

This is the peer reviewed version of the following article:

Pérez-García CN, García-Lunar I. Everything flows, nothing stays... or does it? **Rev Esp Cardiol (Engl Ed)**. 2025 Jan;78(1):34-36. English, Spanish. doi: 10.1016/j.rec.2024.06.009. Epub 2024 Aug 6. PMID: 39117281.

which has been published in final form at

<https://doi.org/10.1016/j.rec.2024.06.009>

**Todo fluye, nada permanece..., ¿o no?  
Everything flows, nothing stays..., or does it?**

Carlos Nicolás Pérez-García<sup>a</sup>, Inés García-Lunar<sup>a,b,c</sup>

<sup>a</sup>Centro Nacional de Investigaciones Cardiovasculares Carlos III (CNIC), Madrid, España

<sup>b</sup>Servicio de Cardiología, Hospital Universitario La Moraleja, Madrid, España

<sup>c</sup>CIBER de Enfermedades Cardiovasculares (CIBERCV), Madrid, España

Autor de correspondencia:

Inés García-Lunar, MD, PhD

Laboratory of Cardiovascular Prevention through Non-Invasive Imaging, Centro Nacional de Investigaciones Cardiovasculares (CNIC), Madrid, Spain.

Melchor Fernández Almagro, 3. 28029

Phone: +34-914531200

E-mail: [ines.garcia@cnic.es](mailto:ines.garcia@cnic.es)

**Financiación:** La presente editorial no ha recibido financiación. El Centro Nacional de Investigaciones Cardiovasculares Carlos III cuenta con el apoyo del Instituto de Salud Carlos III, el Ministerio de Ciencia e Innovación y la Fundación ProCNIC y es un centro de excelencia Severo Ochoa (CEX2020-001041-S financiado por MICIN/AEI/10.13039/501100011033).

**Conflicto de interés:** Ninguno.

La trombosis intraventricular es una complicación temida del infarto de miocardio (IM). Su prevalencia sigue siendo sustancialmente elevada pese a la revascularización temprana y a la mejora significativa en el manejo antitrombótico alcanzada en las últimas décadas(1). Hoy en día se estima una incidencia global de trombosis post-IM entre un 3 y un 10% dependiendo de la modalidad de imagen utilizada para su valoración(2, 3). De forma paralela, la incidencia acumulada del ictus isquémico tras el IM es de aproximadamente un 3-5% en los 2 años posteriores al evento coronario(4). En ausencia de fibrilación auricular (FA), la mayor parte de los ictus isquémicos post-IM son atribuibles a la presencia de un trombo intraventricular. Fisiopatológicamente, la hipótesis más aceptada sugiere que la trombosis post-IM es el resultado de la interacción entre 3 factores: 1) un estado sistémico proinflamatorio/procoagulante; 2) el daño endocárdico, que favorece la agregación y activación plaquetaria; y 3) la estasis sanguínea, resultado de la presencia de regiones miocárdicas aquinéticas y disquinéticas que alteran el tránsito normal de la sangre en la cavidad ventricular(5).

Un diagnóstico preciso y precoz de la presencia de trombosis intraventricular afecta directamente al tratamiento y a la evolución clínica de los pacientes post-IM. La resonancia magnética cardíaca (RMC) es la modalidad de imagen “*patrón oro*” para el diagnóstico de la trombosis intraventricular(6). De hecho, aunque la ecocardiografía transtorácica (ETT) es la técnica diagnóstica de primera línea para la evaluación de la función biventricular y complicaciones mecánicas en pacientes post-IM, su sensibilidad para la detección de trombos es muy baja (30% en comparación con la RMC, pudiendo mejorar hasta un 64% si se administra contraste

ecocardiográfico(2)). La superioridad de la RMC para la detección de trombosis intraventricular frente a la ETT se debe principalmente a su capacidad de caracterización tisular mediante secuencias de perfusión y realce tardío de gadolinio, en las que el trombo se distingue fácilmente del miocardio adyacente debido a su ausencia de vascularización(5). No obstante, la limitada disponibilidad de la RMC en entornos clínicos, y los largos tiempos de exploración necesarios (aproximadamente 45 minutos para una evaluación cardíaca completa utilizando secuencias convencionales, que frecuentemente asocian malestar y claustrofobia del paciente), limitan su uso rutinario en el paciente post-IM. Todos estos factores han propiciado la búsqueda de técnicas alternativas, que puedan mejorar la predicción del riesgo cardioembólico postinfarto. Una de estas características es la presencia de estasis sanguínea a nivel intraventricular, la cual puede identificarse y cuantificarse mediante técnicas de imagen. En esta línea, y bajo el título "*La imagen de estasis predice el riesgo de eventos cardioembólicos tras el infarto agudo de miocardio*", los autores de un reciente artículo publicado en la Revista Española de Cardiología analizan de forma prospectiva la capacidad de la estasis sanguínea por ETT para predecir eventos cardioembólicos tras un infarto agudo de miocardio con elevación del segmento ST (IAMCEST). El estudio incluyó de forma prospectiva a pacientes con un primer episodio de IAMCEST y FEVI $\leq$ 45% procedentes de un único centro, sin historia de FA u otra indicación de anticoagulación crónica, enfermedad carotídea o valvular significativas, enfermedad potencialmente responsable de daño neurológico previo ni contraindicación para RM. Se realizó un ETT incluyendo evaluación de la estasis sanguínea y análisis de deformación longitudinal a nivel apical del VI mediante *speckle-tracking* en el momento de la inclusión, así como RMC y RM cerebral a la semana y a los 6 meses del IAMCEST. El objetivo primario

combinado se basó en la incidencia de trombosis intraventricular, accidente isquémico transitorio (AIT) o ictus isquémico, infarto cerebral silente agudo/subagudo, y/o embolia sistémica periférica entre la inclusión y la visita a los 6 meses. De los 92 pacientes inicialmente incluidos, en 75 se realizó RMC a la semana. Tras excluir pérdidas en el seguimiento o muerte por otras causas, un total de 66 pacientes se incluyó en el análisis final, de los cuales, un 78% fueron varones, con una mediana de edad de 58 años, una localización del IM predominantemente anterior (89%), y una mediana de FEVI por ETT del 41%. De estos 66 pacientes, un 25% (n=17) presentó al menos uno de los eventos incluidos en el objetivo primario. Si bien esta incidencia es relativamente alta en comparación con otras cohortes(4), fue en su mayoría debida a la presencia de trombosis intraventricular (n=13), con sólo 5 casos de infarto cerebral silente, 3 de ictus o AIT, y ningún caso reportado de embolia sistémica a otros niveles. Desde el punto de vista cronológico, todos los eventos salvo 1 infarto cerebral silente fueron detectados en los estudios de RMC y RM cerebral a los 7 días del IAMCEST, lo cual es concordante con la literatura(1). Al comparar por grupos, si bien no hubo diferencias en las características clínicas ni analíticas basales, los pacientes que experimentaron el objetivo primario se caracterizaron por presentar infartos de localización anterior en todos los casos, con una mediana de FEVI significativamente más baja; peor deformación longitudinal a nivel apical, y tiempos de residencia (indicador de estasis ventricular) más prolongados en el ETT inicial. En un análisis de regresión multivariable, que incluyó tanto a la FEVI, como al tiempo de residencia y al *strain* apical, sólo los dos últimos parámetros se asociaron significativamente con el evento primario. Asimismo, de forma individual, ambos parámetros presentaron mejoría del estadístico C, con respecto al de la FEVI, tanto por ecocardiografía como por RMC, lo que se traduce en

una mejoría de la capacidad discriminativa a la hora de predecir el desarrollo de trombosis intraventricular y eventos cardioembólicos, y que se incrementa al emplear ambos parámetros en combinación.

El primer punto a poner en valor es el objetivo relevante y pertinente del estudio, el cual, atendiendo a necesidades clínicas no resueltas, evalúa una herramienta que puede facilitar la toma de decisiones clínicas complejas, como lo es la profilaxis anticoagulante tras el IM, escenario en el que el balance riesgo-beneficio conlleva considerar el riesgo hemorrágico asociado a la triple terapia. En este contexto, las Guías Europeas de 2023 no incluyen recomendaciones preventivas específicas, pero hacen énfasis en la importancia de la monitorización individualizada por imagen, así como en la necesidad de más ensayos clínicos aleatorizados en un escenario con diversas lagunas en la evidencia(7). Debemos tener presentes algunas limitaciones metodológicas del presente trabajo incluyendo el reducido tamaño muestral, una tasa considerable de pérdidas, la comparación con parámetros funcionales convencionales (FEVI) que tienen un valor limitado para el estudio de fuente embólica, o el uso de un objetivo primario basado en una combinación de eventos cardioembólicos clínicos y subclínicos, así como en la propia detección de trombosis intraventricular. Los autores hacen una interpretación ajustada de sus resultados considerando su trabajo como una prueba de concepto que necesita validación futura.

Desde el punto de vista técnico, la estasis sanguínea se evaluó mediante el *tiempo de residencia* de una partícula en la cavidad miocárdica utilizando las medidas de velocidad adquiridas dentro de la cavidad segmentada del VI\_con

estudios Doppler por ETT (bidimensionales). Para estimar el tiempo de residencia los autores utilizaron una aproximación Lagrangiana donde se asume una difusividad de la sangre nula con respecto al movimiento de la sangre resultante del latido cardiaco. En un estudio preclínico previo de este mismo grupo, el tiempo de residencia mejoró la capacidad predictiva de presentar microembolias cerebrales post-IM, motivando el desarrollo del presente trabajo(8). Un punto adicional a considerar es que, tratándose de un estudio longitudinal, habría sido relevante conocer la dinámica de los patrones de estasis en el seguimiento y, eventualmente, su potencial utilidad a la hora de personalizar la duración óptima del tratamiento anticoagulante, dada la limitada evidencia clínica disponible. Por otra parte, queda por estudiar comparativamente la capacidad predictiva del tiempo de residencia con respecto a otros parámetros validados para cuantificación de flujo intracardiaco, como el flujo 4D por RMC, que sí emplea información tridimensional(9).

Como estrategia global para mejorar la predicción de eventos cardioembólicos post-IM, una alternativa a la evaluación temprana de la dinámica de flujo que proponen los autores de este artículo, es la detección precoz de trombosis intraventricular mediante la generalización del uso de RMC en el periodo post-IM precoz (*Figura*). En este sentido, el uso de secuencias ultrarrápidas, como ESSOS (*Enhanced SENSE by Static Outer Volume Subtraction*), que permite adquirir una RMC completa (función biventricular y realce tardío isotrópico ultrarrápido) en sólo 2 apneas (40 segundos), consigue superar la mayor parte de los inconvenientes ya comentados de la RMC convencional. Aunque esta secuencia ha sido validada clínicamente en una variedad de escenarios clínicos cardiovasculares (10), su

potencial para modificar la estrategia terapéutica y eventualmente, el pronóstico en pacientes post-IM no ha sido demostrado todavía.

En conclusión, el presente trabajo apoya el valor de una combinación de parámetros (deformación miocárdica y estasis intraventricular por ETT) para mejorar la predicción de complicaciones cardioembólicas tras un IM. La aplicabilidad del cálculo de la estasis sanguínea a otros escenarios clínicos diferentes (por ejemplo, la estasis ventricular en la miocardiopatía dilatada no isquémica con FEVI deprimida sin otra indicación de anticoagulación o la estasis auricular izquierda) supone uno de los aspectos más interesantes del estudio y una puerta abierta a nuevas líneas de investigación. Asimismo, los autores dejan la posibilidad abierta a futuros ensayos clínicos que evalúen la eficacia de la anticoagulación oral profiláctica en pacientes seleccionados en base a las técnicas propuestas, lo cual, sin lugar a duda, son buenas noticias en un ámbito en el que se requiere evidencia contemporánea más sólida.

## **Referencias**

1. 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. *J Am Coll Cardiol.* 2022;79(10):1010-22.
2. Weinsaft JW, Kim J, Medicherla CB, Ma CL, Codella NC, Kukar N, et al. Echocardiographic Algorithm for Post-Myocardial Infarction LV Thrombus: A Gatekeeper for Thrombus Evaluation by Delayed Enhancement CMR. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2016;9(5):505-15.
3. Bulluck H, Chan MHH, Paradies V, Yellon RL, Ho HH, Chan MY, et al. Incidence and predictors of left ventricular thrombus by cardiovascular magnetic resonance in acute ST-

segment elevation myocardial infarction treated by primary percutaneous coronary intervention: a meta-analysis. *J Cardiovasc Magn Reson*. 2018;20(1):72.

4. Ferreira JP, Girerd N, Gregson J, Latar I, Sharma A, Pfeffer MA, et al. Stroke Risk in Patients With Reduced Ejection Fraction After Myocardial Infarction Without Atrial Fibrillation. *J Am Coll Cardiol*. 2018;71(7):727-35.

5. Levine GN, McEvoy JW, Fang JC, Ibeh C, McCarthy CP, Misra A, et al. Management of Patients at Risk for and With Left Ventricular Thrombus: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation*. 2022;146(15):e205-e23.

6. Srichai MB, Junor C, Rodriguez LL, Stillman AE, Grimm RA, Lieber ML, et al. Clinical, imaging, and pathological characteristics of left ventricular thrombus: a comparison of contrast-enhanced magnetic resonance imaging, transthoracic echocardiography, and transesophageal echocardiography with surgical or pathological validation. *Am Heart J*. 2006;152(1):75-84.

7. Byrne RA, Rossello X, Coughlan JJ, Barbato E, Berry C, Chieffo A, et al. 2023 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes. *Eur Heart J*. 2023;44(38):3720-826.

8. Delgado-Montero A, Martinez-Legazpi P, Desco MM, Rodriguez-Perez D, Diaz-Otero F, Rossini L, et al. Blood Stasis Imaging Predicts Cerebral Microembolism during Acute Myocardial Infarction. *J Am Soc Echocardiogr*. 2020;33(3):389-98.

9. Garg P, van der Geest RJ, Swoboda PP, Crandon S, Fent GJ, Foley JRJ, et al. Left ventricular thrombus formation in myocardial infarction is associated with altered left ventricular blood flow energetics. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2019;20(1):108-17.

10. Gomez-Talavera S, Fernandez-Jimenez R, Fuster V, Nothnagel ND, Kouwenhoven M, Clemence M, et al. Clinical Validation of a 3-Dimensional Ultrafast Cardiac Magnetic Resonance Protocol Including Single Breath-Hold 3-Dimensional Sequences. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2021;14(9):1742-54.

**Figura:** Estrategias emergentes para la evaluación no invasiva del riesgo cardioembólico postinfarto. FEVI: Fracción de eyección del ventrículo izquierdo; IM: infarto de miocardio; RMC: Resonancia magnética cardíaca. Imágenes de flujo 4D por RMC cortesía de la Dra. Ana Álvarez-Vázquez, Hospital Universitario Quironsalud Madrid. Figura creada con el apoyo de *BioRender* (<https://biorender.com/>).

