 94,2% de los casos, logrando una reducción promedio del  $72,4 \pm 16,9$ % con un gradiente final promedio de  $14,7 \pm 8,6$  mmHg. (Figura 3).

Ocurrieron complicaciones mayores en 9,6% (n=5). Esto incluyó 2 (3,9%) muertes intraoperatorias en pacientes de muy alto riesgo y con una indicación paliativa. Uno de ellos por taponamiento cardiaco en contexto de probable rotura del anillo y un segundo paciente que ingresa en shock cardiogénico secundario a infarto an-

Figura 2: Caso clínico de valvuloplastia aórtica en paciente de 77 años.

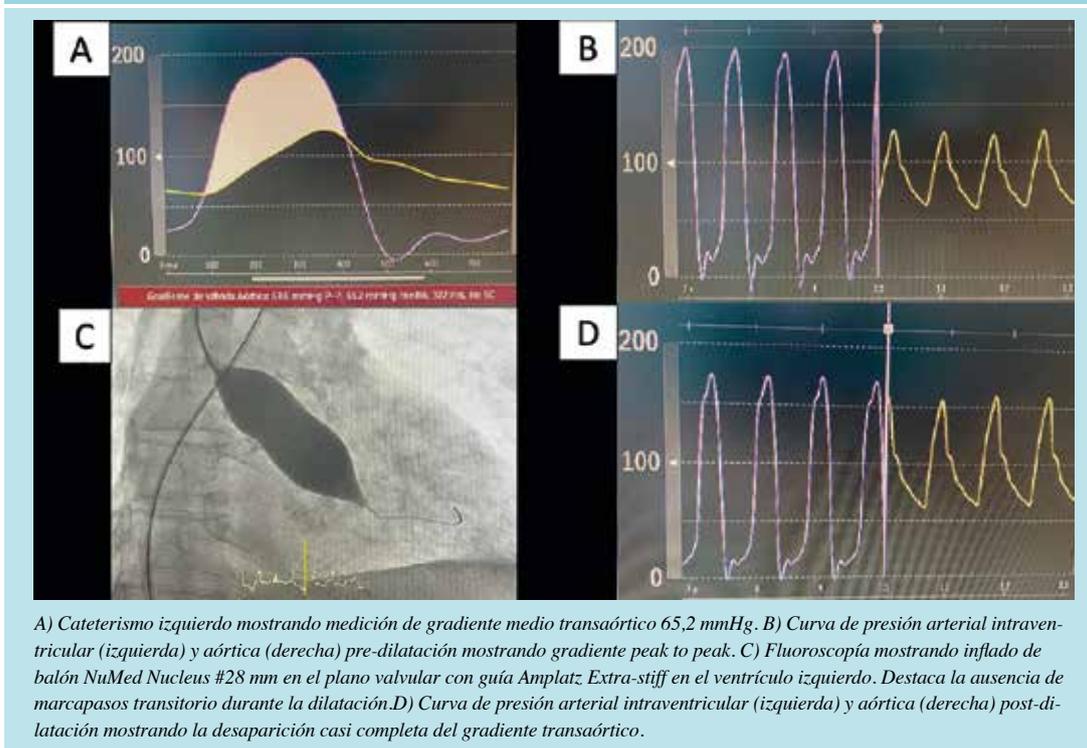
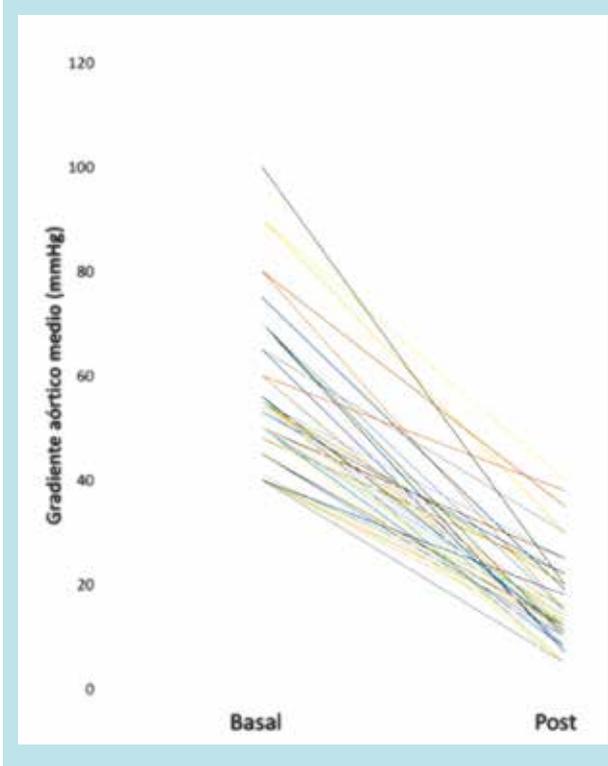




Figura 3: Gradiente trans valvular aórtica pre y post procedimiento



terior extenso, con angioplastia primaria, en ventilación mecánica, sin posibilidad de destete. Si se excluyen los pacientes con indicación de urgencia, la mortalidad del procedimiento electivo fue 2,3%.

Sólo un paciente requirió marcapasos definitivo post procedimiento. Complicaciones vasculares mayores ocurrieron en 2 pacientes (n=3,9%) y correspondieron a 2 casos de pseudoaneurisma de la arteria femoral que requirieron resolución quirúrgica; todos ellos al inicio de esta casuística y previo a la incorporación sistemática de Perclose Proglide.

No se reportaron casos de accidente cerebrovascular isquémico o insuficiencia aórtica severa residual. Los resultados del procedimiento se describen en la Tabla 2.

#### Seguimiento alejado:

La mortalidad global a 30 días fue 9,3%, correspondiente a 3 pacientes con indicación paliativa y 1 paciente que falleció por complicaciones post cirugía de cadera.

En el seguimiento promedio de 721 días, la sobrevida fue solo de 32,7% pero fue significativamente inferior en el grupo con indicación paliativa (Figura 4). Las principales causas de muertes fueron del tipo cardiovascular en 68,6% y neoplásicas en 14,3%.

Analizando el subgrupo de 18 pacientes cuya indicación fue “puente a un reemplazo valvular”, en sólo 1 paciente alcanzó a realizarse un reemplazo valvular aórtico quirúrgico, 1 fue a TAVI y 1 rechazó continuar tratamiento de forma activa. Los demás empeoraron su condición clínica a la espera de una resolución definitiva y fallecieron por causas cardiovasculares u otras comorbilidades preexistentes.

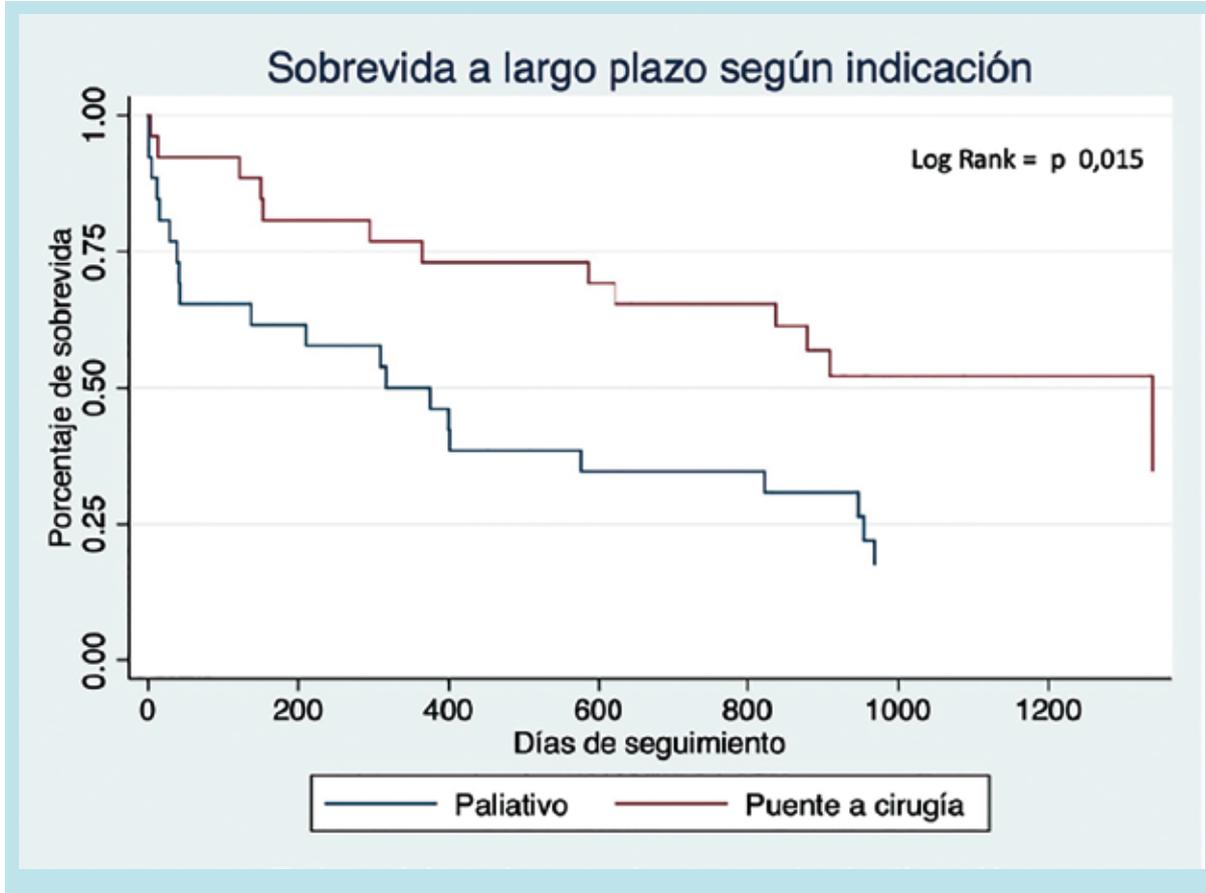
Tabla 2: Descripción del procedimiento y resultados inmediatos.

Variable	Resultado
Duración del procedimiento, min	31,1 + 10,0
Número de dilataciones, n	2,2 + 0,7
Tamaño de balón utilizado, n pacientes (%)	Nro 25 = 7 (13.46) Nro 26 = 1 (1.92) Nro 28 = 44 (84.62)
Complicaciones mayores, n pacientes (%)	Global = 5 (9,62) Vascular = 2 (3,85) Marcapasos definitivo = 1 (1,92) Accidente cerebrovascular = 0 Insuficiencia aórtica severa = 0 Muerte intraoperatoria = 2 (3,85)
Gradiente aórtico basal, mmHg	57,1 + 14,0
Gradiente aórtico final, mmHg	14,7 + 8,6

IH: Intrahospitalaria, ACV: Accidente cerebrovascular isquémico.



Figura 4: Sobrevida a largo plazo según indicación del procedimiento



### Discusión:

El presente registro sugiere que el uso de balones de mayor tamaño para la realización de la balonplastia aórtica logra excelentes resultados hemodinámicos, sin comprometer la seguridad del paciente.

La técnica de la valvuloplastia aórtica percutánea, popularizada por Cribier<sup>3</sup> en la década de los 80s, sigue manteniendo un rol en el manejo de pacientes con estenosis aórtica severa de mayor riesgo, ya sea para evaluar la respuesta hemodinámica previo a una decisión terapéutica, como puente a una terapia definitiva (TAVI o SAVR) o a una cirugía no-cardíaca urgente en pacientes con hemodinamia inestable y finalmente, como manejo paliativo, si bien sus beneficios en términos de mortalidad y calidad de vida se limitan habitualmente a los primeros 6 meses<sup>4</sup>. Las últimas guías de la Sociedad Europea de Cardiología entregan una recomendación de nivel IIB para esta terapia.<sup>5</sup>

Publicaciones recientes dan cuenta del interés por desarrollar procedimientos menos invasivos y de los avances

en áreas como: mejoría en las integración de las diversas técnicas de imágenes (tomografía computada, angiografía, ecocardiograma, etc.), reducciones en el tamaño del material requerido, nuevos dispositivos de cierre vascular o tipos de balones para la dilatación (True™ Flow balloon; Bard Peripheral Vascular Inc., Tempe, AZ, USA) y la estimulación por marcapasos a través de la misma guía ventricular<sup>6</sup>. Una síntesis de estos progresos fue reportado en 2019 por Ooms et al.<sup>7</sup>, quien describe la técnica paso-a-paso para realizar una BAV por un acceso vascular único.

Esta serie de casos describe el uso de una técnica minimalista para BAV y se diferencia de otros reportes por 2 elementos esenciales: el uso de balones de mayor tamaño y prescindir sistemáticamente del uso de marcapasos.

Respecto del primer punto, nos parece que este tipo de balones grandes permite alcanzar una posición más estable a nivel del anillo, minimizando el desplazamiento durante el inflado (efecto “watermelon seed”) y evitando la necesidad de estimulación por marcapasos. Esto no so-



lamente ahorra tiempo sino que reduciría la utilización de insumos, el costo total de la intervención y las potenciales complicaciones de la instalación del marcapasos transitorio.

El uso de balones subdimensionados es habitual en la actualidad en un afán por disminuir las complicaciones graves como ruptura del anillo aórtico o los trastornos de la conducción eléctrica. Sin embargo, nos parecer que en pacientes inoperables y sin acceso inmediato a TAVI (principalmente, por limitaciones económicas en nuestro país); el uso de balones grandes pudiera aumentar más el área valvular y extender su durabilidad a la espera del tratamiento definitivo, sin incrementar los riesgos. La alta tasa de éxito en reducir significativamente el gradiente aórtico (94,2%) es significativamente mayor que en otras series de BAV que utilizan balones pequeños.

La seguridad demostrada también nos ha dado pie a extrapolarla al implante de válvula aórtica percutánea, escenario en el cual creemos que una predilatación adecuada (en los casos que lo requieran) simplifica el procedimiento y logra mejores resultados, especialmente con aquellas prótesis que no tienen mucha fuerza radial.

De hecho, el uso de balones pequeños en comparación con el diámetro promedio del anillo (Relación < 0,85) ha sido reportado como un factor predictor de insuficiencia aórtica post TAVI con válvulas autoexpandibles, posiblemente por la incapacidad de estas para modificar adecuadamente el calcio del aparato valvular<sup>9</sup>. Esto concuerda también con las recomendaciones actuales de ciertos fabricantes (ej.: Accurate Neo 2, Boston) de predilatar con balones de 1 mm menos que el diámetro del anillo efectivo (si existe un anillo de 23,4 mm, utilizar un balón 22 mm).

Otro punto debatible corresponde a la instalación de un marcapasos transitorio<sup>10</sup>. Especialmente, en pacientes de edad avanzada con mayor fragilidad y reserva coronaria disminuida, algunos autores plantean que pudiera ser deletéreo por el potencial de inducir isquemia miocárdica o disfunción ventricular izquierda que son complejos de revertir en el intraoperatorio. Además, requiere de un acceso venoso central adicional que si bien implica un riesgo bajo, también puede incrementar la tasa de complicaciones y el tiempo del procedimiento. Como alternativa, se ha planteado la estimulación a través de la misma guía en el ventrículo izquierdo o la administración de una dosis alta de Adenosina para inducir asistolía transitoria<sup>11</sup>.

En 2018, el estudio PNP<sup>12</sup> aleatorizó 100 pacientes a una BAV con o sin marcapasos (MP). No hubo diferencias respecto del desenlace primario de eficacia (Descenso en 50% del gradiente aórtico medio medido por Ecocardiograma) con 39,2% vs. 42,9%;  $p=0,16$ . Tampoco hubo diferencias en cuanto a mortalidad a 30 días, infarto agudo al miocardio, accidente cerebrovascular, insuficiencia aórtica severa o sangrado BARC > 3 ( $p=0,53$ ). El grupo sin MP tuvo menos requerimientos de marcapasos de rescate (0,5 vs 5,9%;  $p=0,09$ ) y menor deterioro moderado a severo de la función renal. Otro aspecto relevante fue que el grupo sin MP presentó mejor tolerabilidad y menores trastornos hemodinámicos o del ritmo. A diferencia de nuestra serie, el balón de mayor tamaño utilizado fue de 23 mm, elemento que pudiera explicar que sólo cerca de la mitad de los pacientes alcanzaron el desenlace de eficacia.

El mismo año, Rigatelli et al.<sup>13</sup> también publican su experiencia con una técnica BAV modificada que prescinde del uso de MP. En 34 pacientes de edad avanzada (promedio 80,9 + 4,9 años), se logró éxito del procedimiento en la totalidad de ellos con reducciones significativas del gradiente medio ( $75,6 \pm 11,3$  a  $35,8 \pm 11,2$  mmHg,  $p < 0,01$ ) y mejoría de la clase funcional. Hubo 14,7% de complicaciones, incluyendo una ruptura del anillo aórtico, 1 bloqueo completo de rama izquierda transitorio y 1 hematoma femoral. El tamaño máximo de balón utilizado fue de 22 mm.

En los pacientes aquí tratados, a pesar del perfil de riesgo, la tasa de complicaciones fue comparable a lo reportado en otras series. En 1991, una serie de BAV del NHLBI reportó una mortalidad de 3% que aumentó hasta 8% antes del alta y una tasa de MACE de 31%, derivada principalmente de complicaciones vasculares<sup>14</sup>. Más recientemente, Saia et al.<sup>15</sup> publicaron una serie de 73 pacientes a BAV en contexto de Estenosis aórtica severa asociado a insuficiencia al menos moderada. En esa serie, la tasa de complicaciones fue similar con una mortalidad de 6,9%, tasa de marcapasos definitivo de 1,4% y complicaciones vasculares mayores de 2,7%.

Por otro lado, cabe mencionar que la espera por SAVR sigue siendo un problema real en nuestro país, considerando el número de pacientes que no fueron sometidos a este procedimiento a pesar de tener indicación y en quienes tendría un rol el implante percutáneo.

Respecto de las limitaciones, debemos mencionar que corresponde a un estudio retrospectivo que carece de un grupo control y por lo tanto, sujeto a sesgos de selección. Además, se trata de un reporte unicéntrico y con un nú-



mero limitado de pacientes, si bien se trata de la mayor serie publicada en el país.

En conclusión, la realización de BAV mediante una téc-

nica modificada logró resultados hemodinámicos inmediatos comparables a otras series, sin comprometer la seguridad del paciente.

## Referencias:

1. ELTCHANINOFF H, DURAND E, BORZ B, FURUTA A, BEJAR K, et al. Balloon aortic valvuloplasty in the era of transcatheter aortic valve replacement: Acute and long-term outcomes. *Am Heart J*. 2014;167(1):235-240.
2. HAMEAU R, VEAS N, WINTER J, MUÑOZ R, LINDEFJELD D. Enfoque minimalista en el implante de válvula aórtica percutánea. *Rev Chil Cardiol*. 2019;38(3):173-181.
3. CRIBIER A, SAOUDI N, BERLAND J, SAOUDI N, ROCHA P, BERLAND J, et al. Percutaneous transluminal valvuloplasty of acquired aortic stenosis in elderly patients: An alternative to valve replacement? *Lancet*. 1986;(1):63-67. doi:10.1016/S0140-6736(86)90716-6
4. KAPADIA S, STEWART W, ANDERSON W, BABALIAROS V, FELDMAN T, COHEN D, et al. Outcomes of inoperable symptomatic aortic stenosis patients not undergoing aortic valve replacement: Insight into the impact of balloon aortic valvuloplasty from the PARTNER trial (Placement of Aortic Transcatheter Valve Trial). *JACC Cardiovasc Interv*. 2015;8(2):324-333. doi:10.1016/j.jcin.2014.08.015
5. 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(17):561-632.
6. FAURIE B, SOUTEYRAND G, STAAT P, GODIN M, CAUSIN C, VAN BELLE W, et al. Left Ventricular Rapid Pacing Via the Valve Delivery Guidewire in Transcatheter Aortic Valve Replacement. *JACC Cardiovasc Interv*. 2019;12(24):2449-2459.
7. OOMS J, VAN WIECHEN M, ZIVIELLO F, KROON H, REN B, DAEMEN J, et al. Single-access balloon aortic valvuloplasty - an overview of contemporary technical improvements. *EuroIntervention*. 2019;15(1):e766-770.
8. RAU E, EL-HAJJAR M. Aortic valvuloplasty via the radial artery: Case reports and review of the literature. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2018;92(3):597-600.
9. ALI O, SCHULTZ C, JABBOUR A, RUBENS M, MITTAL T, MOGIADDIN R, et al. Predictors of paravalvular aortic regurgitation following self-expanding Medtronic CoreValve implantation: The role of annulus size, degree of calcification, and balloon size during pre-implantation valvuloplasty and implant depth. *Int J Cardiol*. 2015;179(1):539-545.
10. WITZKE C, DON C, CUBEDDU R, HERRERO-GARIBI J, POMERANTSEV E, CALDERA A, et al. Impact of rapid ventricular pacing during percutaneous balloon aortic valvuloplasty in patients with critical aortic stenosis: Should we be using it? *Catheter Cardiovasc Interv*. 2010;75(3):444-453.
11. DAVIDAVICIUS G, CHIEFFO A, SHANNON J, ARIOLI F, IELASI A, MAUSSARDO M, et al. A high dose of adenosine to induce transient asystole for valvuloplasty in patients undergoing transcatheter aortic valve implantation (TAVI): Is it a valid alternative to rapid pacing a prospective pilot study. *J Invasive Cardiol*. 2011;23(1):467-471.
12. DALL'ARA G, MARZOCCHI A, TAGLIERI N, MORETTI C, RODINO G, CHIARABELLI M, et al. Randomized comparison of balloon aortic valvuloplasty performed with or without rapid cardiac pacing: The pacing versus no pacing (PNP) study. *J Interv Cardiol*. 2018;31(1):51-59.
13. RIGATELLI G, DELL'AVVOCATA F, CONTE L, LANZA D, GIATTI S, DEL SANTO P, et al. Modified balloon aortic valvuloplasty in fragile symptomatic patients unsuitable for both surgical and percutaneous valve replacement. *Cardiovasc Revascularization Med*. 2018;19(4):444-447.
14. NHLBI BV registry participants. Percutaneous balloon aortic valvuloplasty: Acute and 30-day follow-up results in 674 patients from the NHLBI balloon valvuloplasty registry. *Circulation*. 1991;84(6):2382-2397.
15. SAIA F, MARROZZINI C, CIUCA C, BORDONI B, DALL'ARA G, MORETTI C, et al. Is balloon aortic valvuloplasty safe in patients with significant aortic valve regurgitation? *Catheter Cardiovasc Interv*. 2012;79(1):315-321.



## Avances y desafíos de la protección radiológica en cardiología intervencionista pediátrica para Chile entre los años 2013-2021

Carlos Ubeda<sup>1a</sup>, Patricia Miranda<sup>2</sup>, Eliseo Vaño<sup>3b</sup>, Daniel Aguirre<sup>4</sup>, Luis Cárdenas<sup>2,5</sup>, Nemorino Riquelme<sup>4c</sup>, Anamaría Álvarez.<sup>5d</sup>

1. Departamento de Tecnología Médica, Laboratorio de Dosimetría personal, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Tarapacá.
  2. Servicio de Hemodinamia, Servicio Cardiovascular, Hospital Luis Calvo Mackenna.
  3. Departamento de Radiología, Universidad Complutense de Madrid e Instituto de Investigación Sanitaria del Hospital Clínico San Carlos (IdISSC).
  4. Servicio de Hemodinamia, Servicio Cardiovascular, Hospital Roberto del Río.
  5. Servicio de Hemodinamia, Servicio Cardiovascular, Clínica Santa María.
- a. Tecnólogo Médico de Radiología con mención en Imagenología Física Médica. Licenciado en Ciencias Biológicas. Magíster en Biofísica Médica. Doctor en Ciencias Radiológicas.
  - b. Doctor en Física. Radiofísico Hospitalario.
  - c. Tecnólogo Médica con mención en Imagenología y Radioterapia. Magíster en Ciencias Radiológicas.
  - d. Tecnólogo Médica con mención en Imagenología y Física Médica. Licenciada en Imagenología.

Recibido el 15 de octubre 2021 / Aceptado el 13 de abril 2022

Rev Chil Cardiol 2022; 41: 28-33

**Resumen:** En el año 2013, se publicó un artículo acerca de lo realizado en Chile en temas de protección radiológica en cardiología intervencionista (CI) pediátrica. A continuación se muestra el trabajo de continuidad realizado en los últimos 8 años, destacando los principales resultados alcanzados y proponiendo mejoras en la seguridad y protección radiológica en esta práctica clínica.

Desde el año 2013 se han seguido evaluando en términos de dosis de radiación y calidad de imagen, los sistemas de rayos X utilizados en Chile para procedimientos de CI pediátricos y, en particular, los equipos de los servicios de los Hospitales Luis Calvo Mackenna y Roberto del Río. Se han medido las tasas de dosis de radiación dispersa a la posición habitual de los ojos y

tobillos de los cardiólogos que operan los equipos de rayos X. También contamos con un conjunto de “Niveles de Referencia para Diagnóstico” clasificados por rangos de edad y peso, junto con la estimación de valores de dosis por órgano y dosis efectiva para los pacientes.

Podemos afirmar que, actualmente, contamos con una metodología consolidada para caracterizar, en términos de dosis y calidad de imagen, los sistemas de rayos X. Sin embargo, sigue pendiente actualizar la normativa nacional que regula el uso seguro de las radiaciones ionizantes en medicina, como también aspectos de formación en protección radiológica para el personal médico implicado.

**Palabras claves:** Protección radiológica; cardiología intervencionista; pediatría.

**Correspondencia:**  
Dr. Carlos Ubeda  
carlos.ubeda.uta@gmail.com.



## Updating radiological protection for interventional procedures in pediatric cardiology in Chile

An article on the status of radiological protection during procedures of interventional cardiology in pediatric patients in Chile was published in 2013. The present article relates the continuing efforts to improve radiological protection highlighting their results and proposing additional measures to improve radiological protection during the procedure.

Since 2013 we have continued the evaluation of radiation doses, image quality, and X Ray systems

used in Chile. We have measured diffused radiation dose at operator's eye and ankle levels to elaborate a "Reference guide" according to patient's age and weight. However, we still lack a national regulatory norm for the X Ray systems to be used and for the appropriate training of those involved in procedures of interventional cardiology in pediatric patients.

**Keywords:** radiologic protection; interventional cardiology; pediatric.

### **Introducción:**

La evidencia científica recopilada por la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP), da cuenta que cuando se realizan procedimientos de cardiología intervencionista (CI) pediátrica, los pacientes y el personal médico pueden estar expuestos a elevados niveles de radiación<sup>1-3</sup>. Por lo tanto, la implementación de un programa de garantía de calidad que considere el comisionamiento o la caracterización en términos de dosis y calidad de imagen de los sistemas de rayos X (angiógrafos), la evaluación y refinamiento de los protocolos que vienen incluidos por defecto en estos sistemas, la medición de las dosis a los pacientes para establecer nive-

les de referencia para diagnóstico (DRLs), junto con la estimación de las dosis efectivas y dosis en órganos y la medición de las dosis ocupacionales son prioritarios<sup>2</sup>.

Un enfoque exitoso para reducir la exposición a la radiación es la medición del kerma en aire incidente ( $K_i$ ) o del kerma en aire en la superficie de entrada ( $K_e$ ) (con retrodispersión)<sup>4</sup> para los pacientes, y los niveles de dosis provocados por la dispersa en el cristalino y las extremidades inferiores para el personal, en condiciones reales o simuladas, y sus factores técnicos definidos. La aplicación de los factores de atenuación para los dispositivos de protección puede permitir la estimación de las dosis del cristalino y de las extremidades inferiores para



los operadores<sup>5, 6</sup>.

Desde el año 2008, la Agencia Internacional de Energía Atómica (IAEA), ha facilitado una serie de estudios pilotos sobre protección radiológica en CI pediátrica en Chile, como parte de los tres proyectos de cooperación técnica titulados “Fortalecimiento de la Protección Radiológica de Pacientes en Exposición Médica (TSA3), RLA / 9 / 057”, “Garantizar la protección radiológica de los pacientes durante exposiciones médicas (TSA3), RLA / 9/067”, y “Fortalecimiento de la infraestructura nacional para que los usuarios finales cumplan con las regulaciones y los requisitos de protección radiológica, RLA / 9 / 075”<sup>7, 8</sup>. En este sentido, el trabajo realizado en Chile ha sido considerado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Panamericana de Salud (OPS) para iniciar en el año 2019 un programa internacional en intervencionismo cardiológico pediátrico titulado “Optimización de la Protección en Radiología Intervencionista Pediátrica en América Latina y el Caribe (OPRIPALC)” que nos permitirá seguir avanzando en este y otros temas relacionados con el uso seguro y efectivo de la radiaciones ionizantes<sup>9</sup>.

En el año 2013 se publicó un primer artículo que dio cuenta de lo realizado en nuestro país en temas de protección radiológica en CI pediátrica<sup>10</sup>. Así, el objetivo del presente artículo de revisión es mostrar el trabajo de continuidad que se ha venido realizando en estos últimos 8 años, destacando los principales resultados alcanzados y los desafíos, proponiendo ideas de futuro para seguir mejorando la seguridad y protección radiológica de los pacientes y personal médico en esta importante práctica de la medicina.

## Desarrollo:

### 1. Caracterización de los sistemas de rayos X

Esta metodología denomina “caracterización”, ha sido desarrollada tomando como referencia los programas de investigación europeos DIMOND y SENTINEL<sup>11</sup> y adaptándolos a nuestro país para evaluar sistemas de rayos X utilizados en procedimientos de CI pediátricos. Desde el año 2013 se ha seguido evaluando, en términos de dosis de radiación y calidad de imagen, la totalidad de los sistemas de rayos X utilizados en Chile para procedimientos de CI pediátricos y, en particular, los servicios de los Hospitales Luis Calvo Mackenna y Roberto del Río. Los principales resultados alcanzados en términos de tasas de  $K_i$  o dosis a la entrada de los pacientes (simulados con polimetil metacrilato en espesores desde 4 a 16 cm) fueron, para los diferen-

tes modos de operación, desde 0,11 a 33,1 mGy min<sup>-1</sup> (fluoroscopia baja); 0,34 a 61,0 mGy min<sup>-1</sup> (fluoroscopia alta) y 1,9 a 78,2 mGy fr<sup>-1</sup> (cine)<sup>12</sup>. En cuanto a la calidad de imagen, se evaluó la resolución a bajo contraste y se estableció nuevamente una figura de mérito que relaciona la dosis de radiación necesaria para lograr una determinada calidad de imagen<sup>13</sup>. En el caso del Hospital Roberto del Río, fue posible utilizar parte de estos resultados para mostrar cómo disminuyeron en 9,7 veces las tasas de dosis a la entrada de los pacientes con el nuevo sistema de rayos X, basado en tecnología de panel plano en comparación con el antiguo aparato basado en intensificador de imagen.<sup>14</sup>

### 2. Dosimetría a los Pacientes.

En artículo anterior informamos los valores de dosis a los pacientes en términos de producto kerma en aire área ( $P_{KA}$ ) también denominado producto dosis-área 4 y categorizados por rangos de edad para un solo hospital en Chile<sup>10</sup>. En los siguientes años se avanzó recolectando muestras de procedimientos que permitieron proponer DRLs clasificados por rangos de edad y peso, junto con la estimación de valores de dosis por órgano y dosis efectiva. La metodología utilizada fue la propuesta por el programa de investigación europeo SENTINEL<sup>11</sup>, que ha sido recientemente completada en el reporte N° 135 de la ICRP<sup>15</sup>.

#### 2a. Niveles de referencia para diagnóstico.

Se utilizó el valor del percentil 75 de la distribución de la mediana de la magnitud PDA para establecer los correspondientes DRLs. En el Hospital Luis Calvo Mackenna, la muestra correspondió a 517 procedimientos. Los resultados alcanzados para los procedimientos diagnóstico y terapéuticos por rango de edad fueron: 1,17 - 1,11 Gy cm<sup>2</sup> (<1 año); 1,74 - 1,90 Gy cm<sup>2</sup> (1 a <5 años); 2,83 - 3,22 Gy cm<sup>2</sup> (5 a <10 años); y 7,34 - 8,68 Gy cm<sup>2</sup> (10 a <16 años), respectivamente<sup>16</sup>. Para el Hospital Roberto del Río, la muestra fue de 261 procedimientos. Los resultados mostrados para los procedimientos diagnósticos y terapéuticos por rango de peso fueron: 4,3 - 5,2 Gy cm<sup>2</sup> (<1 kg); 5,0 - 8,0 Gy cm<sup>2</sup> (5 a <15 kg); 12,6 - 15,6 Gy cm<sup>2</sup> (15 a <30 kg); 43,4 - 25,5 Gy cm<sup>2</sup> (30 a <50 kg); y 31,2 - 30,2 Gy cm<sup>2</sup> (50 a <80 kg), respectivamente<sup>17</sup>.

#### 2b. Dosis en órganos y dosis efectiva.

Los primeros valores de dosis órgano y dosis efectiva a pacientes pediátricos reportados en el marco de un pro-



grama piloto realizado por la IAEA en América Latina y el Caribe, fueron obtenidos en el Hospital Luis Calvo Mackenna, donde la muestra inicial incluyó 1506 procedimientos y correspondieron a los valores de la mediana en ambas magnitudes. Se utilizó el programa PCXMC 2.0 Rotacional, basado en simulación de Monte Carlo. Los procedimientos fueron divididos en 4 rangos de edad y 7 rangos de peso. Los resultados de dosis en órganos obtenidos para los procedimientos diagnósticos y terapéuticos fueron: 0,90 - 0,64 mGy (médula ósea (roja) activa); 1,99 - 1,46 mGy (corazón); 3,56 - 2,59 mGy (pulmones); 1,27 - 0,83 mGy (tiroides); y 1,78 - 1,36 mGy (mama solo para mujeres), respectivamente. Los rangos para la dosis efectiva para los procedimientos diagnósticos y terapéuticos fueron: 1,2 - 3,9 mSv; y 1,0 - 2,5 mSv, respectivamente<sup>18</sup>.

También se efectuó un trabajo que incluyó 1.824 procedimientos de CI pediátricos y que tuvo como objetivo determinar las dosis acumuladas cuando un paciente se realizaba más de un procedimiento de CI a lo largo de su vida. En términos de los órganos más irradiados durante estos procedimientos, los valores de la mediana más altos (para el grupo de  $\geq 4$  procedimientos) fueron: 5,0 mGy (médula ósea); 12,7 mGy (corazón); 23,5 mGy (pulmones), 15,2 mGy (esófago), 7,8 mGy (tiroides) y 11,0 mGy (mama solo para mujeres). Los valores de la mediana para la dosis efectiva calculada para los tres grupos de pacientes (con 2, 3 y  $\geq 4$  procedimientos) fueron 3,4 mSv; 5,9 mSv; y 8,7 mSv, respectivamente<sup>19</sup>.

### 3. Dosimetría ocupacional a los operadores (Cardiólogos)

Sobre la base de mediciones realizadas durante las caracterizaciones de los angiógrafos se estimaron experimentalmente las dosis debidas a la radiación dispersa en los ojos de los cardiólogos. Los principales resultados mostraron que la dosis de la radiación dispersa fluctuó entre 0,20 y 116  $\mu\text{Sv}$  por procedimiento<sup>5</sup>.

También, experimentalmente, y sobre la base de mediciones realizadas durante las caracterizaciones de los sistemas de rayos X, se estimaron las dosis dispersas en las extremidades inferiores de los cardiólogos. Aquí se agruparon los procedimientos en 10 categorías (2 diagnósticas y 8 terapéuticas) para 4 grupos de edades diferentes de pacientes. Las tasas de dosis de la radiación dispersa más altas registradas durante las simulaciones fueron de 700 y 4000  $\mu\text{Sv h}^{-1}$  para el modo de fluoroscopia de baja dosis y el modo cine, respectivamente. La dosis dispersa en las extremidades inferiores de los cardiólogos para los cuatro grupos de edad de los pa-

cientes y los 10 procedimientos variaron de 1 a 28  $\mu\text{Sv}$  (menores de 1 año), 6 a 58  $\mu\text{Sv}$  (menores de 5 años),<sup>13</sup> a 155  $\mu\text{Sv}$  (menores de 10 años) y 29 a 375  $\mu\text{Sv}$  (menores de 15 años). El presente estudio mostró una dosis máxima anual que puede llegar a las extremidades inferiores del cardiólogo de 90 mSv<sup>6</sup>, siempre y cuando no utilice los elementos de protección radiológica.

### Discusión:

Desde el año 2013 (último reporte), hemos sido capaces como país de consolidar y avanzar en diferentes aspectos relacionados con la protección radiológica en CI pediátrica. Ejemplos de lo anterior son las participaciones en el año 2016 de la Conferencia Iberoamericana de protección radiológica en Medicina (CIPRaM) en Madrid, España, trabajando en el grupo sobre Intervencionismo guiado por imagen<sup>20</sup> y en el año 2017 en Viena, Austria, para la "Conferencia Internacional del IAEA sobre protección radiológica en medicina: lograr cambios en la práctica"<sup>21</sup>. A lo largo de estos años, se ha logrado una metodología consolidada para caracterizar en términos de dosis y calidad de imagen los sistemas de rayos X, con lo cual los médicos y los otros profesionales pueden valorar, objetivamente, en términos de dosis, el costo que tienen los diferentes protocolos y modos de operación disponibles en los sistemas de rayos X<sup>12-14</sup>. También debemos indicar que Chile junto a Costa Rica son de los pocos países de la región que han publicado un conjunto de valores sobre DRLs en CI pediátrica<sup>16, 17, 22</sup>. Para mayor comprensión sobre esta metodología, parte del equipo de investigadores publicó un artículo sobre cómo establecer esta herramienta de optimización<sup>23</sup>.

Como en nuestra región la protección radiológica en medicina y en particular sobre los procedimientos de CI pediátrica sigue siendo un reto por el beneficio indiscutible que supone el uso de las radiaciones ionizantes en diagnóstico y en terapia, nace el proyecto OPRIPALC con los objetivos de: (1) Promover la cultura de seguridad radiológica en radiología pediátrica intervencionista en América Latina y el Caribe, con un enfoque inicial en cardiología intervencionista; (2) Mejorar la seguridad radiológica y la calidad de estos procedimientos en los centros participantes; (3) Definir estrategias de optimización basadas en una colección de dosis de pacientes junto con la evaluación de la calidad de las imágenes, de una muestra de hospitales representativos en diferentes países de América Latina y el Caribe utilizando DRLs nacionales o regionales y; (4) Producir un



documento de consenso regional que ofrezca orientación para mejorar la optimización de la protección y la seguridad en las prácticas de intervención pediátrica en América Latina y el Caribe<sup>9</sup>.

Por otro lado, resulta clave que la caracterización de los sistemas de rayos X, junto con la dosimetría de los pacientes y la del personal médico, sean consideradas prácticas obligatorias y no opcionales como pueden entenderse hoy en algunos países. Nuestra legislación que regula el uso de las radiaciones ionizantes en medicina data del siglo pasado<sup>24, 25</sup>, y no va de la mano con las

actuales recomendaciones internacionales del OIEA e ICRP<sup>26</sup>.

Otro aspecto clave a mejorar es fortalecer la formación en protección radiológica del personal que labora en las salas de intervencionismo, dado que los cursos actualmente dictados en Chile no consideran diferentes niveles de formación que vayan en concordancia a las necesidades y responsabilidades de los diferentes grupos profesionales. Por lo anterior, sería recomendable proponer un curso específico de protección radiológica para el área intervencionista.

## Referencias:

1. INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION. Radiological protection in fluoroscopically guided procedures performed outside the imaging department. ICRP Publication 117. Ann. ICRP 40(1-102). ICRP Elsevier (2010).
2. INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. Ann. ICRP 37(1-332). ICRP Elsevier (2007).
3. INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION. Radiological protection in cardiology. ICRP Publication 120. Ann. ICRP 42(1-125) (2013).
4. INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIATION UNITS AND MEASUREMENTS. Patient dosimetry for X-rays used in medical imaging. ICRU Report 74. J. ICRU. 5. ICRU (2005).
5. UBEDA C, VANO E, MIRANDA P, AGUIRRE D, RIQUELME N, DALMAZZO D et al. Patient and staff doses in paediatric interventional cardiology derived from experimental measurements with phantoms. *Physica Medica*. 2016;32(1):176-181.
6. UBEDA C, MIRANDA P, AGUIRRE D, RIQUELME N, DALMAZZO D, VEGA J. Scatter dose values in lower extremities for staff during paediatric interventional cardiology procedures: an experimental approach. *Radiation Protection Dosimetry*. 2017;174(1):88-93.
7. ORTIZ P, UBEDA C, ROAS N, CANEVARO L, SÁNCHEZ R, VANO E y otros Campaña Internacional de protección radiológica para América Latina y el Caribe en procedimientos intervencionistas. *Rev cienc salud med*. 2016; 2 (1): 50-60.
8. SÁNCHEZ M, ORTIZ P, ROAS N, NADER A, UBEDA C. Proyecto de Cooperación Técnica RLA9075. Una herramienta para mejorar la Protección Radiológica en la Región de América Latina. *Rev cienc salud med*. 2016; 2 (2): 105-109.
9. DISPONIBLE EN: <https://opripalc.org/> (accedido el 01 de Agosto de 2021).



10. UBEDA C, MIRANDA P, VAÑO E, NOCETTI D. Protección radiológica en cardiología intervencionista Pediátrica. Avances y desafíos para Chile. *Rev Chil Car* 2013;32(3):223-229.
  11. FAULKNER K, MALONE J, VANO E, PADOVANI R, BUSCH HP, ZOETELIEF JH, BOSMANS H. The SENTINEL Project. *Radiat. Prot. Dosim.* 2008;129: 3-5.
  12. UBEDA C, VANO E, MIRANDA P, VALENZUELA E, VERGARA F, GUARDA E. Entrance surface air kerma in X-ray systems for paediatric interventional cardiology: a national survey. *Radiation Protection Dosimetry.* 2015;165(1-4):107-110.
  13. UBEDA C, MIRANDA P, DALMAZZO D. Dosis de radiación y calidad de imagen en un equipo de cardiología intervencionista Pediátrico. *Interciencia.* 2014;39(7): 518-523.
  14. UBEDA C, VANO E, MIRANDA P, AGUIRRE D, RIQUELME N, GUARDA E. Comparison of two angiographic systems in paediatric interventional cardiology. *Radiation Protection Dosimetry.* 2015;165(1-4):250-253.
  15. INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIATION PROTECTION (ICRP). The 2017 Diagnostic reference levels in medical imaging. ICRP Publication 135. *Ann. ICRP* 2017; 46(1): 1-143.
  16. UBEDA C, MIRANDA P, VANO E. Local patient dose diagnostic reference levels in pediatric interventional cardiology in Chile using age bands and patient weight values. *Medical Physics.* 2015;42(2):615-622.
  17. UBEDA C, VANO E, RIQUELME N, AGUIRRE D, VASQUEZ H, CHAVEZ C, DALMAZZO D. Patient radiation doses in paediatric interventional cardiology and optimization actions. *Radiation Physics and Chemistry.* 2020; 168:108539.
  18. UBEDA C, MIRANDA P, VANO E, NOCETTI D, MANTEROLA C. Organ and effective doses from paediatric interventional cardiology procedures in Chile. *Physica Medica.* 2017;40:95-103.
  19. UBEDA C, VANO E, MIRANDA P, FIGUEROA X. Organ and effective doses detriment to paediatric patients undergoing multiple interventional cardiology procedures. *Physica Medica.* 2019; 60:182-187.
  20. DISPONIBLE EN: [https://www.who.int/ionizing\\_radiation/medical\\_radiation\\_exposure/Conferencia-Iberoamericana-sobre-proteccion-radiologica-en-medicina-CIPRAM.pdf](https://www.who.int/ionizing_radiation/medical_radiation_exposure/Conferencia-Iberoamericana-sobre-proteccion-radiologica-en-medicina-CIPRAM.pdf) (accedido el 01 de Agosto de 2021).
  21. DISPONIBLE EN: <https://www.iaea.org/sites/default/files/17/12/cn-255-conference-programme.pdf> (accedido el 01 de Agosto de 2021).
  22. UBEDA C, VANO E, SALAZAR L, RETANA V, SANTOS F et al. Paediatric interventional cardiology in Costa Rica: diagnostic reference levels and estimation of population dose. *J. Radiol. Prot.* 2018; 38: 218-228.
  23. UBEDA C, VAÑO E, RUIZ CRUCES R, SOFFIA P, FABRI D. Niveles de referencia para diagnóstico: Una herramienta efectiva para la protección radiológica de pacientes. *Rev Chil Radiol* 2019; 25(1): 19-25
  24. REGLAMENTO DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA DE INSTALACIONES RADIATIVAS, Decreto Supremo N°3 de la República de Chile, 3 de Enero de 1985.
- REGLAMENTO SOBRE AUTORIZACIONES PARA INSTALACIONES RADIOACTIVAS O EQUIPOS GENERADORES DE RADIACIONES IONIZANTES, personal que se desempeña en ellas, u opere tales equipos y otras actividades afines, Decreto Supremo N°133 de la República de Chile, 22 de mayo de 1984.
- UBEDA C, MIRANDA P, AGUIRRE D, CÁRDENAS L, RIQUELME N Y ÁLVAREZ A. Estado de la normativa chilena que regula el uso de las radiaciones ionizantes en procedimientos de intervencionismo cardiológico. *Rev Chil Car* 2020;39:290-292.



## Membrana de circulación extracorpórea veno-arterial para ablación de tormenta eléctrica en shock cardiogénico: caso clínico

Rodrigo Mella, Luis Quiñiñir, Víctor Neira, Juan Carlos Bahamondes, Rodrigo Miranda, Leandro Ortega, Ronald Trujillo.

Departamento Cardiología, Hospital Dr. Hernán Henríquez Aravena.  
Departamento Cirugía Cardíaca, Hospital Dr. Hernán Henríquez Aravena.  
Faculta de Medicina, Universidad de la Frontera.

Los autores declaran no tener conflictos de interés. Trabajo no recibió financiamiento.

Recibido el 24 de octubre 2021 / Aceptado el 13 de abril 2022

Rev Chil Cardiol 2022; 41: 34-38

**Resumen:** Se presenta el caso clínico de un paciente que presenta un infarto del miocardio con trombolisis no exitosa y posterior implantación de 2 stents coronarios quien desarrolla, algunos días después, una tormenta eléctrica ventricular. Una ablación de la taquicardia se realizó bajo ECMO, con buen resultado. Se detalla la descripción del caso, revisa y discute el tema.

### Veno-arterial Extracorporeal Membrane Oxygenation (ECMO) used for support during ablation of ventricular electrical storm: Case report

A patient with a myocardial infarction whom, following a failed thrombolysis and implantation of 2 stents developed a ventricular electrical storm and hemodynamic instability. A successful ablation of the tachycardia with the use of ECMO was performed. A full description is included, along with a discussion of the subject.

**Correspondencia:**  
Dr. Luis Quiñiñir Salvatici  
luisraulquinir@gmail.com



### Caso clínico:

Un hombre de 58 años, diabético e hipertenso, presentó un infarto agudo al miocardio de pared anterior Killip I. Consultó en centro de atención primaria aproximadamente 4 horas después del inicio del dolor torácico, donde se efectuó una trombolisis con Tenecteplase®, sin lograr criterios de reperfusión por lo que se trasladó a nuestro centro para angioplastia de rescate. La coronariografía reveló arteria descendente anterior ocluida en su tercio proximal y arteria circunfleja con lesión 80% en su segmento proximal. Se implantó un stent medicado en arteria descendente anterior y otro en arteria circunfleja, sin incidentes. Dada la contingencia COVID19 en nuestro medio, fue trasladado a UTI de hospital periférico, siendo dado de alta al quinto día en buenas condiciones.

Re consultó a las 48 horas, por palpitaciones y disnea de reposo. Al ingreso estaba vigil y orientado, termodinámicamente estable, con crepitaciones finas bibasales a nivel pulmonar. Laboratorio inicial: hemoglobina 12.5 gr/dL, Creatinina: 1.0 mg/dL, troponina 3274 ng/l inicial y control sin cambios, NT pro BNP 2195 pg/ml, sin trastorno electrolítico. Electrocardiograma al ingreso demostró ritmo sinusal, PR normal, onda Q septal y

pobre progresión de R en precordiales, con bajo voltaje en pared inferior (Figura 1A). ECGs seriados demostraron salvas muy frecuentes de extrasístoles ventriculares monomorfas y algunos episodios de taquicardia ventricular no sostenida (Figura 1B).

Se inició amiodarona, betabloqueo e ingresó a servicio de medicina. El Ecocardiograma transtorácico evidenció un ventrículo izquierdo dilatado a nivel apical, FEVI 35%, SGL -7,4% en presencia de hipoquinesia difusa, disquinesia apical con motilidad conservada en los segmentos basal, medio de pared lateral y posterior. Evoluciona estable pero persiste con salvas de extrasístoles y taquicardias ventriculares no sostenidas que no desaparecían con tratamiento farmacológico.

Al cuarto día presenta taquicardia ventricular monomorfa incesante a 220 latidos por minuto y compromiso hemodinámico (Figura 2 A y B). Se realiza cardioversión eléctrica que logró ritmo sinusal pero con recurrencia precoz de taquicardia. Pese a infusión de Amiodarona, lidocaína e intubación precoz, el paciente presentó múltiples recurrencias de TV requiriendo un total de 12 shocks de cardioversión. Se traslada a UCI cardiovascular donde evoluciona grave con requerimientos de noradrenalina y milrinona por lo que

Figura N1: Electrocardiogramas al ingreso.

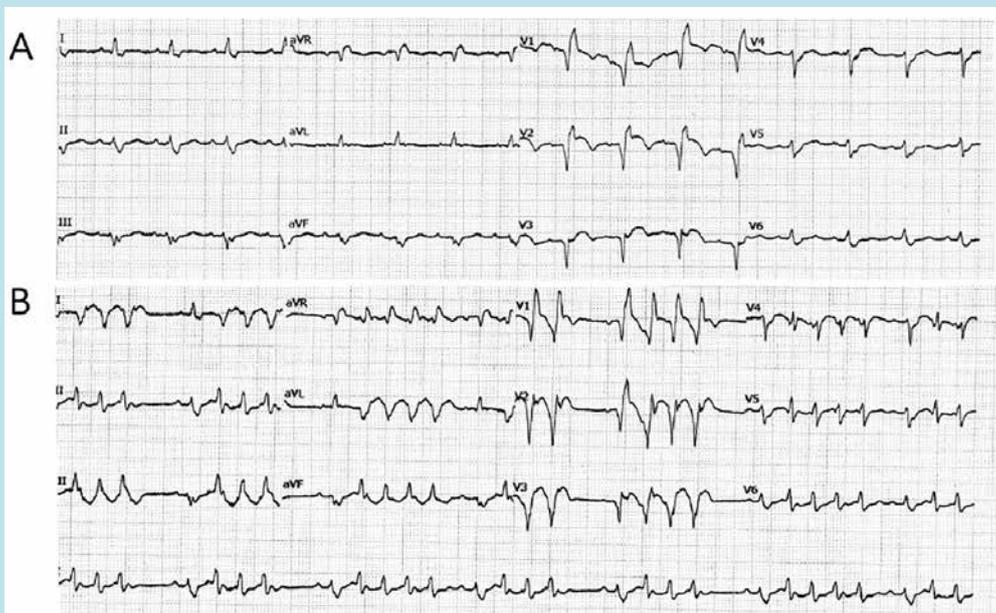


Figura 1A: ECG al ingreso del paciente. Ritmo sinusal con intervalo PR normal. Destaca onda Q de V1 a V3 con mala progresión de R en precordiales.

Figura 2B: Ritmo sinusal con triples ventriculares frecuentes.



Figura N2. Electrocardiogramas en tormenta arritmica

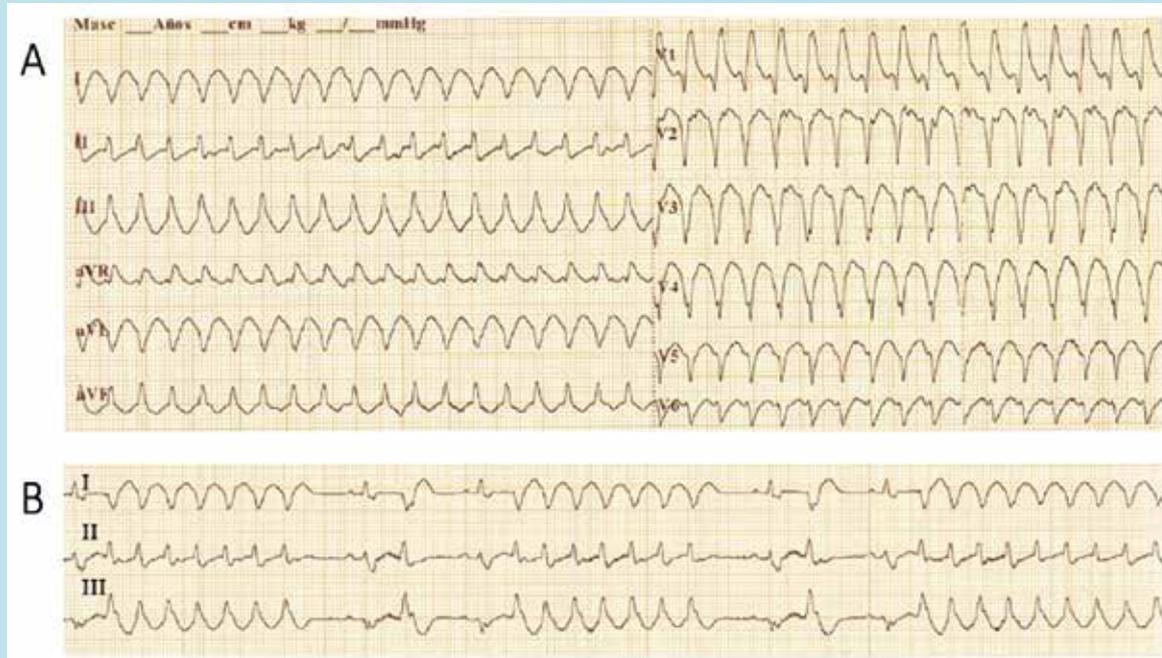


Figura 2A. Taquicardia ventricular a 220 latidos por minuto. Morfología tipo bloqueo rama derecha con transición en V2. Positiva en pared inferior y negativa en derivada I.

Figura2B: Salvas frecuentes de taquicardia ventricular no sostenida monomórfica, con misma morfología que taquicardia clínica.

Figura N3: Ablación

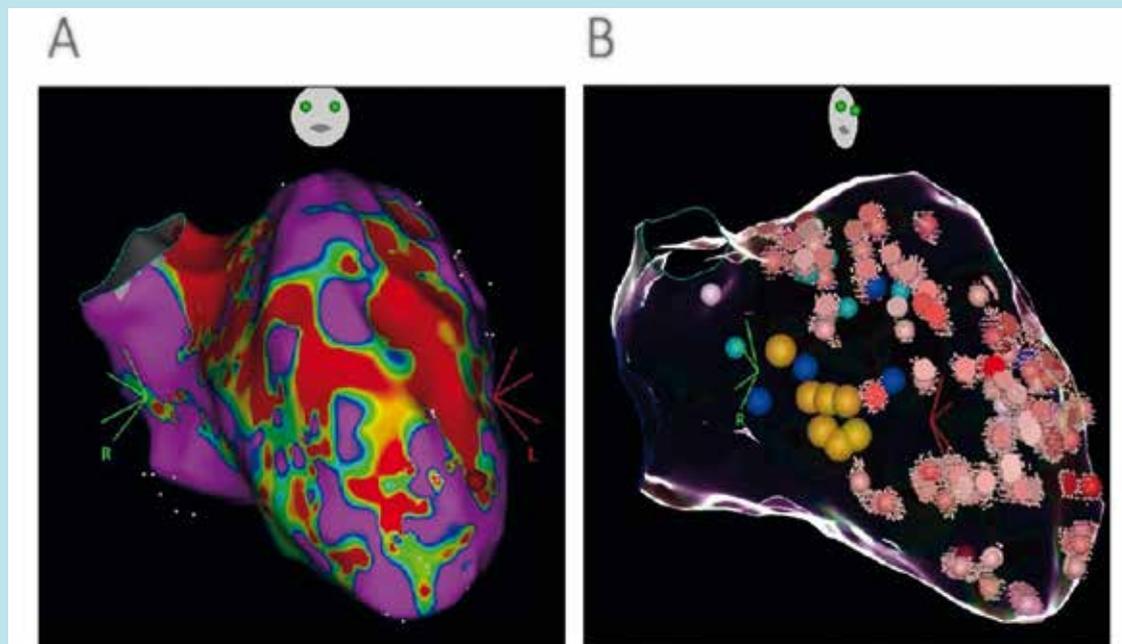


Figura 3A: Mapa de voltaje bipolar del ventrículo izquierdo (proyección antero-posterior). Límite inferior 0.5mV (rojo), limite superior 1.5 mV (púrpura). Destaca gran cicatriz en zona anteroseptal y anterior del ventrículo izquierdo.

Figura 3B: Mapa anatómico del ventrículo izquierdo en proyección oblicua anterior derecha, puntos de ablación en rojo, puntos amarillo señales de his, puntos celestes: puntos pace-map similares a taquicardia clínica.



se decide efectuar una ablación de Taquicardia Ventricular con apoyo hemodinámico con ECMO. Una coronariografía reveló ausencia de estenosis coronaria significativa.

Se conectó el paciente a ECMO veno-arterial (VA) femoral (2.5 - 2.8 L/min). Luego, utilizando el sistema de mapeo electroanatómico Carto® 3 (Biosense Webster) y un catéter multipolar Pentaray® (Biosense Webster) se realizó un “mapeo” (Figura 3 A y B) de voltaje del ventrículo izquierdo, que demostró zonas de bajo voltaje en pared anteroseptal y anterior, con evidencia de potenciales tardíos en la cicatriz y en zonas limítrofes con tejido sano. Se realizó un protocolo de inducción de taquicardia ventricular con hasta 4 extra estímulos lo que no indujo la taquicardia ventricular clínica. Se realizó una ablación base a sustrato con un catéter SMARTTOUCH® ST-SF (Biosense Webster), en zonas de bajo voltaje y potenciales tardíos. Al final del procedimiento, no se indujo taquicardia ventricular usando hasta 5 extra estímulos.

Fue decanulado de ECMO a las 24 horas, sin incidentes. Su ecocardiograma de control reveló cavidades de tamaño normal, FEVI 62% (bajo infusión de milrinona 0.3 ug/kg/min) en presencia de discinesia septal, hipokinesia anterior y motilidad compensatoria de pared inferior y lateral. Se extuba sin incidentes y 7 días posterior al procedimiento se le instala cardiodesfibrilador unicameral Medtronic®, sin complicaciones. Evoluciona favorablemente y se da de alta en buenas condiciones generales. Un control del desfibrilador a las 2 semanas post-implante no evidenció episodios de TV.

### Discusión:

La tormenta eléctrica es una emergencia médica con elevada mortalidad<sup>1</sup>. Se define por la presencia de 3 o más episodios interrumpidos de arritmias ventriculares durante 24 horas o arritmias ventriculares incesantes por más de 12 horas<sup>2</sup>. En pacientes con cardiodesfibrilador, se considera cuando se producen más de 3 descargas apropiadas en menos de 24 horas con un tiempo mayor a 5 minutos entre cada terapia.

El tratamiento más eficaz descrito es la ablación con catéter, especialmente en pacientes con cicatriz secundaria a infarto al miocardio. Sin embargo, la inestabilidad hemodinámica puede aumentar el riesgo de complicaciones y mortalidad relacionadas con el procedimiento. En el último tiempo, varios estudios han reportado procedimientos de ablación realizados con oxigenación por membrana extracorpórea venoarterial (ECMO VA) para

soporte circulatorio<sup>3</sup>, el que proporciona estabilidad hemodinámica para el paciente y una adecuada perfusión de órganos durante el procedimiento. Si bien existe experiencia en países desarrollados<sup>4</sup>, en nuestro país la evidencia es limitada.

La tormenta eléctrica es una entidad poco frecuente, pero de alta mortalidad. En la mayoría de los casos ocurre en pacientes con cardiopatía estructural, frecuentemente isquémica, aunque existen condiciones sin alteración estructural cardíaca que predisponen al desarrollo de TE, como son el síndrome de Brugada, síndromes de Qt largo y corto, y taquicardia ventricular polimorfa catecolaminérgica<sup>5,6</sup>.

La fisiopatología de la tormenta arrítmica es diversa y poco entendida. Kowlgı y Cha en una reciente publicación<sup>5</sup>, proponen una teoría que involucra 4 componentes principales: Sustrato anatómico, factores desencadenantes, disregulación autonómica y factores adicionales como genes asociados. De éstos, el sustrato anatómico y los gatillantes aparecen como los más relevantes, siendo la cicatriz miocárdica secundario a cardiopatía coronaria uno de los principales sustratos para el desarrollo de arritmias malignas.

En cuanto a los factores desencadenantes, estos son diversos en la literatura. Marrouche et al<sup>7</sup> comunica que en pacientes con cardiopatía isquémica, la tormenta eléctrica parece desencadenarse por latidos ventriculares prematuros monomórficos, originados desde el Purkinje en la zona del borde de la cicatriz. En nuestro paciente en particular, el infarto fue muy reciente como para constituir el sustrato para una reentrada y tampoco se evidenció un extrasístole previo al episodio de taquicardia ventricular. Por otro lado, no tuvo angina ni cambios del segmento ST sugerentes de trombosis de stent o isquemia aguda. En cambio destacó la presencia de múltiples salvas de TV no sostenida. Este comportamiento en salvas es compatible con actividad gatillada, probablemente en el contexto de isquemia residual en ausencia de trastornos hidroelectrolíticos.

En cuanto a la terapéutica, la ablación con radiofrecuencia es eficaz para prevenir la recurrencia de tormenta eléctrica<sup>5,7,8</sup>. Sin embargo, las arritmias ventriculares suelen asociarse a compromiso hemodinámico, no solo por la arritmia sino también por condiciones asociadas como la disfunción ventricular izquierda, la necesidad de drogas catecolaminérgicas, el tiempo que requiere la ablación, entre otras. Todas las mencionadas estaban presentes en nuestro paciente.

En este contexto, el soporte con ECMO se ha utiliza-



do con éxito durante los procedimientos de ablación de TV<sup>3,4,7,8</sup>. Aún no existe evidencia robusta del beneficio de ECMO en éste escenario, probablemente por poco número de pacientes en las publicaciones, pero se ha sugerido que mejora la tasa de supervivencia en la TV refractaria en niños y adultos<sup>8,9</sup>, la que varía con la duración del tratamiento, la indicación del tratamiento y otros factores del paciente. Contrario a esto, la mortalidad parece ir de la mano con el tiempo de soporte<sup>10</sup>.

A nuestro conocimiento, presentamos el primer caso en Chile de ECMO como soporte para ablación de taquicardia ventricular. Si bien la taquicardia ventricular no fue inducible dado efecto antiarrítmico residual de amiodarona y lidocaína, la ablación del sustrato tuvo un rol en la ausencia de recurrencia de TV. Finalmente, la implementación de ECMO en un paciente inestable permitió completar de forma segura un complejo procedimiento de ablación.

## Referencias:

- 1- PRIORI SG, BLOMSTROM-LUNDQVIST C, MAZZANTI A, et al. 2015 ESC Guidelines for the management of patients with ventricular arrhythmias and the prevention of sudden cardiac death. *Eur Heart J*. 2015;36:2793–2867.
- 2- PEDERSEN CT, KAY GN, KALMAN J, BORGGREFE M, DELLA-BELLA P, DICKFELD T, et al. EHRA/HRS/APHS expert consensus on ventricular arrhythmias. *Heart Rhythm*. 2014;11(10):e166-96.
- 3- ENRIQUEZ A, LIANG J, GENTILE J, et al. Outcomes of rescue cardiopulmonary support for periprocedural acute hemodynamic decompensation in patients undergoing catheter ablation of electrical storm. *Heart Rhythm*. 2018;15:75.
- 4- BARATTO F, PAPPALARDO F, OLORIZ T, BISCEGLIA C, VERGARA P, SILBERBAUER J, et al. Extracorporeal Membrane Oxygenation for Hemodynamic Support of Ventricular Tachycardia Ablation. *Circ Arrhythm Electrophysiol*. 2016 Dec;9(12):e004492.
- 5- KOWLGI GN, CHA YM. Management of ventricular electrical storm: a contemporary appraisal. *Europace*. 2020 Dec 23;22(12):1768-1780.
- 6- GERAGHTY L, SANTANGELI P, TEDROW UB, SHIVKUMAR K, KUMAR S. Contemporary management of electrical storm. *Heart Lung Circ* 2019;28:123–33.
- 7- MARROUCHE NF, VERMA A, WAZNI O, SCHWEIKERT R, MARTIN DO, SALIBA W, ET al.. Mode of initiation and ablation of ventricular fibrillation storms in patients with ischemic cardiomyopathy. *J Am Coll Cardiol*. 2004 May 5;43(9):1715-20.
- 8- VERGARA P, TUNG R, VASEGHI M, BROMBIN C, FRANKEL DS, DI BIASE L, et al. Successful ventricular tachycardia ablation in patients with electrical storm reduces recurrences and improves survival. *Heart Rhythm*. 2018 Jan;15(1):48-55.
- 9- BHANDARY SP, JOSEPH N, HOFMANN JP, SARANTEAS T, PAPADIMOS TJ. Extracorporeal life support for refractory ventricular tachycardia. *Ann Transl Med*. 2017 Feb;5(4):73.
- 10- MAKDISI G, WANG IW. Extra Corporeal Membrane Oxygenation (ECMO) review of a lifesaving technology. *J Thorac Dis* 2015;7:E166–E176.



# Trombolisis sistémica complicada en embolia cerebral múltiple por trombo intraventricular

Juan P. Ricarte B, Federico Liberman, Roberto S. Cooke, Luciana Auad, Julio O. Bono.

Unidad Cardiovascular, Sanatorio Allende Nueva Córdoba. Córdoba, Argentina.

Recibido el 24 de enero 2022 / Aceptado el 13 de abril 2022

Rev Chil Cardiol 2022; 41: 39-44

Se presenta un caso de trombólisis sistémica complicada con transformación hemorrágica en paciente con evento isquémico cerebral sintomático por embolia múltiple a partir de trombo intraventricular en contexto de infarto agudo de miocardio por oclusión total de arteria descen-

dente anterior con deterioro severo de función sistólica de ventrículo izquierdo.

**Palabras clave:** infarto de miocardio; embolismo; accidente cerebrovascular; agentes fibrinolíticos; anticoagulantes.

## Systemic thrombolysis following multiple embolic cerebral lesions in a patient with myocardial infarction and intraventricular thrombus.

We describe a case of complicated systemic thrombolysis with hemorrhagic transformation in a patient with a cerebral ischemic event due to multiple embolism from intraventricular thrombus in the context of acute myocardial infarction due to total occlusion of the anterior

descending artery and severe deterioration of left ventricular systolic function.

**Key words:** myocardial infarction; embolism; stroke; fibrinolytic agents, anticoagulant drugs.

**Correspondencia:**  
Federico Liberman.  
libermanfederico@gmail.com



### Introducción:

El infarto agudo de miocardio (IAM) tiene como una de sus complicaciones el desarrollo de un trombo en el ventrículo izquierdo (TVI), el cual puede embolizar, siendo el cerebro el sitio más temido de embolización. La revascularización ha disminuido dramáticamente no sólo la mortalidad por IAM sino también la aparición de TVI<sup>1</sup>. Para su detección las guías recomiendan utilizar métodos de imagen, preferentemente ecocardiografía, para descartar ésta y otras complicaciones<sup>2</sup>.

El objetivo del presente artículo es presentar un caso paradigmático, proveer información actualizada y precisa sobre la aparición de TVI y las estrategias de tratamiento antitrombótico y eventual reperfusión.

### Caso Clínico:

Paciente de 56 años con antecedentes de dislipidemia y tabaquismo activo que consulta por dolor precordial opresivo de 4 días de evolución. Al ingreso: normotenso con FC de 110 por minuto, FR de 14 ciclos/minuto y saturación de oxígeno de 95% en aire ambiente, el resto del

examen físico normal. El ECG mostraba supradesnivel del segmento ST y fibrosis en cara anterolateral (Figura 1). La troponina ultrasensible al ingreso fue 5559ng/L (Valor de referencia < 14 ng/L). Una inmediata cinecoronariografía evidenció oclusión total de arteria descendente anterior en su segmento proximal sin posibilidad de revascularizar vía percutánea (angioplastia percutánea fallida, ATC fallida) (Figura 2). En una discusión multidisciplinaria se decide tratamiento médico con doble antiagregación plaquetaria (AAS + prasugrel), bisoprolol, losartán y rosuvastatina.

El ecocardiograma evidenció deterioro severo de fracción de eyección y trombo apical en ventrículo izquierdo (VI), al igual que una resonancia magnética realizada para evaluar isquemia (Figura 3), por lo que se inició anticoagulación con apixaban 5mg cada 12 horas. Al tercer día de internación, a las 13:30 horas presentó en forma repentina afasia global, plejía fascio-braquio-crural izquierda asociado a hemianopsia homolateral (NIHSS 21). En ese momento su tensión arterial (TA) fue de 123/87mmHg, resto del examen sin cambios. Una inmediata resonancia

Fig. 1.- Electrocardiograma al ingreso.

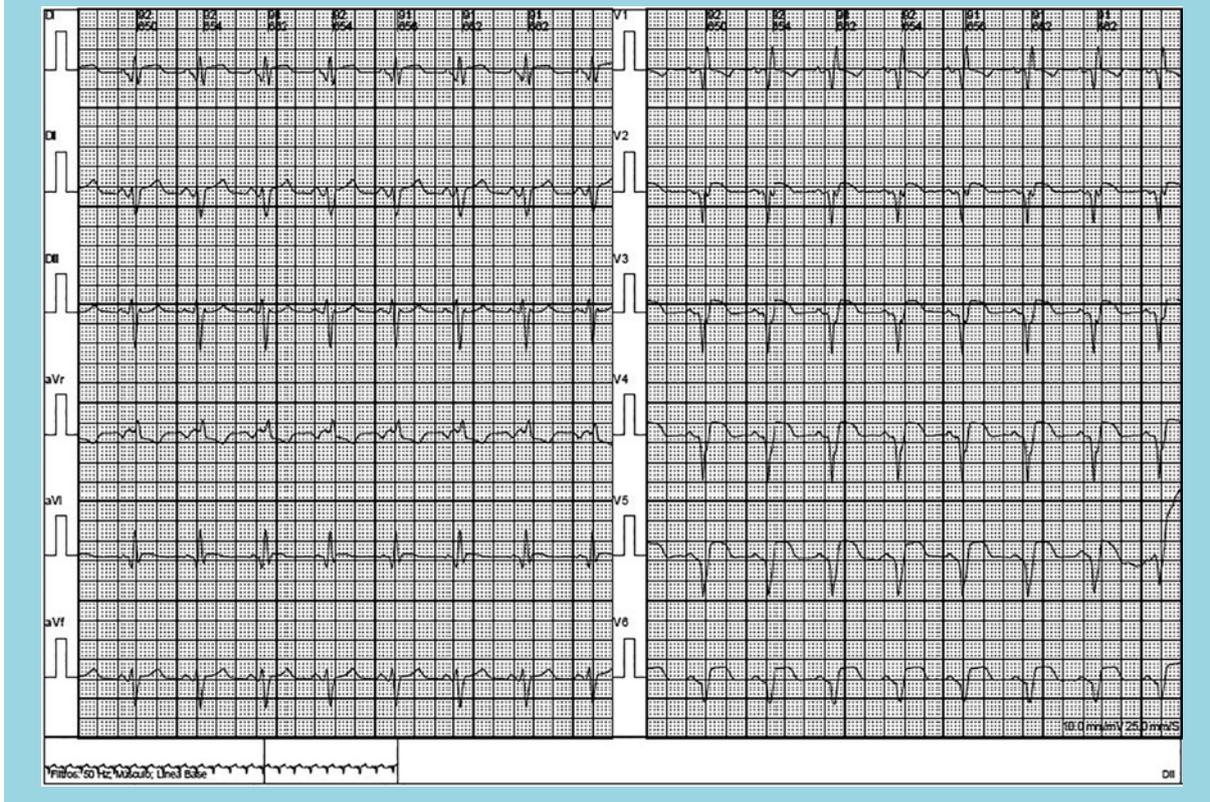
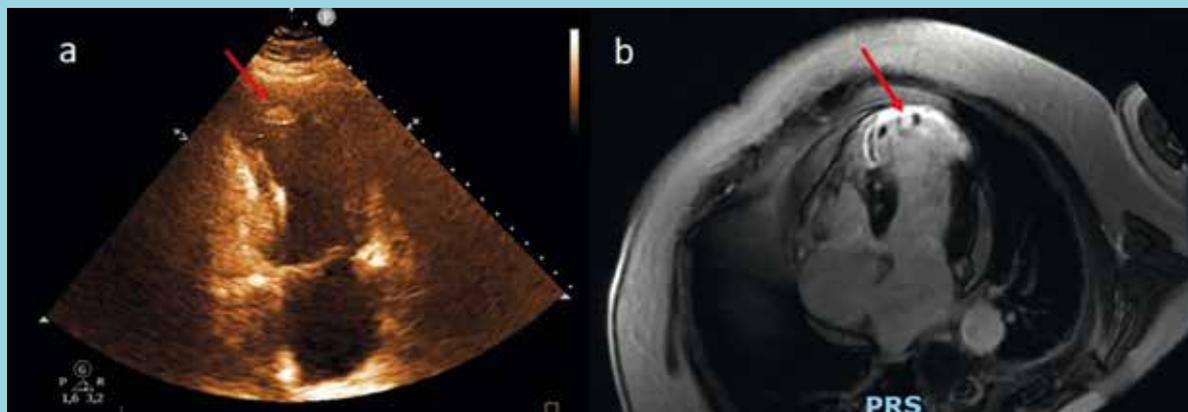




Fig. 2.- Imagen de cinecoronariografía. Oclusión total de arteria descendente anterior en su segmento proximal.



Figura 3.

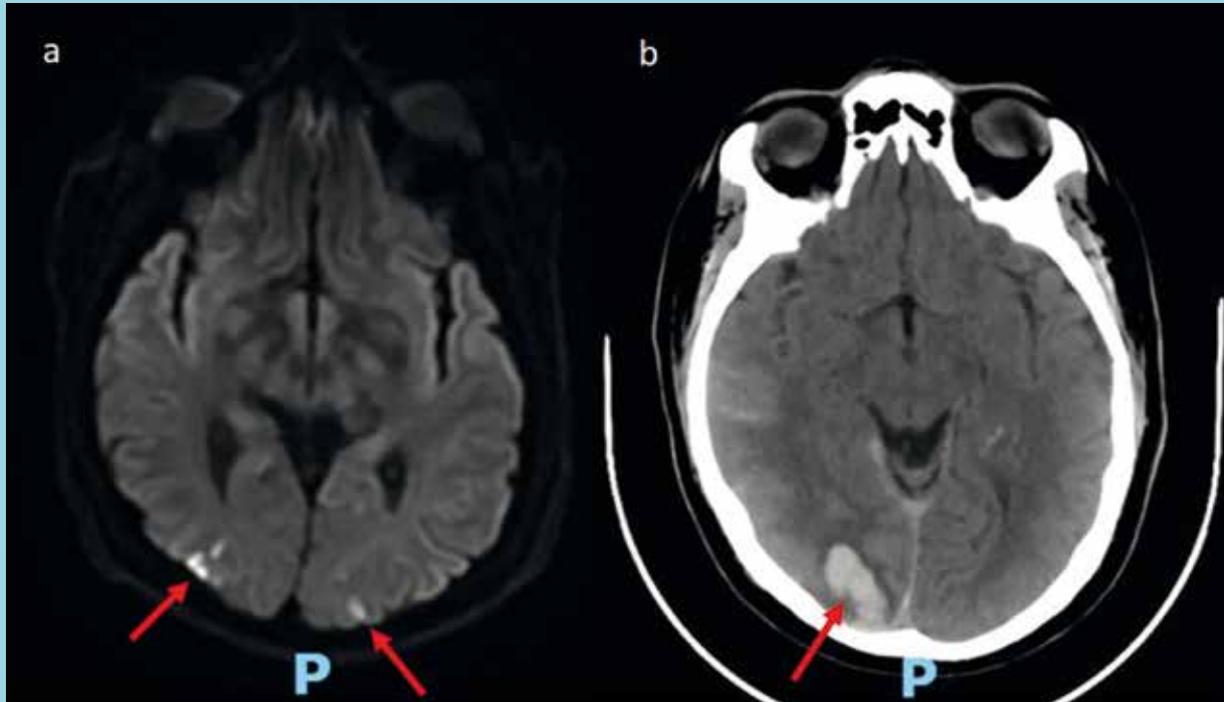


a: Ecocardiograma transtorácico con imagen de trombo apical. b: Secuencia PSIR 4 cámaras en resonancia magnética cardíaca con imagen de múltiples trombos a nivel apical.

magnética cerebral objetivó múltiples lesiones isquémicas agudas (hemisferio cerebeloso izquierdo, topografía cortico-subcortical occipital posterior bilateral, adyacente al núcleo caudado y subcortical frontal derecho) y evidencia de trombosis aguda de ramos M2-M3 de arteria

cerebral media derecha (Figura 4a). En forma conjunta con la unidad de Stroke se decidió trombólisis sistémica a las 2 horas y 20 minutos del inicio de los síntomas (15 horas después de la última dosis de apixaban) con activador tisular del plasminógeno recombinante (rtPA-Alte-

Fig. 4.



a: Corte axial de resonancia magnética cerebral con múltiples focos isquémicos a nivel occipital bilateral. b: Corte axial de tomografía computada con imagen de transformación hemorrágica.

plasa) 85 mg, con mejoría inmediata del foco motor (NIHSS posterior de 8/20). Una tomografía de cerebro 24 horas posterior mostró una imagen de hemorragia intraparenquimatosa a nivel cortico-subcortical occipital posterior derecha de 23mm sin desviación de la línea media (Figura 4b). El paciente evolucionó favorablemente, con resolución completa del foco motor por lo que al sexto día del ingreso fue dado de alta hospitalaria.

### Discusión:

La mayoría de los TVI se forman en la primera semana post-IAM, debido al estado inflamatorio del endocardio y a la rémora sanguínea de un VI mal funcionante<sup>3</sup>. Son los infartos anteriores los que mayor riesgo de formación de TVI conllevan, mientras que en los infartos inferiores las tasas son marcadamente menores.

En la era previa al desarrollo a las estrategias de reperfusión, la tasa de formación de TVI en algunos registros llegaba al 60%, con una media de 39% para los grandes infartos anteriores y del 1% para los inferiores. Actual-

mente, las tasas de desarrollo de TVI en pacientes con infarto anterior ronda el 4-15%<sup>3</sup>.

Un meta-análisis que incluye pacientes con infarto con elevación del segmento ST que recibieron angioplastia primaria discrimina que, si bien la tasa total de formación de TVI para todos los infartos fue del 2,7%, para los IAM anteriores varía del 7,5 al 9,1%. A su vez, también compararon angioplastia con fibrinolíticos, donde un 5,1% del total de los IAM y un 11,5% de los IAM anteriores presentaron TVI<sup>4</sup>. Mientras, un meta-análisis más reciente de más de 2000 pacientes con TVI identificado dentro del mes del evento coronario, indica una incidencia de 6.3% en síndrome coronario con elevación del segmento ST (SCACEST), 12.2% en SCACEST anterior y hasta un 19.2% en pacientes con SCACEST y deterioro de la fracción de eyección (<50%)<sup>5</sup>. No existen diferencias entre angioplastia, trombolisis o tratamiento médico conservador en la aparición de TVI. La angioplastia a pacientes más enfermos o el tratamiento anticoagulante para el tratamiento conservador son explicaciones posi-



bles a estos hallazgos.

Los factores más importantes que predicen la aparición de TVI son el deterioro de la función ventricular, la insuficiencia mitral moderada o severa, la formación de aneurismas ventriculares, la revascularización incompleta, el alto score de SYNTAX y un valor alto de dímero D<sup>6</sup>.

Una vez formado el TVI el riesgo de embolia sistémica (ES) puede variar. En un estudio retrospectivo se encontró que el 16,3% de los pacientes con IAM y TVI presentaron ES, mientras que para pacientes con IAM sin TVI el riesgo fue del 2,9%. La tasa combinada de embolia sistémica (ES) fue de 3,6% y un 5% de los pacientes presentaron TVI en el primer episodio de IAM. A pesar de esto sólo el 70% de los pacientes con TVI probado por imágenes recibieron anticoagulación. También se demostró un riesgo 4 veces superior de ES en pacientes con TVI<sup>7</sup>. En la era previa al uso masivo de angioplastia la incidencia de ES fue del 2,9% y en la era pre-trombolítica entre un 10 y un 30%<sup>3</sup>. Por lo tanto, no sólo es necesario confirmar la presencia de TVI sino caracterizarlo: TVI móviles, eco-refringentes y protruyentes tenderían a embolizar, mientras los organizados, sésiles y de escasa o nula movilidad tendrían menos riesgo de ES, aunque hay insuficiente evidencia sobre esto.

Para el tratamiento las guías actualmente recomiendan de 3 a 6 meses de anticoagulación con warfarina cuando se confirma el TVI, con indicación IIa<sup>8</sup>. Es razonable en infartos anteriores con acinesia o discinesia y deterioro de la función ventricular prevenir la formación de TVI y futuras ES con anticoagulación<sup>8</sup>. Debido al incremento del riesgo de sangrado se desaconseja a largo plazo mantener la triple terapia, anticoagulación-AAS-Inhibidor P2Y12 luego del primer mes; actualmente, la tendencia es usar el anticoagulante junto a un inhibidor P2Y12 durante 3 a 6 meses.

Al existir evidencia con warfarina para estos pacientes, es comprensible extrapolar el tratamiento de los anticoagulantes directos (DOACs) para el tratamiento del TVI<sup>3</sup>. La versatilidad en la dosis de estos agentes puede mejorar la adherencia y disminuir el sangrado cerebral. En un reciente meta-análisis de estudios observacionales se encontró que los DOACs versus warfarina mostraron similar protección contra las ES y en resolver el TVI, pero mejor protección contra accidentes cerebrovasculares (RR: 0.68, 95% CI: 0.47-1.00, p= 0.048), con igual riesgo de cualquier sangrado, pero menor riesgo de sangrado clínicamente relevante (RR: 0.35, 95% CI: 0.13-0.92, p= 0.03)<sup>9</sup>. Otro meta-análisis demostró en 1955 pacientes que los DOACs no son inferiores

a warfarina, tanto en eventos tromboembólicos como hemorrágicos<sup>10</sup>. En otro estudio con 52 pacientes con TVI tratados con DOACs se observó que la resolución del trombo alcanzó el 92%. Además, también tuvieron menos eventos embólicos y similar o más baja tasa de sangrados<sup>11</sup>. Las posibles explicaciones para estos hallazgos iniciales, que llaman a realizar un trabajo randomizado, son que la adherencia de los pacientes es mejor con las dosis fijas de los DOACs, sobre todo Rivaroxaban, que se utiliza una vez al día y fue el más utilizado. Otro punto es el TTR, que muchas veces es incierto. Además, la necesidad de controles y las interacciones medicamentosas y alimenticias pueden entorpecer el cumplimiento de las indicaciones médicas.

El manejo del ACV isquémico como consecuencia de ES comienza con su rápido reconocimiento. La recanalización, y consecuente reperusión, es el pilar del tratamiento agudo del ACV isquémico para reducir el tamaño del infarto y revertir el déficit neurológico. La RMN permite reconocer las áreas afectadas y seleccionar la mejor estrategia terapéutica. La trombolisis sistémica intravenosa (TIV) con rtPA y la embolectomía mecánica (EM) son las dos alternativas con suficiente evidencia<sup>12</sup>. Estos tratamientos deben ser administrados lo más rápido posible, pueden combinarse y son seguros en candidatos adecuadamente seleccionados. La TIV y la EM pueden producir lesión por reperusión que puede manifestarse con hemorragia y edema<sup>13</sup>. Es necesario un equipo multidisciplinario que evalúe riesgos y beneficios e individualizar la indicación en cada caso. Un meta-análisis realizado sobre 6756 pacientes incluidos en 9 ensayos clínicos randomizados demostró el beneficio de TIV con rtPA dentro de las primeras 4.5 horas<sup>14</sup>. El riesgo incrementado de los pacientes bajo tratamiento con anticoagulantes directos (DOACs) ha sido motivo de discusión en los últimos años. En 2019 fue publicado el meta-análisis más extenso hasta el momento sobre TIV en pacientes bajo tratamiento con DOACs (52823 pacientes – 6 estudios incluidos) donde no se demostró mayor riesgo de sangrado intracerebral sintomático. Sin embargo, en los casos en los que se presenta, es una complicación potencialmente fatal<sup>15</sup>.

### Conclusión:

La presencia de TVI como complicación del IAM tiene consecuencias potencialmente graves por lo que su sospecha, diagnóstico y preciso manejo es fundamental, a fin de reducir las embolias sistémicas y al mismo tiempo atenuar los eventos hemorrágicos.



## Referencias:

1. REDFORS B, DWORECK C, ANGERÅS O, HARALDSSON I, PETURSSON P, ODENSTEDT J, et al. Prognosis is similar for patients who undergo primary PCI during regular-hours and off-hours: A report from SCAAR. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2018;91(7):1240-9.
2. IBANEZ B, JAMES S, AGEWALL S, ANTUNES MJ, BUCIARELLI-DUCCI C, BUENO H, et al. [2017 ESC Guidelines for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation.]. *Kardiol Pol.* 2018;76(2):229-313.
3. HUDEC S, HUTYRA M, PRECEK J, LATAL J, NYKL R, SPACEK M, et al. Acute myocardial infarction, intraventricular thrombus and risk of systemic embolism. *Biomed Pap Med Fac Univ Palacky Olomouc Czech Repub.* 2020;164(1):34-42.
4. ROBINSON AA, JAIN A, GENTRY M, MCNAMARA RL. Left ventricular thrombi after STEMI in the primary PCI era: A systematic review and meta-analysis. *Int J Cardiol.* 2016;221:554-9.
5. CAMAJ A, FUSTER V, GIUSTINO G, BIENSTOCK SW, STERNHEIM D, MEHRAN R, et al. Left ventricular thrombus following acute myocardial infarction. *JACC State-Of-The-Art Review.* 2022; 79(10):1010-1022.
6. YOU J, WANG X, WU J, GAO L, DU P, LIU H, et al. Predictors and prognosis of left ventricular thrombus in post-myocardial infarction patients with left ventricular dysfunction after percutaneous coronary intervention. *J Thorac Dis.* 2018;10(8):4912-22.
7. MANIWA N, FUJINO M, NAKAI M, NISHIMURA K, MIYAMOTO Y, KATAOKA Y, et al. Anticoagulation combined with antiplatelet therapy in patients with left ventricular thrombus after first acute myocardial infarction. *Eur Heart J.* 2018;39(3):201-8.
8. O'GARA PT, KUSHNER FG, ASCHEIM DD, CASEY DE, CHUNG MK, DE LEMOS JA, et al. 2013 ACCF/AHA guideline for the management of ST-elevation myocardial infarction: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *J Am Coll Cardiol.* 2013;61(4):e78-e140.
9. CHEN R, ZHOU J, LIU C, ZHOU P, LI J, WANG Y, et al. Direct oral anticoagulants versus vitamin K antagonists for patients with left ventricular thrombus: a systematic review and meta-analysis. *Pol Arch Intern Med.* 2021;131(5):429-38.
10. DALIA T, LAHAN S, RANKA S, GOYAL A, ZOUBEK S, GUPTA K, et al. Warfarin versus direct oral anticoagulants for treating left ventricular thrombus: a systematic review and meta-analysis. *Thromb J.* 2021;19(1):7.
11. TOMASONI D, SCIATTI E, BONELLI A, VIZZARDI E, METRA M. Direct Oral Anticoagulants for the Treatment of Left Ventricular Thrombus-A New Indication? A Meta-summary of Case Reports. *J Cardiovasc Pharmacol.* 2020;75(6):530-4.
12. HERPICH F, RINCON F. Management of Acute Ischemic Stroke. *Crit Care Med.* 2020;48(11):1654-63.
13. SILVA GS, NOGUEIRA RG. Endovascular Treatment of Acute Ischemic Stroke. *Continuum (Minneapolis Minn).* 2020;26(2):310-31.
14. EMBERSON J, LEES KR, LYDEN P, BLACKWELL L, ALBERS G, BLUHMKI E, et al. Effect of treatment delay, age, and stroke severity on the effects of intravenous thrombolysis with alteplase for acute ischaemic stroke: a meta-analysis of individual patient data from randomised trials. *Lancet.* 2014;384(9958):1929-35.
15. SHAHJOUEI S, TSIVGOULIS G, GOYAL N, SADIGHI A, MOWLA A, WANG M, et al. Safety of Intravenous Thrombolysis Among Patients Taking Direct Oral Anticoagulants: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Stroke.* 2020;51(2):533-41.



## Trombosis ventricular post infarto: Casi olvidamos esta complicación

### Intraventricular thrombosis in myocardial infarction: a forgotten complication

Alejandro Martínez

*Servicio de Hemodinamia y Terapia Endovascular  
División de Enfermedades Cardiovasculares  
Pontificia Universidad Católica de Chile.*

*Recibido el 19 de abril 2022 / Aceptado el 19 de abril 2022*

*Rev Chil Cardiol 2022; 41: 45-47*

El caso clínico que se presenta en esta Revista, correspondiente a un paciente con infarto del miocardio (IAM), complicado por trombosis ventricular (TV) y embolía cerebral<sup>1</sup>, nos presenta dos hechos que vale la pena comentar. El primero, nos recuerda que la TV post infarto, a pesar del tratamiento contemporáneo, todavía la podemos observar y no hay consenso en cómo enfrentarlo. El segundo, es la discusión del manejo del accidente cerebrovascular (ACV) en pacientes anticoagulados.

En relación a la trombosis ventricular post IAM con supradesnivel del segmento ST (SDST), la reperfusión precoz, principalmente con angioplastia primaria, ampliamente difundida en la actualidad, ha determinado una marcada disminución de su incidencia. Así, esta complicación, que aparecía en cerca de 30% de los pacientes con IAM

y SDST<sup>2</sup>, en series contemporáneas ocurre en menos del 5% de los casos<sup>3</sup>.

Sin embargo, por baja que sea su incidencia, la TV post IAM se asocia a alto riesgo de embolía cerebral y sistémica<sup>4</sup>. Parece necesario, por tanto, recordar los factores predisponentes y discutir su tratamiento y prevención.

Cuando ocurre, la TV se presenta fundamentalmente durante la primera semana del IAM, concomitante a los cambios inflamatorios del endocardio y un estado procoagulante en los primeros días del evento<sup>4</sup>. Sus principales factores de riesgo son la localización anterior, la disquinesia apical, la disfunción sistólica, el ingreso tardío y la falta de reperfusión, como ocurrió en este caso. Se entiende entonces que la reperfusión precoz, en la medida que resulta en una menor área de tejido infartada y favorecen-

**Correspondencia:**  
Dr. Alejandro Martínez Sepúlveda  
amartine@med.puc.cl.



do recuperación de la función sistólica, ha disminuido la formación de trombos en la cavidad.

Desde el punto de su tratamiento, identificada la TV, las guías actuales recomiendan el uso de anticoagulantes del tipo antagonistas de la vitamina K (AVK), por 3 a 6 meses<sup>5</sup>. Aunque los nuevos anticoagulantes (DOAC) no se han comparado en forma acuciosa con los AVK, solo existen estudios pequeños que dan resultados similares entre ambos<sup>6</sup> y un estudio retrospectivo y no randomizado de 500 pacientes con TV que mostró mayor incidencia de complicaciones embólicas con los DOAC<sup>7</sup>. De cualquier modo, en el contexto del manejo actual de los pacientes con IAM y SDST, que incluye terapia antiplaquetaria dual (DAPT), con cualquiera de ellos nos enfrentamos a alto riesgo de sangrado, por lo que resultaría más razonable esforzarnos en su prevención.

Para la prevención de la TV las guías recomiendan el uso de anticoagulación por 3 meses para los pacientes con IAM y SDST con akinesia o disquinesia apical (Clase IIb)<sup>5</sup>. Esta estrategia no ha probado su utilidad y nos lleva a igual dificultad por el riesgo asociado a la terapia antiplaquetaria. En este sentido, resulta interesante un estudio reciente que evalúa el rol del rivaroxabán, en dosis bajas, en la prevención de la TV<sup>8</sup>. En este estudio se randomizó a 279 pacientes sometidos a angioplastia primaria por IAM anterior, a recibir rivaroxabán (2,5 mg cada 12 horas x 30 días), además de la terapia antiplaquetaria dual (DAPT), o DAPT exclusiva, y se evaluó la aparición de TV en forma rigurosa; con ecocardiograma o resonancia magnética, cuando había dudas. Se demuestra una significativa reducción de la formación de TV con el rivaroxaban (n=1, rivaroxabán + DAPT, vs n=12, DAPT exclusivo, p<0,01), sin incremento en los episodios de sangrado. La dosis de esta droga utilizada es mucho más baja que la dosis anticoagulante (20 mg), pero interesantemente, es la misma que en el estudio ATLAS<sup>9</sup> redujo la incidencia de los eventos

combinados de muerte cardíaca, IAM y ACV isquémico, en pacientes con síndrome coronario agudo, y la indicada en el estudio COMPASS, que demostró beneficio en pacientes con enfermedad coronaria crónica<sup>10</sup>.

Este estudio aislado, sin embargo, no es prueba confirmatoria de la utilidad de la terapia preventiva mencionada. Sin embargo, ante la falta de información definitiva, el uso de dosis bajas de rivaroxabán para prevenir la formación de TV en los pacientes de mayor riesgo, podría ser otra razón que justificaría su uso.

En relación al manejo del ACV en pacientes anticoagulados, este evento representa una falla del tratamiento anticoagulante. De hecho, concerniente a los AVK, un nivel de INR subterapéutico se reporta en la mayoría de los que presentan ACV<sup>12</sup>. La trombolisis i.v. para el tratamiento del ACV en pacientes anticoagulados representa un riesgo de hemorragia cerebral, por lo que se considera contraindicada<sup>11</sup>. De hecho las asociaciones americanas solo lo permiten en los que reciben AVK cuando su INR es menor a 1,7 y en los que están con DOAC cuando han pasado más de 48 horas después de la última dosis<sup>12</sup>. Sin embargo, en la medida que la trombolisis ev se ha hecho más rutinaria para el tratamiento del ACV cada vez se reportan más casos tratados fuera de la norma. Así, estas restricciones para los pacientes anticoagulados en la actualidad se discuten<sup>13</sup>. En realidad no es solo el hecho que estén anticoagulados sino que el contexto global del paciente lo que determina el riesgo de hemorragia. En estos casos fuera de norma la definición de riesgo versus beneficio, en un equipo multidisciplinario, como se hizo en el caso presentado, más que el mero hecho de estar anticoagulado debería pesar en la decisión terapéutica.

En suma, agradecemos a los autores por la presentación de este caso y, aunque presentó una complicación hemorrágica, apoyamos el uso de trombolisis ev para el tratamiento del ACV.



## Referencias:

- 1.- RICARTE J, LIBERMAN F, COOKE R Y COLS. Trombolisis sistémica complicada en embolía cerebral múltiple por trombo intraventricular: Caso clínico. *Rev Chil Cardiol* 2022; 41: 39-44.
- 2.- HELLERSTEIN H, MARTIN J. Incidence of thrombo-embolic lesions accompanying myocardial infarction. *Am heart J* 1947;33:443-452
- 3.- GIANSTEFANI DS, DOUIRI A, DELITHANASIS I, et al: Incidence and predictors of early ventricular thrombus after ST-elevation myocardial infarction in the contemporary era of primary percutaneous intervention. *Am J Cardiol* 2014;113:1111-1116
- 4.- SPIRITO P, BELLOTTI F, CHIARNELLA F, et al: Prognostic significance and natural history of left ventricular thrombi in patients with acute myocardial infarction. *Circulation* 1985;72:774-780
- 5.- O'GARA P, KUSHNER F, ASCHEIM D, et al. 2013 ACC/AHA guideline for the management of ST-elevation myocardial infarction. *J Am Coll Cardiol* 2013;61:485-510
- 6.- YANMING C, MEI Z, KAI W, et al. Direct oral anticoagulants versus vitamin K antagonists for the treatment of left ventricular thrombus: An updated meta-analysis of cohort studies and randomized controlled trials. *J Cardiovasc Pharmacol* 2022, Marzo 31
- 7.- ROBINSON A, TRANKLE C, EUBANKS G, et al. Off-label use of direct oral anticoagulants compared with warfarin for left ventricular thrombi. *JAMA Cardiology* 2020;5:685-692
- 8.- ZHANG Z, SI D, ZHANG Q, et al. Prophylactic rivaroxaban therapy for left ventricular thrombus after anterior ST-elevation myocardial infarction. *JACC Interv* 2022;15:861-872
- 9.- MEGA J, BRAUWALD E, WIVIOTT D, et al. Rivaroxaban in patients with recent acute coronary syndrome. *N Engl J Med* 2012;366:9-19
- 10.- EIKELBOOM J, CONNOLLY S, BOSCH J, et al. Rivaroxaban with or without aspirin in stable cardiovascular disease. *N Engl J Med* 2017;377:1319-1330
- 11.- O'DONNELL M, OCZKOWSKI W, FANG J, et al. Preadmission antithrombotic treatment and stroke severity in patients with atrial fibrillation and acute ischemic stroke: an observational study. *Lancet Neurol* 2006;5:749-754
- 12.- POWERS W, RABINSTEIN A, ACKERSON T et al. 2018 Guidelines of the early management of patients with acute stroke: A guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke* 2018;49:e46-e99
- 13.- SHAHJOUEI S, TSIVGOULIS G, GOYAL N, SADIGHI A, MOWLA A, WANG M, et al. Safety of Intravenous Thrombolysis Among Patients Taking Direct Oral Anticoagulants: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Stroke*. 2020;51(2):533-41.



## Cuádruple reemplazo valvular cardíaco en paciente con síndrome de carcinoide

### Quadruple heart valve replacement in a patient with Carcinoid Syndrome

Patricia Bitar<sup>1</sup>, Patricio Venegas<sup>2</sup>, Ricardo Zalaquett.<sup>3</sup>

1. Departamento de Diagnóstico por Imágenes, Clínica Las Condes, Santiago, Chile.

2. Departamento de Enfermedades Cardiovasculares, Clínica Las Condes, Santiago, Chile.

3. Departamento de Cirugía Cardíaca, Vascular y Torácica, Clínica Las Condes, Santiago, Chile.

Financiamiento: Ninguno.

Conflictos de interés: Ninguno.

Recibido el 27 de marzo 2022 / Aceptado el 29 de marzo 2022

Rev Chil Cardiol 2022; 41: 48-50

Paciente de 62 años en control de larga data por Síndrome Carcinoide<sup>1,2</sup>, en tratamiento quimioterapéutico con respuesta satisfactoria (último PET CT septiembre 2020 sin actividad).

Presenta compromiso de válvulas cardíacas derechas por carcinoide desde 2007, con lenta progresión a insuficiencia cardíaca derecha. En 2020, en contexto de prostatectomía radical, inicia un deterioro progresivo de su capacidad funcional, con relativamente buena respuesta

a tratamiento con vasodilatadores y diuréticos. El ecocardiograma de control de mayo de 2021 demuestra una insuficiencia tricuspídea y pulmonar masivas, con dilatación de las cavidades derechas e hipertensión pulmonar severa. La válvula aórtica presenta una insuficiencia moderada y la válvula mitral una insuficiencia que en ese momento se estima leve, con función y geometría ventricular izquierda conservada.

Se efectúa el 5 de agosto de 2021 un reemplazo tricuspí-

---

**Correspondencia:**

Dr. Ricardo Zalaquett S.

Clínica las Condes

Estoril 450, Las Condes, Santiago, Chile

[rzalaquett@clinalascondes.cl](mailto:rzalaquett@clinalascondes.cl)



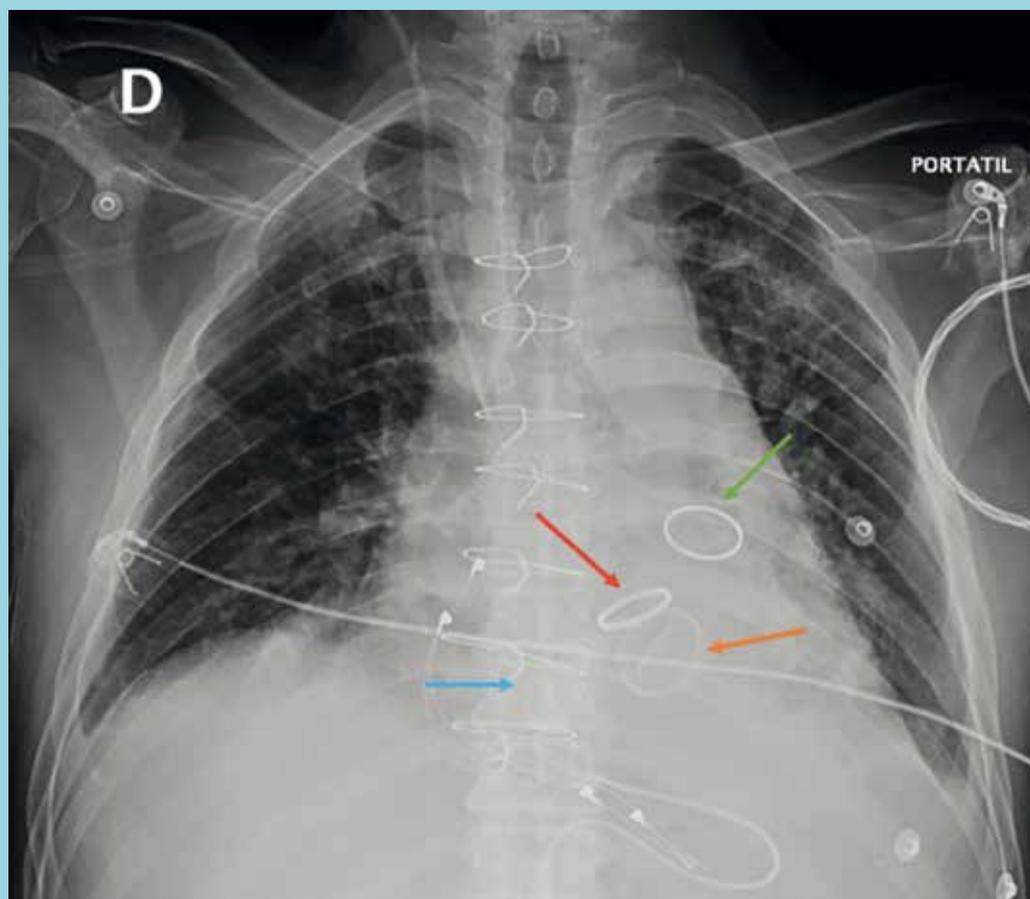
deo y pulmonar con prótesis mecánicas, On-X Conform tricuspídea y St. Jude # 21 pulmonar, e implante de marcapaso epicárdico aurículo-ventricular DDDR.

Evoluciona inicialmente en forma satisfactoria, pero posteriormente presenta congestión pulmonar de difícil manejo, haciéndose evidente ecocardiográficamente una insuficiencia aórtica moderada y una regurgitación mitral severa.

El 1 de septiembre de 2021 se efectúa un reemplazo mitral con prótesis On-X Conform y un reemplazo valvular aórtico con prótesis St. Jude #21, evolucionando muy satisfactoriamente. A los 6 meses de su última intervención, se encuentra en Capacidad Funcional I-II.

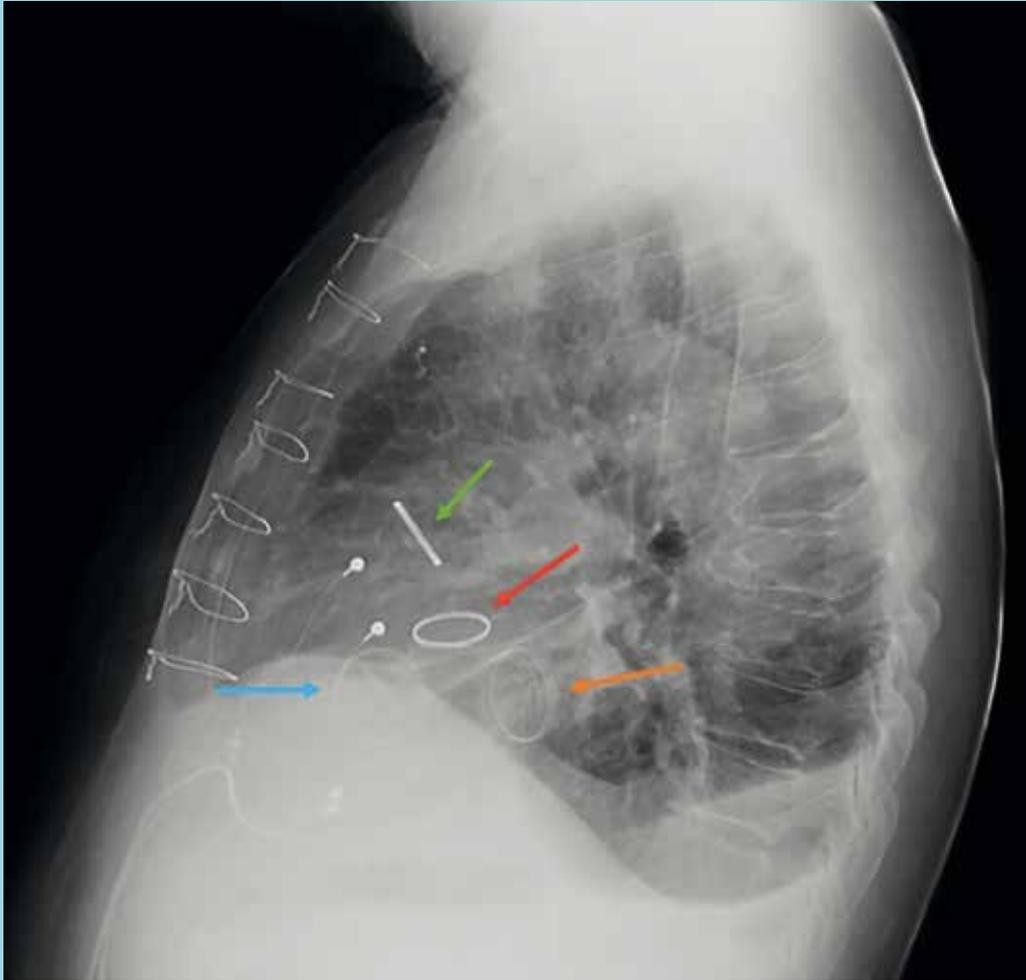
Las Figuras 1 y 2 muestran el aspecto a la radiografía de tórax de este inusual cuádruple reemplazo valvular cardíaco.

Figura 1.



Radiografía de tórax AP portátil. Flecha azul prótesis: tricuspídea. Flecha verde: prótesis pulmonar. Flecha naranja: prótesis mitral. Flecha roja: prótesis aórtica. Se observan también cables marcapasos epicárdicos auriculares y ventriculares derechos.

Figura 2.



Radiografía de tórax lateral izquierda. Flecha azul: prótesis tricuspídea. Flecha verde: prótesis pulmonar. Flecha naranja: prótesis mitral. Flecha roja: prótesis aórtica. Se observan también cables marcapasos epicárdicos ya señalados en Figura 1.

### Referencias:

1. PAREDES A, VALDEBENITO M, NEIRA V, CASTRO P, ZALAQUETT R. Síndrome carcinoide y compromiso valvular cardíaco. Realidades y mitos. Rev Chil Cardiol 2014;33:38-43.
2. PAREDES A, VALDEBENITO M, GABRIELLI L, CASTRO P, ZALAQUETT R. Síndrome Carcinoide y compromiso valvular cardíaco. A propósito de 2 casos. Rev Méd Chile 2014;142:662-66.



## Efecto de las temperaturas extremas en la incidencia de enfermedades cardiovasculares: revisión bibliográfica 2016-2022

Roberto Peña<sup>1</sup>, Macarena Valdés<sup>2</sup>, Carolina Nazza<sup>2</sup>

1. Programa Especialista en Salud Pública, Facultad de Medicina, Universidad de Chile.

2. Programa Epidemiología, Escuela de Salud Pública, Facultad de Medicina, Universidad de Chile.

Los autores declaran no presentar conflictos de interés.

Recibido el 17 de marzo 2022 / Aceptado el 13 de abril 2022

Rev Chil Cardiol 2022; 41: 51-64

**Resumen:** El panel intergubernamental sobre cambio climático estima que para el año 2100 74% de la población estará expuesta a olas de calor en el peor escenario (definido como 3 días consecutivos con temperaturas igual o sobre el percentil 95 de un periodo de tiempo), abarcando en Santiago hasta 40% de los días de verano con temperaturas extremas. Producto de la crisis climática también pueden ocurrir eventos de frío extremo. Ambos fenómenos constituyen un riesgo para la salud, particularmente para las enfermedades cardiovasculares.

**Objetivo:** Estudiar la asociación entre temperaturas extremas y enfermedades cardiovasculares (mortalidad por enfermedades cardiovasculares, infarto agudo al miocardio, accidente cerebrovascular, hipertensión y paro cardíaco extra hospitalario).

**Métodos:** Se realizó una revisión bibliográfica en los buscadores ISI-Web of Science, Scopus y Nature utilizando los términos de búsqueda heatwave, cardiovascular disease y extreme heat entre los años 2016-2021 incluyendo trabajos que presenten medidas de asociación

entre temperaturas extremas (percentil 5 para temperaturas bajas y percentil 90 para temperaturas altas) y enfermedades cardiovasculares, arrojando 130 resultados de los cuales se seleccionaron 19.

**Resultados:** Tanto las temperaturas altas como bajas aumentaron el riesgo de muerte por infarto agudo al miocardio (IAM) (RR: 2,29 [2,18-2,40] y RR: 2,3 [1,2-4,6], respectivamente) y paro cardíaco (OR 3,34 [1,90-3,58] y OR: 1,75 [1,23-2,49], respectivamente). La mortalidad por hipertensión arterial se asoció a temperaturas altas (OR 1,91 [1,2-3,1]), mientras que la mortalidad por enfermedades cardiovasculares (ECV) en general a bajas (RR: 1,79 [1,64 – 1,95]). En hospitalizaciones por ECV el riesgo por temperaturas altas (P99) fue RR: 1,74 [IC95%: 1,30-2,32]. Se identificaron diferencias por sexo y mayor riesgo en los mayores de 75 años y quienes presentaron exposiciones prolongadas.

**Conclusión:** Hay una fuerte asociación entre hospitalizaciones y muerte por ECV y temperaturas extremas. Las mujeres y los adultos mayores son los más afectados.

**Correspondencia:**  
Dra. Carolina Nazza.  
cnazzal@uchile.cl



## Effect of extreme temperatures on the incidence of cardiovascular diseases

The Inter governmental panel estimates that in a worst case scenario, by 2100 74% of people will be exposed to heat waves (3 consecutive days with temperatures at or above the 95% percentile). This might be the case in up to 40% of days in Santiago. As a consequence of climate change there will also be periods with extremely low temperatures. Both conditions increase the risk of cardiovascular disease.

**Aim:** to study the association of extreme temperatu-

res with the incidence of cardiovascular disease (death, myocardial infarction, stroke and out of hospital sudden death).

**Method:** The ISI-Web of Science, Scopus and Nature databases were searched using the terms “heat wave”, “cardiovascular disease” and “extreme heat” for articles published between 2016 and 2021.

**Key words:** Extreme heat; cardiovascular disease; extreme cold.



## Introducción:

Según los reportes mostrados en el Panel Intergubernamental de Cambio Climático de las Naciones Unidas (IPCC) se estima que 74% de la población mundial estará expuesta a olas de calor para el año 2100, considerando el escenario menos optimista o RCP 8,5 (escenarios definidos según las concentraciones de gases de efecto invernadero en series temporales de emisiones<sup>1</sup>) y cercano a 48% considerando el escenario más optimista (RCP 2,6)<sup>2</sup>. Si bien la definición de ola de calor es estadística (período de al menos 3 días consecutivos con temperaturas (T°) máximas diarias que superan un umbral definido durante la temporada utilizando el P95<sup>3</sup>) se espera un aumento de la T° media de la superficie en todo el globo<sup>4</sup>.

El informe más reciente de Lancet Countdown, que investigó 44 indicadores de la relación entre el cambio climático y la salud humana, muestra que los impactos en la salud continúan empeorando año a año, afectando a todos los continentes pero de manera desigual<sup>5</sup>. Por otra parte, según el IPCC, se proyecta que las olas frías disminuirán en todo el globo en diferente intensidad<sup>4</sup>. Pero a pesar de esto, y al ser el fenómeno del clima complejo e interconectado, las altas T° en el ártico generan posibles riesgos como el desplazamiento del vórtice polar hacia zonas pobladas disminuyendo drásticamente las T°<sup>6</sup>, lo que también es un factor de riesgo de morbilidad para la población.

Dentro de los eventos asociados a T° altas se encuentran aumento en la deshidratación y la disminución acentuada de la función renal, neoplasias dermatológicas, infecciones tropicales, resultados adversos en salud mental, complicaciones del embarazo, alergias y morbilidad cardiovascular y pulmonar<sup>7</sup>. Por esto, la comunidad científica ha emplazado a los gobiernos a actuar con robustez y prontitud respecto de las medidas de mitigación y adaptación como lo muestra la editorial publicada en víspera de la vigésima sexta versión de la Conferencia de las Partes (COP)<sup>8</sup>.

La evidencia internacional que incluye información de 13 países muestra que 8% (IC95% 7,4–8%) de las muertes ocurridas entre 1985 y 2012 eran atribuibles a T° no óptimas, con amplias variaciones en las zonas estudiadas (3,4% [IC95% 3,1–3,6%] en Tailandia a 11% [IC95% 9-13%] en China<sup>9</sup>). Otro estudio realizado en Australia en población adulta > 75 años mostró que el efecto agudo de las olas de calor aumentaba la mortalidad 28% (IC95% 15-42%)<sup>10</sup>.

Respecto del impacto económico, según datos del IPCC,

los costos anuales en salud asociado a T° altas llegan hasta 39 millones de dólares (US\$) para hospitalizaciones y 150 millones de US\$ en atenciones de urgencia, pudiendo aumentar hasta 592 millones de US\$ por año para 2071-2100<sup>11</sup>. Un estudio desarrollado en Reino Unido que revisó los costos sociales del cambio climático (medidos en dólares americanos por tonelada de emisión de dióxido de carbono CO<sub>2</sub>), ajustó al alza el costo de cada emisión de entre 51 y 202 dólares a 171 a 310 dólares por tonelada, debido principalmente al gasto en salud que genera el cambio climático<sup>12</sup>.

Respecto de las enfermedades cardiovasculares (ECV), los efectos fisiológicos de las T° extremas son variados. La exposición a T° altas desencadena mecanismos compensatorios para liberar calor al ambiente, principalmente la vasodilatación y la sudoración<sup>13</sup>. Esta redistribución de flujo sanguíneo a la piel aumenta el gasto cardíaco a su vez que disminuye la precarga<sup>13</sup>, aumentando el inotropismo<sup>13</sup> y la frecuencia cardíaca<sup>13</sup> para compensar estas alteraciones, lo cual en un corazón con patología de riesgo previa, sometido a mayor stress y demanda de oxígeno, puede desencadenar eventos cardiovasculares tales como isquemia cardíaca, infarto agudo al miocardio (IAM), shock o paro cardíaco<sup>14</sup>. A su vez, si estos mecanismos son sobrepasados se puede desencadenar un golpe de calor, el cual sin tratamiento oportuno puede ser fatal<sup>15</sup>. A largo plazo se puede observar un aumento del colesterol plasmático lo que aumenta el riesgo de enfermedad coronaria (EC) y accidente cerebrovascular (ACV)<sup>16</sup>. Como contraparte, la exposición al frío produce aumento de la presión arterial por activación del sistema simpático<sup>17</sup>, deshidratación por aumento de la micción<sup>17</sup> y vasoconstricción<sup>17</sup>, todos efectos gatillantes de eventos cardiovasculares.

En Chile, específicamente en Santiago, se estima que los días con olas de calor pueden llegar a 40% en los meses de diciembre a febrero en un escenario de RCP 8,5, y a 18% en un escenario intermedio (RCP 4,5)<sup>3</sup>. En este contexto, Chile presenta dos condiciones desfavorables: primero, una alta prevalencia en la población de enfermedades no transmisibles<sup>18</sup>, más vulnerable a T° extremas<sup>19</sup> dada la menor capacidad para adaptarse rápidamente a los cambios de T°<sup>20</sup>. En segundo lugar (según el artículo 4.8 de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre cambio climático) Chile es considerado un país altamente vulnerable frente al fenómeno de cambio climático al contar con áreas de borde costero de baja altura, sectores áridos propensos a sequías y desertificación. Así, se prevé que el riesgo asociado a T° extremas



se incrementa en el tiempo por lo cual es importante que la comunidad cardiológica y los profesionales de salud involucrados en la prevención y tratamiento de las ECV tengan presente esta problemática.

El objetivo del estudio es identificar las ECV de mayor riesgo en relación a periodos de tiempo con T° extremas, así como las medidas de frecuencia y asociación reportadas en estudios nacionales y/o internacionales publicados entre 2016-2021.

### Métodos:

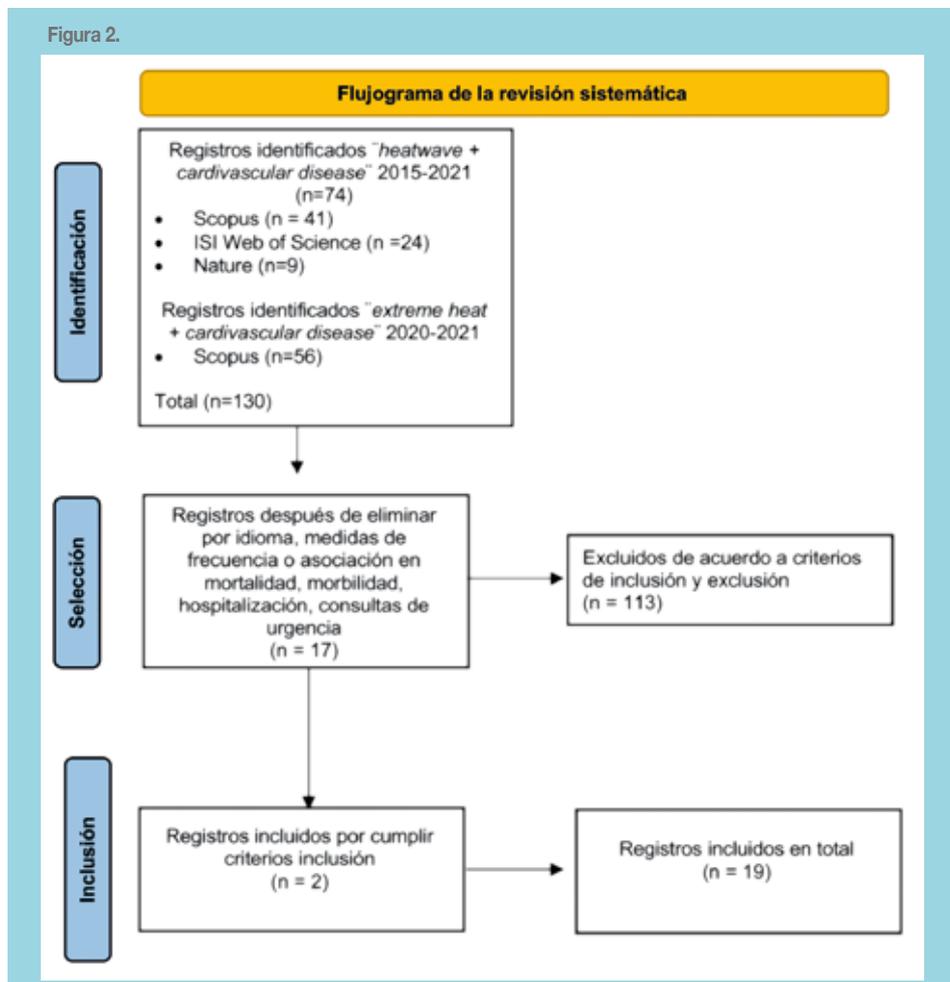
Se realizó un estudio descriptivo mediante una revisión bibliográfica buscando en las bases de datos de ISI - Web of Science, Nature y Scopus utilizando los términos "heatwave" y "cardiovascular disease". Posteriormente, se amplió la búsqueda usando los términos "extreme heat" y "cardiovascular disease" en Scopus. La búsqueda fue realizada por 2 personas y se incluyeron solo re-

vistas indexadas.

Los criterios para seleccionar los artículos fueron en función del tiempo (últimos 6 años), idioma (inglés o español), publicaciones cuyos resultados fueron expresados en medidas de frecuencia o asociación en relación a T° extremas y eventos cardiovasculares considerando mortalidad, morbilidad, ingresos hospitalarios, consultas de urgencia y años de vida potencialmente perdidos. Se excluyeron estudios cualitativos. De los artículos encontrados, el 100% cumplió con los criterios de selección establecidos (Figura 1). Finalmente, se clasificaron los estudios según el tipo de diseño epidemiológico (series de tiempo, casos cruzados y cohorte observacional), la definición de T° extrema y sus resultados.

Al realizar la búsqueda a fecha 24 de agosto de 2021 en la base de datos ISI Web of Science utilizando los criterios "heatwave" y "cardiovascular disease" entre el año 2015 y 2021 se encontraron 24 resultados, en Scopus 41

Figura 2.





y en Nature<sup>9</sup>. En el caso de la búsqueda con los términos “extreme heat” y “cardiovascular disease” en Scopus se restringió la búsqueda a los años 2020 y 2021 la cual arrojó 56 resultados, sumando un total de 130 publicaciones. Siguiendo los criterios de inclusión se descartaron trabajos que no presentaran resultados cuantitativos, duplicados o publicaciones sin acceso completo. A su vez se agregaron 2 trabajos que cumplieron los criterios de inclusión sobre las olas de calor en Madrid y en Chile, arrojando un total de 19 estudios.

### Resultados:

Los resultados se muestran en la Tabla 1. De los 19 estudios seleccionados 16 fueron series de tiempo, 2 diseños de casos cruzados y un estudio cohorte observacional. Los países donde se realizaron fueron Suiza, Israel, Austria, Finlandia, China, España, Inglaterra, Vietnam, Australia y Chile. La información sobre la exposición (T° extrema) fue extraída principalmente de instituciones meteorológicas de cada país, ministerio del medio ambiente, aeropuertos locales, observatorios climatológicos y mediciones en los hogares de los sujetos de control. En relación a la definición de T° extrema, en el caso de T° bajas se utilizó principalmente el percentil 2,5 (P2,5) en 3 estudios. Para T° altas el criterio más frecuente fue el percentil 90 (P90) en 6 estudios. Respecto a los resultados, 8 estudios evaluaron la asociación de T° extremas con aumento en la mortalidad por ECV, 7 con aumento en hospitalizaciones, 3 estudios reportan eventos cardiovasculares ocurridos tanto fuera como dentro del hospital (paro cardíaco extrahospitalario e IAM), 2 estudiaron el efecto sobre consultas de urgencia y uno asoció el porcentaje de años de vida potencialmente perdidos atribuidos a T° extremas. Destaca que la mayor cantidad de artículos analizan temperaturas elevadas.

### Mortalidad

Del total de publicaciones la asociación mínima entre T° extremas y mortalidad por ECV fue un aumento de 9% del riesgo en los expuestos, una mediana de 22% y un máximo de 130%. El mayor riesgo se asoció a T° frías en hombres con un RR IAM para la interacción = 2,3 [IC 95% 1,2-4,6]<sup>21</sup>. Para T° altas se encontraron mayores efectos también para IAM con un RR P99 = 1,67 [IC95%: 1,09-2,55]<sup>22</sup>, para hipertensión arterial (RR para P99: 1,91 [IC95%: 1,2-3,06])<sup>22</sup> y cardiopatía hipertensiva (28% de muertes atribuibles)<sup>23</sup>. La ocurrencia de paro cardíaco extrahospitalario se asoció a T°

bajas (OR P10: 1,75 [IC95%: 1,23-2,49]<sup>24</sup> y con mayor fuerza a T° elevadas (P90: 3,34 [IC95%: 1,90- 3,58])<sup>24</sup>.

### Hospitalizaciones y consultas de urgencia

En relación a las hospitalizaciones por ECV se encontró una mayor asociación con T° altas (RR P99: 1,74 [IC95%: 1,30-2,32])<sup>25</sup>; específicamente para IAM un estudio en Helsinki muestra un aumento de 75% [IC95% 16-164] de las hospitalizaciones con P90<sup>26</sup>. También la exposición a T° altas aumentó el riesgo de uso de ambulancias por dolor torácico (RR 1,68 [IC95%: 1,32-2,15])<sup>27</sup>. Finalmente, solo una publicación asoció el porcentaje de años de vida potencialmente perdidos por ECV atribuidos a T° extremas (para P2,5 :16% y para P97,5: 16,4%)<sup>28</sup>.

### Factores de riesgo asociados a ECV y temperaturas extremas.

Dos estudios muestran que a mayor edad aumenta el riesgo de ocurrencia de ECV en población expuesta a T° extremas (OR P99 75-85 años = 1,48 [1,15-1,91]<sup>21</sup>, RR P93 >65 años = 1,24 [1,10-1,39])<sup>29</sup>. En relación al sexo en un estudio de casos cruzados las mujeres presentaron mayor riesgo de muerte por enfermedad coronaria en presencia de olas de calor (OR para P99: 1,41 [1,16-1,72])<sup>22</sup>. En cambio, en el caso de T° bajas se registró el mayor riesgo en los hombres para muerte por IAM con supradesnivel del ST (SDST) (RR para la interacción con T°<0° 2,3 [1,2-4,6])<sup>21</sup>. También hubo exceso de hospitalizaciones por IAM (con y sin SDST) con T° bajas en mujeres, especialmente en las más jóvenes (RR <50 años 1,07 [1,01-1,12])<sup>30</sup>. Finalmente, en un estudio se evaluó el efecto de la duración de las olas de calor, mostrando una relación dosis respuesta (RR para duración de 0 a 10 días para enfermedad coronaria 1,21[1,10-1,32] vs RR duración 0 a 2 días = 1,14[1,08-1,21]; y RR = 1,16[1,08-1,25] vs RR = 1,13[1,08-1,19] para mortalidad cardiovascular, respectivamente)<sup>31</sup>.

### Discusión:

Los resultados obtenidos en esta revisión bibliográfica muestran el efecto de las temperaturas extremas, tanto altas como bajas, en el aumento del riesgo de ECV. Aunque la cantidad de evidencia no es extensa, sí es consistente, es decir, muestran que dicha asociación se repite en distintos contextos y estudios, principalmente en aumento de la mortalidad por esta causa. La información presentada permite verificar el exceso de riesgo para entidades específicas como infarto agudo al mio-



cardio, enfermedad coronaria, hipertensión arterial y cardiopatía hipertensiva, como también para grupos específicos como son los adultos mayores y según sexo. Es importante considerar esta evidencia al estar enfrentados a una crisis climática cuyas proyecciones son el aumento sostenido de las temperaturas hasta fines de siglo en cualquier escenario, lo que contribuirá al incremento de la carga de morbimortalidad por ECV.

En relación al sexo y T° frías e incidencia de IAM hay dos estudios que muestran evidencia contradictoria. El primero con una interacción entre género masculino y T° frías en un diseño de cohorte y el segundo, por el contrario, con mayor riesgo para las mujeres, si bien este último usó un diseño ecológico. Además, el primer estudio consideró solamente IAM con SDST, en cambio el segundo incluyó los IAM con y sin SDST, por lo cual ambos estudios no son comparables. Entre los posibles mecanismos por los cuales el frío induce isquemia coronaria incluyen un efecto procoagulación y activación del sistema simpático, aumento de la presión arterial y vasoconstricción<sup>30</sup> Sin embargo, en relación a las T° altas la evidencia presentada señala el mayor riesgo de las mujeres para mortalidad cardiovascular.

En relación a los diseños metodológicos de los estudios incorporados la mayoría son ecológicos por lo que su capacidad de demostrar causalidad es baja pero, dado el fenómeno del estudio, es un diseño adecuado tanto de series de tiempo como de grupos múltiples. En ese sentido los estudios de casos cruzados y cohorte incluidos en esta revisión presentan mayor capacidad para demostrar asociaciones causales entre las T° extremas y ECV.

Al revisar los estudios incluidos distinguimos diversas fuentes de posibles sesgos. En primer lugar los relacionados con la medición de la exposición, que a excepción de un estudio es a nivel espacial y no individual, generando imprecisiones en la medición, la cual además se ve afectada al no contar con información sobre otros factores que modifican la T° como sería el uso de aire acondicionado o calefacción al interior de las viviendas. Otros sesgos de información incluyen: falta de

información sobre contaminantes ambientales, sobre información sociodemográfica y clínica que permitan realizar ajustes por factores individuales, posibles errores de codificación en las muertes extrahospitalarias y falta de especificación en relación al tipo de infarto (con y sin SDST). En relación a los sesgos de selección los estudios incluyen muestras de áreas u hospitales específicos que no permiten extrapolar los resultados a la población general. Una limitación frecuente en los estudios incluidos es la falta de poder estadístico dado el tamaño de las muestras, impidiendo realizar análisis estratificados por grupos de interés (edad, sexo, nivel socioeconómico).

Desde el punto de vista de salud pública es importante considerar que las T° extremas afectan a la población más vulnerable debido a que viven en zonas con menos áreas verdes y habitan viviendas más precarias. Como medidas generales sugerimos la implementación de estrategias que apunten a educar a la población, en especial a quienes presentan factores de riesgo para ECV en quienes se debe disminuir la exposición a temperaturas extremas, así como a los profesionales de la salud sobre este “nuevo factor de riesgo”. En relación a medidas estructurales la implementación de nuevas tecnologías de construcción y reestructuración de las viviendas para generar menos calor en su interior (por ejemplo, cool roof o techos fríos)<sup>32</sup> y el aumento de las áreas verdes urbanas para prevenir islas de calor pueden mitigar estos efectos en la salud<sup>33</sup>. Finalmente, se requiere realizar estudios nacionales para evaluar el impacto a nivel local.

En conclusión, la evidencia científica muestra una asociación entre la incidencia de hospitalizaciones y muerte por ECV y T° extremas, con un mayor riesgo de mortalidad cardiovascular en mujeres. El conocimiento generado a nivel regional y local es escaso, y se requieren estudios para explorar esta problemática en la población chilena.

*En memoria de la Dra. Macarena Valdés Salgado, dedicada al estudio del ambiente y la salud poblacional.*



Tabla 1.-

Nombre estudio	Año	Diseño del estudio	País y Muestra	Exposición y período evaluado	Medida de Asociación (IC 95%)	Resultados
The role of extreme temperature in cause-specific acute cardiovascular mortality in Switzerland: A case-crossover (22)	2021	Estudio casos cruzados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suiza</li> <li>• 24,886 muertes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• P99</li> <li>• 2000 - 2015</li> </ul>	OR mortalidad cardiovascular	EC: 1,3 (1,04-1,62) IAM: 1,67 (1,09-2,55) HTA: 1,91 (1,2-3,06) Mujeres: 1,41 (1,16-1,72) 75-85 años: 1,48 (1,15-1,91) >85 años: 1,28 (1,04-1,59) P10: 1,75 (1,23-2,49); P90: 3,34 (1,90- 3,58)
Extreme temperature and out-of-hospital-cardiac-arrest. Nationwide study in a hot climate country (24)	2021	Estudio casos cruzados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Israel</li> <li>• 12,401 casos de paro cardíaco extrahospitalario</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• P10 - P90</li> <li>• 2016 - 2017</li> </ul>	OR paro cardíaco extrahospitalario	
Extreme weather conditions as a gender-specific risk factor for acute myocardial infarction (21)	2021	Estudio de cohorte observacional	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Austria</li> <li>• 1,109 pacientes con IAM con SDST</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ≤0°C</li> <li>• Marzo 2012 – Julio 2017</li> </ul>	RR IAM para la interacción sexo masculino y T° Fría	2,3 (1,2–4,6)
Mortality risk related to heatwaves in Finland – Factors affecting vulnerability (34)	2021	Serie de tiempo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Finlandia</li> <li>• 5,300,000 (97% de la población finlandesa)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• P90</li> <li>• 2000 – 2014</li> </ul>	Cambio % mortalidad	ECV: 7,6 % (3,3-12), >75 años 9,3% (3,9-15,0); EIC: 8,0% (2,0-14,5) >75 años 9,1% (1,6-17,1); ACV 65-74 años: 18,8% (1,6-38,8)

ECV: Enfermedad cardiovascular, EC: Enfermedad coronaria, IAM: Infarto agudo al miocardio, HTA: Hipertensión arterial, ACV: Accidente cerebrovascular, OR: Odds Ratio, RR: Riesgo relativo CHTA: Cardiopatía hipertensiva, DM: Diabetes Mellitus

45

Nombre estudio	Año	Diseño del estudio	País y Muestra	Exposición y periodo evaluado	Medida de Asociación (IC 95%)	Resultados
Impact of ambient temperature on cardiovascular disease hospital admissions in farmers in China's Western suburbs (25)	2021	Serie de tiempo	<ul style="list-style-type: none"> <li>China</li> <li>30,611 ingresos hospitalarios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>P1 - P99</li> <li>Enero 2012 – diciembre 2015</li> </ul>	RR Hospitalización por ECV	P1: 1,11 (0,94-1,32) P99: 1,74 (1,30-2,32)
Burden of cause-specific mortality attributable to heat and cold: A multicity time-series study in Jiangsu Province (23)	2020	Serie de tiempo	<ul style="list-style-type: none"> <li>China</li> <li>72,5 millones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>P2,5 - P97,5</li> <li>2014 - 2017</li> </ul>	% Muertes atribuidas a calor o frío	ECV: 12,0% (10,4-13,1%); IAM: 16% (7,3-22,3) ACV: 12% (8,8-15) CHTA: 28% (18,4-33,3) DM: 4,6% (0,13-7,13)
Contrasting patterns of temperature related mortality and hospitalization by cardiovascular and respiratory diseases in 52 Spanish cities (35)	2020	Serie de tiempo	<ul style="list-style-type: none"> <li>España</li> <li>732,851 muertes por ECV</li> <li>504,230 hospitalización por ECV</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>P2,5 - P97,5</li> <li>1990 - 2014</li> </ul>	RR mortalidad / hospitalización ECV	Mortalidad P2,5: 1,32 (1,22-1,42) Hospitalización: 1,27 (1,16-1,42); P97,5: 1,15 (1,08-1,23)
The Mortality Risk and Socioeconomic Vulnerability Associated with High and Low Temperature in Hong Kong (36)	2020	Serie de tiempo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hong Kong</li> <li>362,957 muerte no accidentales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>P2,5</li> <li>2007 - 2015</li> </ul>	RR mortalidad ECV	P2,5: 1,79 (1,64-1,95)
Heat, Heatwaves and Cardiorespiratory Hospital Admissions in Helsinki, Finland (26)	2020	Serie de tiempo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Finlandia</li> <li>Entre 24-45 ingresos diarios por ECV</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>P90</li> <li>2001 - 2007</li> </ul>	Cambio % hospitalización IAM	75% (15,7-164,2)



Nombre estudio	Año	Diseño del estudio	País y Muestra	Exposición y periodo evaluado	Medida de Asociación (IC 95%)	Resultados
<b>The Impact of Non-optimum Ambient Temperature on Years of Life Lost: A Multi-county Observational Study in Hunan, China (28)</b>	2020	Serie de tiempo	<ul style="list-style-type: none"> <li>China</li> <li>70 condados de Hunan (68,99 millones de habitantes)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>P2,5 - P97,5</li> <li>2013 - 2017</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>% Atribuible años vida perdidos ECV</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>P97,5: 16,4% (9,09-23,79)</li> <li>P2,5: 16% (8,82-23,05)</li> </ul>
<b>Impact of extreme temperatures on ambulance dispatches in London, UK (27)</b>	2020	Serie de tiempo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Londres</li> <li>5,252,375 usos de ambulancias</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>P99</li> <li>2010 -2014</li> </ul>	RR uso de ambulancia en dolor torácico	1,68 (1,32-2,15)
<b>Short - term effects of temperature on hospital admissions for acute myocardial infarction: A comparison between two neighboring climate zones in Vietnam (37)</b>	2019	Serie de tiempo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vietnam</li> <li>3328 ingresos hospitalarios por IAM</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>P90 - P95</li> <li>2008 - 2015</li> </ul>	RR hospitalización IAM	<ul style="list-style-type: none"> <li>P90: 1,18 (0,95-1,47)</li> <li>P95: 1,36 (1,06-1,73)</li> </ul>
<b>Olas de calor, temperatura ambiente y riesgo de infarto de miocardio: un estudio ecológico en la Comunidad de Madrid (38)</b>	2019	Serie de tiempo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Madrid</li> <li>6,465 casos de IAM</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>P5 - P95</li> <li>2013 - 2017</li> </ul>	RR IAM	<ul style="list-style-type: none"> <li>P5: 1,25 (1,02-1,54)</li> <li>P95: 1,03 (0,76-1,41)</li> </ul>
<b>Assessing heatwave impacts on cause-specific emergency department visits in urban and rural communities of Queensland, Australia (39)</b>	2019	Serie de tiempo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Australia</li> <li>2,626,341 habitantes urbano-rurales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>P95</li> <li>2013 - 2015</li> </ul>	RR consultas en servicio de urgencia enfermedades circulatorias	1,04 (1,00-1,07)

245

Nombre estudio	Año	Diseño del estudio	País y Muestra	Exposición y periodo evaluado	Medida de Asociación (IC 95%)	Resultados
Heatwave and mortality in 31 major Chinese cities: Definition, vulnerability and implications (31)	2019	Serie de tiempo	<ul style="list-style-type: none"> <li>China</li> <li>259 millones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>P90 - P92,5</li> <li>P95 - P97,5</li> <li>P99</li> <li>2007 - 2013</li> </ul>	RR mortalidad	ECV->Lag 0: 1,08(1,05-1,12), Lag 0-2: 1,13(1,08-1,19), Lag 0-10: 1,16(1,08-1,25) EC->Lag 0: 1,09(1,05-1,14), Lag 0-2: 1,14(1,08-1,21), Lag 0-10: 1,21(1,10-1,32) ACV -> Lag 0: 1,08(1,04-1,11), Lag 0-2: 1,13(1,07-1,19), Lag 0-10: 1,17(1,08-1,27) Mujeres-> Lag 0: 1,09(1,06-1,12), Lag 0-2: 1,12(1,08-1,17), lag 0-10: 1,14 (1,07-1,22)
Assessing heatwave impacts on cause-specific emergency department visits in urban and rural communities of Queensland, Australia (39)	2019	Serie de tiempo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Australia</li> <li>2,626,341 habitantes urbano-rurales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>P95</li> <li>2013 - 2015</li> </ul>	RR consultas en servicio de urgencia enfermedades circulatorias	1,04 (1,00-1,07)
The added effects of heatwaves on cause-specific mortality: A nationwide analysis in 272 Chinese cities (40)	2018	Serie de tiempo	<ul style="list-style-type: none"> <li>China</li> <li>272 ciudades</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>P90 - P92,5</li> <li>P95 - P97,5</li> <li>2013 - 2015</li> </ul>	RR mortalidad	P97,5 ECV: 1,13 (1,07-1,19); EIC: 1,12 (1,07-1,17); ACV: 1,18 (1,09-1,28); ACVI: 1,04 (0,97-1,12); ACVH 1,13 (1,05-1,2)



Nombre estudio	Año	Diseño del estudio	País y Muestra	Exposición y período evaluado	Medida de Asociación (IC 95%)	Resultados
Variación estacional de las hospitalizaciones por infarto agudo de miocardio según sexo y edad en Chile (30)	2018	Serie de tiempo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Chile</li> <li>72,108 hospitalizaciones por IAM</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Exposición a calor o frío según meses del año</li> <li>2002 - 2011</li> </ul>	RR hospitalizaciones por IAM estaciones frías en mujeres comparadas con hombres	<50 años 1,07 (1,01-1,12); 50-64 años 1,03 (1,00-1,07); 65-74 años 1,04 (1,00-1,08); >75 años 1,01 (0,98-1,05)
Effects of extreme temperatures on cardiovascular emergency hospitalizations in a Mediterranean region: a self-controlled case series study (41)	2017	Serie de tiempo	<ul style="list-style-type: none"> <li>España - Cataluña</li> <li>39,628 hospitalizaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>P5</li> <li>2006 - 2013</li> </ul>	IRR hospitalización CV	Día 1: 1,12 (1,10-1,30) Día 7: 1,29 (1,22-1,36)
Impact of Heat Wave Definitions on the Added Effect of Heat Waves on Cardiovascular Mortality in Beijing, China (29)	2016	Serie de tiempo	<ul style="list-style-type: none"> <li>China</li> <li>17 millones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>P93</li> <li>2006 - 2009</li> </ul>	RR mortalidad CV 5 días	Total: 1,18 (1,06-1,31) >65 años: 1,24 (1,10-1,39) Mujeres: 1,22 (1,03-1,44)



## Referencias:

1. AGARD J, LISA SCHIPPER EF, BIRKMANN J, CAMPOS M, DUBEUX C, NOJIRI Y, et al. Glosario IPCC [Internet]. [citado el 11 de abril 2022]. Disponible desde: [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/AR5\\_WGII\\_glossary\\_ES.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/AR5_WGII_glossary_ES.pdf)
2. MORA C, DOUSSET B, CALDWELL IR, POWELL FE, GERONIMO RC, BIELECKI CR, et al. Global risk of deadly heat. *Nature Climate Change* 2017 7:7 [Internet]. 2017 Jun 19 [citado el 31 de agosto 2021];7(7):501–6. Disponible desde: <https://www-nature-com.uchile.idm.oclc.org/articles/nclimate3322>
3. FERON S, CORDERO RR, DAMIANI A, LLANILLO PJ, JORQUERA J, SEPULVEDA E, et al. Observations and Projections of Heat Waves in South America. *Scientific Reports* [Internet]. 2019 Dec 1 [citado el 1 de septiembre 2021];9(1). Disponible desde: <https://www-webof-science-com.uchile.idm.oclc.org/wos/woscc/full-record/WOS:000469912700014>
4. IPCC WGI Interactive Atlas [Internet]. [citado el 2 de enero 2022]. Disponible desde: <https://interactive-atlas.ipcc.ch/regional-synthesis#eyJ0eXBIIjoiQ0IEIiwic2VsZWNOZWR-JbmRleCI6WyJtZWFuX2Fpc190ZW1wZXJhdHVyZSJdL-CJzZWxlY3RlZFZhcmlhYmxlIjoIY29uZmlkZW5jZSIsIn-NlBvGvdGVkQ291bnRyeSI6IkdJQyIsIm1vZGUiOiJIRV-giLCJjb21tb25zIjpw7ImxhdCI6OiJFUFNH0jU0MDMwIiwibW9kZSI6ImNvbXBsZXRlX2F0bGFzIn19>
5. ROMANELLO M, MCGUSHIN A, DI NAPOLI C, DRUMMOND P, HUGHES N, JAMART L, et al. The 2021 report of the Lancet Countdown on health and climate change: code red for a healthy future. *The Lancet* [Internet]. 2021 Oct 30 [citado el 26 de diciembre 2021];398(10311):1619–62. Disponible desde: <http://www.thelancet.com/article/S0140673621017876/fulltext>
6. El vórtice polar aumenta las probabilidades de un tiempo invernal extremo | National Geographic [Internet]. [citado el 26 de diciembre 2021]. Disponible desde: <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/2021/01/vortice-polar-aumenta-probabilidades-de-tiempo-invernal-extremo>
7. ATWOLI L, BAQUI AH, BENFIELD T, BOSURGI R, GODLEE F, HANCOCKS S, et al. Call for emergency action to limit global temperature increases, restore biodiversity, and protect health. *BMJ* [Internet]. 2021 Sep 6 [citado el 8 de enero 2022];374. Disponible desde: <https://www.bmj.com/content/374/bmj.n1734>
8. WISE J. Climate crisis: Over 200 health journals urge world leaders to tackle “catastrophic harm.” *BMJ* [Internet]. 2021 Sep 6 [citado el 26 de diciembre 2021];374. Disponible desde: <https://www.bmj.com/content/374/bmj.n2177>
9. GASPARRINI A, GUO Y, HASHIZUME M, LAVIGNE E, ZANOBETTI A, SCHWARTZ J, et al. Mortality risk attributable to high and low ambient temperature: a multicountry observational study. *The Lancet* [Internet]. 2015 Jul 25 [citado el 31 de agosto 2021];386(9991):369–75. Disponible desde: <http://www.thelancet.com/article/S0140673614621140/fulltext>
10. CHENG J, XU Z, BAMBRICK H, SU H, TONG S, HU W. Heatwave and elderly mortality: An evaluation of death burden and health costs considering short-term mortality displacement. *Environment International* [Internet]. 2018 Jun 1 [citado el 8 de septiembre 2021];115:334–42. Disponible desde: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412017321980?via%3Dihub>
11. WONDMEGEGN BY, XIANG J, WILLIAMS S, PISANIELLO D, BI P. What do we know about the healthcare costs of extreme heat exposure? A comprehensive literature review. *Science of The Total Environment* [Internet]. 2019 Mar 20 [citado el 7 de septiembre 2021];657:608–18. Disponible desde: <https://www.sciencedirect-com.uchile.idm.oclc.org/science/article/pii/S0048969718348344?via%3Dihub>
12. KIKSTRA JS, WAIDELICH P, RISING J, YUMASHEV D, HOPE C, BRIERLEY CM. The social cost of carbon dioxide under climate-economy feedbacks and temperature variability. *Environmental Research Letters* [Internet]. 2021 Sep 6 [citado el 1 de enero 2022];16(9):094037. Disponible desde: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/ac1d0b>
13. CRANDALL CG, GONZÁLEZ-ALONSO J. Cardiovascular function in the heat-stressed human. *Acta Physiol (Oxf)* [Internet]. 2010 [citado el 1 de enero 2022];199(4):407. Disponible desde: <https://pubs.rsc.org/artic1es/PMC3496876/>
14. BOYETTE LC, MANNA B. PHYSIOLOGY, MYOCARDIAL OXYGEN DEMAND. *StatPearls* [Internet]. 2021 Jul 12 [citado el 1 de enero 2022]; Disponible desde: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK499897/>
15. EBI KL, CAPON A, BERRY P, BRODERICK C, DE DEAR R, HAVENITH G, et al. Hot weather and heat extremes: health risks. *The Lancet* [Internet]. 2021 Aug 21 [citado el 10 de di-



- ciembre 2021];398(10301):698–708. Disponible desde: <http://www.thelancet.com/article/S0140673621012083/fulltext>
16. KEATINGE WR, COLESHAW SRK, EASTON JC, COTTER F, MATTOCK MB, CHELLIAH R. Increased platelet and red cell counts, blood viscosity, and plasma cholesterol levels during heat stress, and mortality from coronary and cerebral thrombosis. *The American Journal of Medicine*. 1986 Nov 1;81(5):795–800.
  17. LIU C, YAVAR Z, SUN Q. Cardiovascular response to thermoregulatory challenges. *American Journal of Physiology - Heart and Circulatory Physiology* [Internet]. 2015 [citado el 9 de diciembre 2021];309(11):H1793–812. Disponible desde: <https://journals.physiology.org/doi/abs/10.1152/ajpheart.00199.2015>
  18. MINSAL. ENCUESTA NACIONAL DE SALUD 2016-2017 Primeros resultados [Internet]. [citado el 18 de abril 2022]. Disponible desde: [moz-extension://dd4a-f1ca-f166-4426-8d8f-27e1b1d84e53/enhanced-reader.html?openApp&pdf=https%3A%2F%2Fwww.minsal.cl%2Fwp-content%2Fuploads%2F2017%2F11%2F2FENS-2016-17\\_PRIMEROS-RESULTADOS.pdf](moz-extension://dd4a-f1ca-f166-4426-8d8f-27e1b1d84e53/enhanced-reader.html?openApp&pdf=https%3A%2F%2Fwww.minsal.cl%2Fwp-content%2Fuploads%2F2017%2F11%2F2FENS-2016-17_PRIMEROS-RESULTADOS.pdf)
  19. CHENG J, XU Z, BAMBRICK H, PRESCOTT V, WANG N, ZHANG Y, et al. Cardiorespiratory effects of heatwaves: A systematic review and meta-analysis of global epidemiological evidence. *Environmental Research* [Internet]. 2019 Oct 1 [citado el 26 de septiembre 2021];177:108610. Disponible desde: <https://www.sciencedirect-com.uchile.idm.oclc.org/science/article/pii/S0013935119304074?via%3Dihub>
  20. HANNA EG, TAIT PW. Limitations to Thermoregulation and Acclimatization Challenge Human Adaptation to Global Warming. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2015, Vol 12, Pages 8034-8074 [Internet]. 2015 Jul 15 [citado el 1 de enero 2022];12(7):8034–74. Disponible desde: <https://www.mdpi.com/1660-4601/12/7/8034/htm>
  21. KIENBACHER CL, KALTENBERGER R, SCHREIBER W, TSCHERNY K, FUHRMANN V, ROTH D, et al. Extreme weather conditions as a gender-specific risk factor for acute myocardial infarction. *The American Journal of Emergency Medicine* [Internet]. 2021 May 1 [citado el 2 de octubre 2021];43:50–3. Disponible desde: <https://www.sciencedirect-com/science/article/pii/S0735675721000486?via%3Dihub>
  22. SAUCY A, RAGETTLI MS, VIENNEAU D, DE HOOGH K, TANGERMANN L, SCHÄFFER B, et al. The role of extreme temperature in cause-specific acute cardiovascular mortality in Switzerland: A case-crossover study. *Science of the Total Environment*. 2021 Oct 10;790.
  23. MA Y, ZHOU L, CHEN K. Burden of cause-specific mortality attributable to heat and cold: A multicity time-series study in Jiangsu Province, China. *Environment International* [Internet]. 2020 Nov 1 [citado el 2 de octubre 2021];144:105994. Disponible desde: <https://www.sciencedirect-com.uchile.idm.oclc.org/science/article/pii/S0160412020319498?via%3Dihub>
  24. KRANC H, NOVACK V, SHTEIN A, SHERMAN R, NOVACK L. Extreme temperature and out-of-hospital-cardiac-arrest. Nationwide study in a hot climate country. *Environmental Health* 2021 20:1 [Internet]. 2021 Apr 5 [citado el 2 de octubre 2021];20(1):1–13. Disponible desde: <https://ehjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12940-021-00722-1>
  25. WANG B, CHAI G, SHA Y, ZHA Q, SU Y, GAO Y. Impact of ambient temperature on cardiovascular disease hospital admissions in farmers in China's Western suburbs. *Science of The Total Environment* [Internet]. 2021 Mar 20 [citado el 2 de octubre 2021];761:143254. Disponible desde: <https://www.sciencedirect-com.uchile.idm.oclc.org/science/article/pii/S0048969720367851?via%3Dihub>
  26. SOHAIL H, KOLLANUS V, TIITTANEN P, SCHNEIDER A, LANKI T. Heat, Heatwaves and Cardiorespiratory Hospital Admissions in Helsinki, Finland. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2020, Vol 17, Page 7892 [Internet]. 2020 Oct 28 [citado el 26 de septiembre 2021];17(21):7892. Disponible desde: <https://www.mdpi.com/1660-4601/17/21/7892/htm>
  27. SANGKHARAT K, MAHMOOD MA, THORNES JE, FISHER PA, POPE FD. Impact of extreme temperatures on ambulance dispatches in London, UK. *Environmental Research* [Internet]. 2020 Mar 1 [citado el 2 de octubre 2021];182:109100. Disponible desde: <https://www.sciencedirect-com.uchile.idm.oclc.org/science/article/pii/S0013935119308965?via%3Dihub>
  28. LV LS, JIN DH, MA WJ, LIU T, XU YQ, ZHANG XE, et al. The Impact of Non-optimum Ambient Temperature on Years of Life Lost: A Multi-county Observational Study in Hunan, China. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2020, Vol 17, Page 2699 [Internet]. 2020 Apr 14 [citado el 2 de octubre 2021];17(8):2699. Disponible desde: <https://www.mdpi.com/1660-4601/17/8/2699/htm>
  29. DONG W, ZENG Q, MA Y, LI G, PAN X. Impact of Heat Wave Definitions on the Added Effect of Heat Waves on Cardiovascular Mortality in Beijing, China. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2016, Vol 13, Page 933 [Internet]. 2016 Sep 21 [citado el 27 de septiembre 2021];13(9):933. Disponible desde: <https://www.mdpi.com/1660-4601/13/9/933/htm>
  30. NAZZAL C, ALONSO F, NAZZAL C, ALONSO F. Va-



- riación estacional de las hospitalizaciones por infarto agudo de miocardio según sexo y edad en Chile. *Revista médica de Chile* [Internet]. 2018 Nov 1 [citado el 25 de octubre 2021];146(11):1233–40. Disponible desde: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-98872018001101233&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872018001101233&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
31. YANG J, YIN P, SUN J, WANG B, ZHOU M, LI M, et al. Heatwave and mortality in 31 major Chinese cities: Definition, vulnerability and implications. *Science of The Total Environment* [Internet]. 2019 Feb 1 [citado el 26 de septiembre 2021];649:695–702. Disponible desde: <https://www.sciencedirect-com.uchile.idm.oclc.org/science/article/pii/S0048969718333035?via%3Dihub#f0010>
  32. MACINTYRE HL, HEAVISIDE C. Potential benefits of cool roofs in reducing heat-related mortality during heatwaves in a European city. *Environment International*. 2019 Jun 1;127:430–41.
  33. Resumen de políticas para Chile, reporte de Lancet Countdown on Health and Climate Change - Centro Políticas Públicas UC [Internet]. [citado el 28 de abril 2022]. Disponible desde: <https://politicaspublicas.uc.cl/publicacion/resumen-de-politicas-para-chile-reporte-de-lancet-countdown-on-health-and-climate-change/>
  34. KOLLANUS V, TIITTANEN P, LANKI T. Mortality risk related to heatwaves in Finland – Factors affecting vulnerability. *Environmental Research* [Internet]. 2021 Oct 1 [citado el 26 de septiembre 2021];201:111503. Disponible desde: <https://www.sciencedirect-com.uchile.idm.oclc.org/science/article/pii/S0013935121007970?via%3Dihub>
  35. IÑIGUEZ C, ROYÉ D, TOBÍAS A. Contrasting patterns of temperature related mortality and hospitalization by cardiovascular and respiratory diseases in 52 Spanish cities. *Environmental Research* [Internet]. 2021 Jan 1 [citado el 2 de octubre 2021];192:110191. Disponible desde: <https://www.sciencedirect-com.uchile.idm.oclc.org/science/article/pii/S0013935120310884?via%3Dihub>
  36. LIU S, CHAN EYY, GOGGINS WB, HUANG Z. The Mortality Risk and Socioeconomic Vulnerability Associated with High and Low Temperature in Hong Kong. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2020, Vol 17, Page 7326 [Internet]. 2020 Oct 7 [citado el 2 de octubre 2021 Oct 2];17(19):7326. Disponible desde: <https://www.mdpi.com/1660-4601/17/19/7326/htm>
  37. THU DANG TA, WRAITH D, BAMBRICK H, DUNG N, TRUC TT, TONG S, et al. Short - term effects of temperature on hospital admissions for acute myocardial infarction: A comparison between two neighboring climate zones in Vietnam. *Environmental Research* [Internet]. 2019 Aug 1 [citado el 26 de septiembre 2021];175:167–77. Disponible desde: <https://www.sciencedirect-com.uchile.idm.oclc.org/science/article/pii/S0013935119302397?via%3Dihub>
  38. GARCÍA-LLEDÓ A, RODRÍGUEZ-MARTÍN S, TOBÍAS A, ALONSO-MARTÍN J, ANSEDE-CASCUDO JC, DE ABAJO FJ. Heat waves, ambient temperature, and risk of myocardial infarction: an ecological study in the Community of Madrid. *Revista Espanola de Cardiologia*. 2020 Apr 1;73(4):300–6.
  39. XU Z, FITZGERALD G, GUO Y, JALALUDIN B, TONG S. Assessing heatwave impacts on cause-specific emergency department visits in urban and rural communities of Queensland, Australia. *Environmental Research* [Internet]. 2019 Jan 1 [citado el 26 de septiembre 2021];168:414–9. Disponible desde: <https://www.sciencedirect-com.uchile.idm.oclc.org/science/article/pii/S0013935118305450?via%3Dihub>
  40. YIN P, CHEN R, WANG L, LIU C, NIU Y, WANG W, ET AL. The added effects of heatwaves on cause-specific mortality: A nationwide analysis in 272 Chinese cities. *Environment International* [Internet]. 2018 Dec 1 [citado el 26 de septiembre 2021];121:898–905. Disponible desde: <https://www.sciencedirect-com.uchile.idm.oclc.org/science/article/pii/S0160412018305683?via%3Dihub>
  41. PONJOAN A, BLANCH J, ALVES-CABRATOSA L, MARTÍ-LLUCH R, COMAS-CUFÍ M, PARRAMON D, et al. Effects of extreme temperatures on cardiovascular emergency hospitalizations in a Mediterranean region: a self-controlled case series study. *Environmental Health* 2017 16:1 [Internet]. 2017 Apr 4 [citado el 30 de septiembre 2021];16(1):1–9. Disponible desde: <https://ehjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12940-017-0238-0>



## La relevancia de mirar mejor la onda P

*Alexis Lama*

*Cardiólogo*

*Recibido el 20 de febrero 2022 / Aceptado el 13 de abril 2022*

*Rev Chil Cardiol 2022; 41: 65-66*

Señor Editor:

En años recientes y especialmente desde el 2012, año en que se publica un consenso sobre los bloqueos interauriculares, como una entidad separada del crecimiento auricular izquierdo, se produce un interés creciente en el reconocimiento de esta entidad y de su importancia clínica<sup>1</sup>. Se le conoce como síndrome de Bayés, en mérito al gran cardiólogo español Antonio Bayés de Luna, que ya en 1988 publicara la relación de este trastorno con taquiarritmia supraventricular paroxística.

El bloqueo interauricular puede ser parcial o avanzado, siendo este último el de mayor relevancia clínica. Puede ser intermitente y también progresivo. Se produce por un

bloqueo completo del fascículo de Bachmann, principal vía de conducción eléctrica desde la aurícula derecha a la izquierda.

El sustrato anatómico es una miocardiopatía auricular fibrótica, la que junto con la disincronía auricular, hipcontractilidad y remodelado auricular, propician el estasis sanguíneo, la cascada trombogénica y con ello, la embolia sistémica. La resonancia magnética cardíaca se considera la técnica de elección para la detección de la fibrosis auricular.

Su prevalencia va en relación con la edad de las personas, alcanzando el 26.3% en los centenarios.

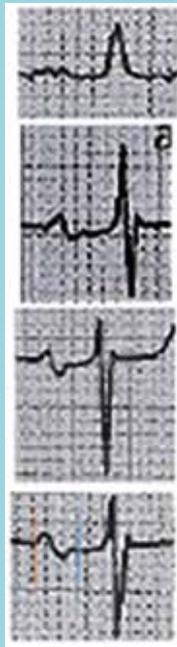
Su presencia se asocia a un mayor riesgo de arritmias supraventriculares y fibrilación auricular. Así, el bloqueo

---

**Correspondencia:**  
Dr. Alexis Lama Toro  
[lamatoro@yahoo.es](mailto:lamatoro@yahoo.es)



Figura 1.



Se observa en imagen superior, correspondiente a D1 una onda P ancha (0.12 s), ligeramente bimodal y en las imágenes inferiores siguientes, correspondientes a D2, D3 y aVF una onda P bifásica, con una fase negativa.

interauricular avanzado se ha asociado con un 50% de riesgo de aparición de fibrilación auricular en los próximos 6 años, comparado con el 10% en el grupo en que

estaba ausente, aparte de predecir el riesgo de recurrencia de fibrilación auricular post cardioversión y post ablación. También se asocia a mayor riesgo de accidente vascular cerebral<sup>2</sup>, demencia o disfunción cognitiva y muerte por todas las causas, incluyendo mortalidad cardiovascular. Por estos motivos, resulta relevante su identificación, la que solo requiere un ECG<sup>3</sup>.

El bloqueo interauricular avanzado se diagnostica electrocardiográficamente<sup>4</sup> por la presencia de una P de duración aumentada, y con una fase negativa en derivaciones D2, D3 y aVF, tal como se muestra en la Fig. 1, que corresponde a una mujer de 83 años con historia de palpitaciones y un Holter ECG de 24 h, con extrasistolia supraventricular muy frecuente y repetidos episodios de taquicardia supraventricular. La fase negativa de la onda P bifásica en derivaciones inferiores se explica por la activación eléctrica retrógrada, en dirección caudo-cranial, de la aurícula izquierda, a través de la musculatura baja de la aurícula derecha.

En síntesis, siempre se debe prestar atención al análisis detallado de la onda P, siendo el bloqueo interauricular -si se busca- fácil de reconocer en el ECG. Se considera un gran factor de riesgo, con importantes y graves implicancias clínicas<sup>5</sup>, y cuya presencia puede hacer necesario plantearse la necesidad del uso de antiarrítmicos y/o anticoagulantes orales, especialmente, en los pacientes de mayor riesgo, como podrían ser los pacientes de edad avanzada, con diabetes, hipertensión arterial, cardiopatía estructural o extrasistolia supraventricular muy frecuente.

## Referencias:

1. BAYÉS DE LUNA A; BAYÉS GENÍS A. Clinical implications of advanced interatrial block: Bayés síndrome. Med Clin (Barc) 2021; 156; 233-234.
2. CONDE D. Y BARANCHUK A. Bloqueo interauricular como sustrato anatómico-eléctrico de arritmias supraventriculares: síndrome de Bayés. Arch Cardiol Mex. 2014;84(1):32-40
3. BAYÉS DE LUNA A, MARTINEZ SELLÉS M; BAYÉS GENÍS A; ELOUSA R. Y BARANCHUCK A. Síndrome de Bayés: Lo que todo clínico debe conocer. Rev Esp Cardiol 2020; 73(9): 758-762.
4. LEVINSTEIN M; RICAÑO M; JUÁREZ V. Bloqueo interauricular (síndrome de Bayés). An Med (Mex) 2019; 64 (1): 35-42.
5. CARMONA R. Bloqueos interauriculares: diagnóstico y significado clínico. Med Clin (Barc) 2020; 155:207-214.



## Instrucciones a los autores

Los trabajos enviados a la Revista Chilena de Cardiología deberán referirse a enfermedades cardiovasculares.

Los editores de esta Revista solicitan ceñirse a las instrucciones a los autores aquí contenidas.

Se solicita enviar su trabajo únicamente por vía electrónica a: [revistacardiologia@sochicar.cl](mailto:revistacardiologia@sochicar.cl).

### Manuscritos

1. Este trabajo (o partes importantes de él) es inédito y no se enviará a otras revistas mientras se espera la decisión de los editores de esta revista.

2. El manuscrito debe incluirse en un archivo Word con formato carta, letra Times New Roman o Arial, tamaño letra 12 pt, interlineado a 1,5 líneas y con márgenes no menores a 3 cm. Todas las páginas deben ser numeradas en el ángulo superior derecho, empezando por la página de título.

3. La extensión de los manuscritos, desde la Introducción hasta el fin de la Discusión, no debe sobrepasar las 3.000 palabras los "Artículos de Investigación" y 3.500 para los "Artículos de Revisión" y para los "Artículos Especiales". Los "Casos Clínicos" no deben sobrepasar las 1.500 palabras y las "Cartas al Editor" las 1000 palabras.

4. Se solicita enviar su trabajo únicamente por vía electrónica a: [revistacardiologia@sochicar.cl](mailto:revistacardiologia@sochicar.cl).

5. Los trabajos no deben ser enviados en formato de columnas.

6. Debe adjuntarse la responsabilidad de autoría firmada por todos los autores.

7. El texto del manuscrito deberá ser presentado de la siguiente forma:

- 7.1 Página título
- 7.2 Resumen (Español/Inglés)
- 7.3 Introducción
- 7.4 Métodos
- 7.5 Resultados
- 7.6 Conclusión
- 7.7 Agradecimientos
- 7.8 Referencias
- 7.9 Leyenda de figuras/tablas
- 7.10 Figuras
- 7.11 Tablas.

### Página de Título

La página del título debe contener, además de un título de no más de 30 palabras, el nombre de los autores (nombre de pila, apellido paterno e inicial del materno), institución donde fue realizado el trabajo y fuente de financiamiento o conflicto de interés; en caso de que no lo hubiese debe también especificarse. Si los autores pertenecen a distintas instituciones, éstas deben señalarse al término de cada apellido con número en superíndice. Debe señalarse con letra en superíndice a los autores no médicos, indicando su título profesional o su calidad de alumno. Además la página de título debe incluir el nombre y dirección del autor responsable para correspondencia, incluyendo el correo electrónico.

Agregue en renglón separado un "título abreviado" de no más de 50 caracteres, que sintetice el título y pueda ser utilizado como "cabeza de página".

### Resumen

El resumen deberá ser presentado en página separada.

Este no podrá contener más de 250 palabras, presentadas en párrafos separados de la siguiente forma: Antecedentes, Objetivos, Métodos, Resultados y Conclusiones. No emplee más de 4 abreviaturas debido a que se dificulta la lectura del texto; tampoco emplee tablas o figuras en el resumen.

Deberá adjuntarse, en lo posible, la respectiva traducción del resumen al inglés. De no ser posible, la Revista lo confeccionará.

Agregue 3 ó 4 palabras claves ("Key Words"), las cuales deben ser elegidas en la lista del Index Medicus (Medical Subjects Headings), accesible en [www.nlm.nih.gov/mesh/](http://www.nlm.nih.gov/mesh/) o en Google.

### Introducción

Sea conciso; proporcione los antecedentes y la racionalidad que justifica la ejecución de su estudio. Señale claramente el objetivo del estudio. Cite solamente las referencias bibliográficas más pertinentes.

### Material y Métodos / Pacientes y Métodos

Describa el tipo de estudio (randomizado, descriptivo, prospectivo, caso control, etc) y a los sujetos estudiados, especialmente su número. Explícite los métodos y técnicas utilizadas de modo suficiente como para que otros investigadores puedan reproducir sus resultados. Si los métodos son de uso habitual, límitese a nombrarlos o proporcione una referencia donde la técnica se explique con más detalle. Especifique si los procedimientos experimentales o aquellos trabajos que requirieron de "consentimiento informado" fueron revisados y aprobados por un comité de ética ad hoc de la institución donde se desarrolló el estudio. Este documento puede ser exigido por los Editores. Utilice unidades de medida del sistema métrico decimal. Los medicamentos empleados deben ser nombrados por su nombre genérico. Indique los métodos estadísticos utilizados, y en caso de que no sean habituales, proporcione las referencias respectivas.

Las fotografías de pacientes y las figuras (radiografías, etc.) deben respetar el anoni-

mato de las personas involucradas en ellas.

### Resultados

Presente los resultados de manera lógica, secuencial, contestando primero al objetivo del estudio y luego a sus objetivos secundarios. No comente o discuta los resultados en esta sección.

### Discusión

Debe proporcionar una discusión de los resultados obtenidos en su trabajo, y comparar sus resultados con los de otros autores. Específicamente, comente las concordancias y discordancias de sus hallazgos con los publicados previamente por otros investigadores, los cuales debe citar en las referencias.

Señale las limitaciones de su trabajo.

### Referencias

Se ordenarán según aparezcan en el texto. Las referencias a un libro se ordenarán según el estilo Vancouver, de la siguiente forma: autor, nombre del capítulo, editor, título del libro, ciudad, editorial, año y paginación.

Idealmente, no entregue más de 30 referencias para los "Artículos de Investigación" y no más de 40 para los "Artículos de Revisión" o "Artículos Especiales". Para los "Casos Clínicos" no entregue más de 15 referencias y para las "Cartas al Editor" no más de 5. Se deben incluir los nombres de hasta 6 autores. En caso de existir más autores, sustituya al séptimo autor por "et al". Respecto de la puntuación en la lista de autores, no use puntos tras las iniciales; use comas para separar a los autores entre sí. Al indicar el volumen de la revista sólo se anota el número (numeración árabe). La paginación irá precedida por dos puntos; el volumen por punto y coma. Ejemplo: STEELE A, GONZALEZ O, PEREZ R, MALUENDA I, RUBILAR D, ROJAS E, et al. Experiencia nacional en cardiopatía hipertensiva. Rev Chil Cardiol. 1982; 112: 118-125.

La exactitud de las referencias es responsabilidad del autor. Para citar artículos con formato electrónico, citar autores, título del artículo y revista de origen, tal como para su publicación, indicando a continuación el sitio electrónico donde se obtuvo la cita y la fecha en que se hizo la consulta. Ejemplo: Int J Cardiol. 2009; 29: 300E-304E. Disponible en <http://www.ees.elsevier.com/ijci/> (consultado el 21 de julio de 2009).

### Tablas y Figuras

Cada tabla y cada figura deben ir en hoja aparte.

En hoja separada, debe venir el título de cada tabla o figura con la leyenda que corresponda.

### Use interlineado 1,5.

Las columnas deben ser separadas por espacios, sin tabulación; no use líneas divisorias entre las columnas. No use abreviaturas en las tablas, o explíquelas.

Las figuras o fotografías deben venir anexadas en un Power Point o en el mismo word del artículo original y deben tener entre 300 y 600 píxeles/dpi, en formato jpg o gif.

En una página aparte envíe las leyendas para las figuras, designándolas claramente según el orden en que se mencionan en el texto. Es altamente recomendable el uso de Microsoft Word con tamaño de letra de 12 pt para el texto y Power Point o Excel para las figuras y Tablas.

### Casos Clínicos

Se aceptarán casos excepcionales, que sean de interés general. Para su preparación utilice las instrucciones generales señaladas en los párrafos anteriores. Debe incluir un muy breve resumen en español e, idealmente, en inglés. Debe acompañarse de una adecuada bibliografía de no más de 15 referencias y de una breve revisión del tema. El número de figuras debe limitarse a 4 como máximo.

### Cartas al Editor y otros

Se publicarán Cartas al Editor que podrán versar sobre trabajos publicados en la Revista o temas de interés general. Las opiniones expresadas en cartas al Editor son de exclusiva responsabilidad de sus autores y no comprometen en ningún sentido la opinión de la Revista Chilena de Cardiología, o de sus editores. Los editores se reservan el derecho de aceptarlas.

El editor y/o editores adjuntos podrán introducir cambios al texto que ayuden a su claridad sin alterar el significado. Es facultad del editor la decisión final respecto a la publicación del trabajo.

Las editoriales y otras secciones especiales son encomendadas directamente por el comité editorial a los autores.

### Artículos de Revisión

La Revista publicará Artículos de Revisión que pueden ser enviados directamente al Editor y su publicación deberá ser aprobada por éste. Así mismo, el Editor podrá solicitar Artículos de Revisión que serán publicados directamente.

### Guía de exigencia para los manuscritos y responsabilidad de autoría

Ambos documentos deben ser entregados junto con el resto del manuscrito, con todas las firmas y datos solicitados.



## Guía de exigencias para los manuscritos

(Extractadas de las "instrucciones a los autores")

Debe ser revisada por el autor responsable, marcando su aprobación en cada casillero que corresponda. Los co- autores deben identificarse y firmar la página del reverso. Ambos documentos deben ser entregados junto con el manuscrito.

- 1. Este trabajo (o partes importantes de él) es inédito y no se enviará a otras revistas mientras se espera la decisión de los editores de esta revista
- 2. El texto está escrito a 1 ½ espacio, en hojas tamaño carta.
- 3. Respeta el límite máximo de longitud permitido por esta Revista: 12 páginas para los "Trabajos de investigación"; 6 páginas para los "Casos Clínicos", 10 páginas para los "Artículos de revisión" y 4 páginas para las "Cartas al editor".
- 4. Incluye un resumen de hasta 250 palabras, en castellano y en lo posible, traducido al inglés.
- 5. Las citas bibliográficas se limitan a un máximo de 30 y se presentan con el formato internacional exigido por la revista.
- 6. Incluye como citas bibliográficas sólo material publicado en revistas de circulación amplia, o en libros. Los resúmenes de trabajos presentados en congresos u otras reuniones científicas pueden incluirse como citas bibliográficas únicamente cuando están publicados en revistas de circulación amplia.
- 7. En "Página de títulos" se especifica lo relativo a fuente de financiamiento.
- 8. En "Métodos" se deja explícito que se cumplieron las normas éticas exigidas internacionalmente. Para los estudios en humanos, se debe identificar a la institución o el comité de ética que aprobó su protocolo.
- 9. El manuscrito fue organizado de acuerdo a las "Instrucciones a los autores", publicadas en cada revista y se entregan 3 copias de todo el material incluso de las fotografías.
- 10. Las tablas y figuras se prepararon considerando la cantidad de datos que contienen y el tamaño de letra que resultará después de la necesaria reducción a imprenta.
- 11. Si se reproducen tablas o figuras tomadas de otras publicaciones, se proporciona autorización escrita de sus autores o de los dueños de derechos de publicación, según corresponda.
- 12. Las fotografías de pacientes y las figuras (radiografías, etc.) respetan el anonimato de las personas involucradas en ellas.
- 13. Se indican números telefónicos y de fax del autor que mantendrá contacto con la revista.

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma del autor que mantendrá contacto con la revista

Teléfonos: \_\_\_\_\_ Fax \_\_\_\_\_ Correo electrónico \_\_\_\_\_

---

---

---

---



## *Identificación de la responsabilidad de autoría*

Cada co-autor debe firmar esta declaración que se exigirá junto con el manuscrito y la “Guía de exigencias para los manuscritos”. Si es insuficiente el espacio para las firmas de todos los co-autores, pueden usarse fotocopias de esta página.

### **TITULO DEL MANUSCRITO:**

**DECLARACIÓN:** Certifico que he contribuido directamente al contenido intelectual de este manuscrito, a la génesis y análisis de sus datos, por lo cual estoy en condiciones de hacerme públicamente responsable de él, y acepto que mi nombre figure en la lista de autores. He revisado su versión final y apruebo su publicación en la Revista de Cardiología.

Como co-autor certifico que este manuscrito no será sometido a publicación en otra revista, nacional o extranjera, en texto idéntico, sin haber obtenido previamente una autorización expresa del Editor de esta Revista

En la columna “Códigos de Participación” anoto las letras del código que designan / identifican mi participación personal en este trabajo, elegidas de la tabla siguiente:

### **Tabla: Códigos de participación**

- |   |   |
|---|---|
| a. Concepción y diseño del trabajo.     | g. Aporte de paciente o material de estudio |
| b. recolección/ Obtención de resultados | h. Obtención de financiamiento              |
| c. Análisis e Interpretación de datos.  | i. Asesoría estadística                     |
| d. Redacción de manuscrito.             | j. Asesoría técnica o administrativa        |
| e. Revisión crítica del manuscrito.     | k. Otras contribuciones (definir)           |
| f. Aprobación de su versión final.      |   |

NOMBRE Y FIRMA DE CADA AUTOR

CÓDIGOS DE PARTICIPACIÓN

---

---

---

---

---

---

## *Declaración de Conflicto de Intereses:*

Al igual que el resto de las Revistas de Cardiología Iberoamericanas, nuestra revista se comprometió a vigilar el carácter académico de nuestras publicaciones. Por esta razón, a contar del número 3 del 2012 todos los autores que publiquen en la Revista Chilena de Cardiología deberán adjuntar el formulario en PDF, que corresponde a una adaptación en español del ICJME, y que debe ser bajada desde nuestro sitio web: <http://www.sochicar.cl>, sobre declaración de Conflicto de Intereses.

Una vez ingresado los datos que ahí se solicitan, dicho documento debe ser enviado al correo electrónico de la Rev Chil Cardiol junto al manuscrito que será presentado para publicación. Los editores analizarán la declaración y publicarán la información que sea relevante.



SOCIEDAD CHILENA DE  
CARDIOLOGÍA Y CIRUGÍA  
CARDIOVASCULAR



# LVIII CONGRESO CHILENO DE CARDIOLOGÍA Y CIRUGÍA CARDIOVASCULAR

*Santiago*

**02, 03 Y 04  
DICIEMBRE 2022**

**Hotel Sheraton Santiago**

Secretario General  
Dr. Roberto Concepción Ch.

**Informaciones:**

Secretaría de la Sociedad Chilena de Cardiología y Cirugía Cardiovascular | Fono: 56-2 22690076-77-78 | Barros Errázuriz 1954 Of. 1601 |  
Providencia, Santiago. | Email: [info@sochicar.cl](mailto:info@sochicar.cl) - [www.sochicar.cl](http://www.sochicar.cl)

Sociedad Chilena de Cardiología  
y Cirugía Cardiovascular

