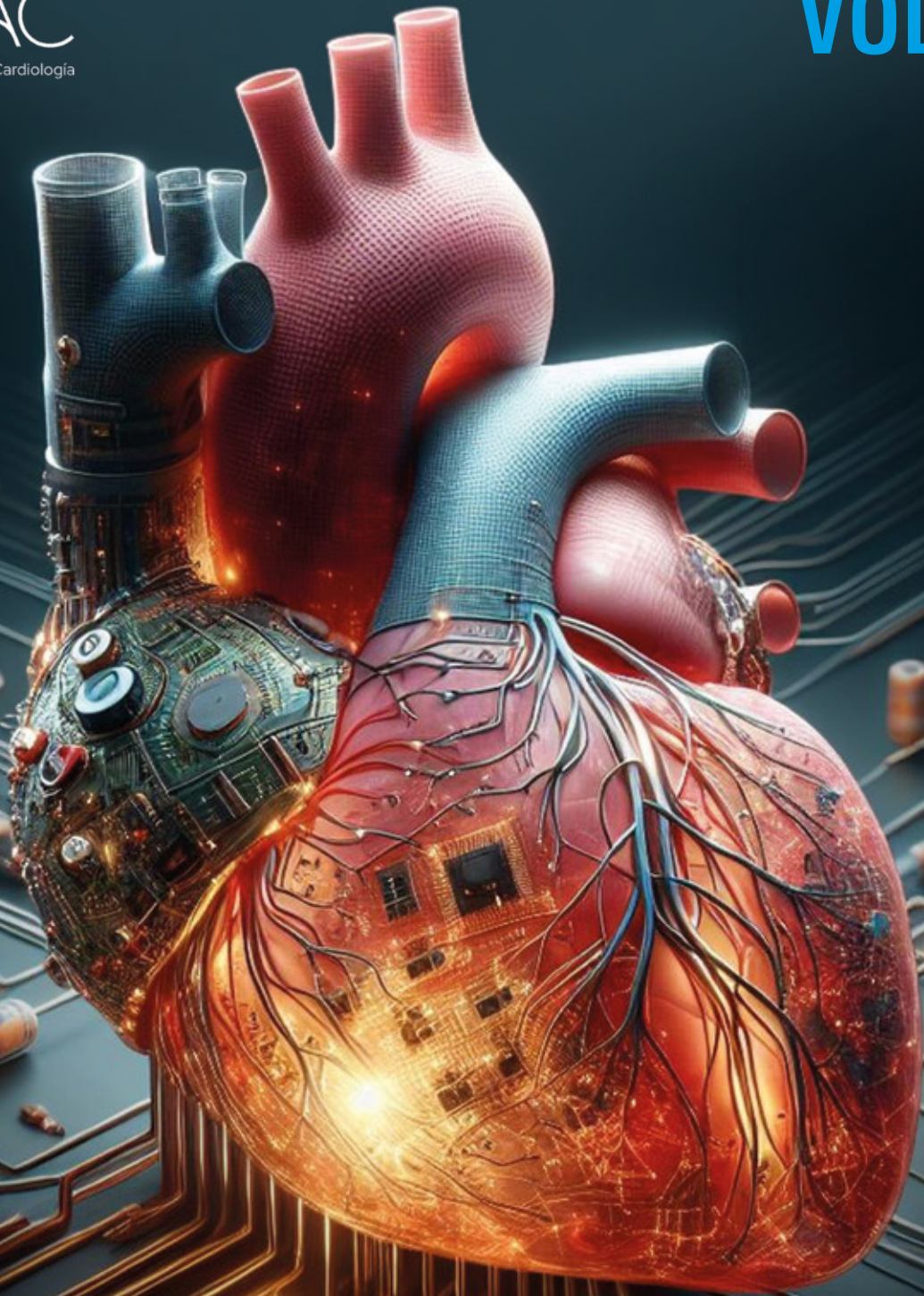


ECOSAC

 SAC
Sociedad Argentina de Cardiología

VOL 41



 SAC
ECODOPPLER

Edición 2024

PREFACIO

El campo de la imagen cardiovascular está en constante evolución, los avances significativos en la multimodalidad nos ayudan a enfrentar las diferentes patologías. La inteligencia artificial, ha llegado para quedarse, es una aliada que mejora nuestra capacidad diagnóstica para el seguimiento de los pacientes.

Los invitamos un año más a sumergirse en el conocimiento actualizado de la multimagen.

AGRADECIMIENTOS

A todos los autores, colaboradores y editores. A la Sociedad Argentina de Cardiología y al Consejo de Ecocardiografía Dr. Oscar Orias por permitir el continuo crecimiento del conocimiento. A Tecnoimagen que año a año permite que este material llegue al alcance de todos.

Comité Editorial Revista ECOSAC edición 2024

Dra. Marcela Altamirano
Dr. Sergio Veloso
Dr. Matías Paniagua
Dra. Sandra Díaz
Dra. Julia Graiño
Dra. Andrea Alvarenga
Dra. Vanesa Oliveri
Dra. Eugenia Delle Donne
Dr. Martín Ruano

Autoridades del Consejo de Ecocardiografía Doppler y Vascular Dr. Oscar Orias

Directora: Dra. María Celeste Carrero ^{MTSAC}

Secretaría Científica: Dra. Gisela Streitenberger ^{MTSAC}

Secretario Técnico: Dr. Eduardo Fillipini ^{MTSAC}

Vocales: Dra. Graciela Reyes Dra. Cecilia Soledad Mitrione Dra. Marcela Beatriz Altamirano Dra. Marina Baglioni Dr. Martín Fernández Dr. Gabriel Scattini Dr. Jorge Ferreyra Romea Dr. Felipe Olivieri Dr. Michael Salamé

Grupo Vascular: Dra. Liza Wenzel Dra. Karen Cuello Dra. Pamela Bobadilla Jacob Dr. Sebastián S. Benitez Dr. José Maximiliano Villagra Dra. Julia Graiño

Consejo Asesor: Dr. Patricio Glenney ^{MTSAC} Dra. Mariana Corneli ^{MTSAC} Dr. Federico Cintora ^{MTSAC} Dr. Iván Constantin ^{MTSAC} Dr. Ariel Karim Saad ^{MTSAC}

Autoridades del Consejo de Cardiología nuclear Dr. Oscar Orias

Directora: Dra. Magalí Gobbo ^{MTSAC}

Secretaría Científica: Dra. Fernanda Merani ^{MTSAC}

Secretaría Técnica: Dra. Rosa Barcellos Montañez

Vocales: Dr. Miguel Guzzo Dr. Edgardo Omar Mastrovito Dra. Andrea Astesiano Dra. Nadia Pabstleben Dra. Natalia Aramayo Dr. Fernando Daniel Dettori Dr. Julio Napoli Dr. Luis Eduardo Quintana Dr. Cristian Jonathan Colaiacovo Dr. Juan Pablo Bonifacio

Consejo Asesor: Dra. Neiva Rosane Maciel ^{MTSAC} Dr. Roberto Nicolás ^{MTSAC} Dr. Ricardo José Geronazzo ^{MTSAC} Dra. Silvia Noemí Caramés ^{MTSAC}

Colaboradores 2024: Dra. Laura Brodsky Dr. Jorge Casuscelli Dra. María Victoria Carvelli Dra. Giuliana Rocella

Dra. Laura Calderón Dra. María Beatriz Sola y Paz Garcilaso De La Vega Dr. Matías Martínez Dra. Mariela Reisvig Dra. María Julieta Vera Janavel

Autoridades del Consejo de Tomografía y Resonancia magnética

Director: Dr. Santiago Luis Del Castillo ^{MTSAC}

Secretario Científico: Dr. Guillermo Jaimovich ^{MTSAC}

Secretaría Técnica: Dra. María de la Paz Ricipito

Vocales: Dr. Luis Facundo Veron Dr. Diego M. Lowenstein Haber ^{MTSAC} Dr. Ezequiel Espinosa Dra. María Celeste Carrero ^{MTSAC} Dra. Rocio Blanco Dr. Federico Landeta ^{MTSAC} Dr. Lucas San Miguel ^{MTSAC} Dr. Sebastián Tonso Dra. María Jorgelina Medus

Consejo Asesor: Dr. Diego Pérez De Arenaza ^{MTSAC} Dr. Miguel Antonio Cerda ^{MTSAC} Dr. Esteban Ludueña Clos ^{MTSAC} Dr. Luciano De Stefano ^{MTSAC} Dra. Macarena Cynthia de Zan ^{MTSAC}

INDICE

PATOLOGÍA DE LA AORTA

1. Utilidad y valoración de la aorta mediante ecocardiografía. ¿Qué nos dejó el Matear?	4
2. Medición en la dilatación aórtica ¿Cuándo solicitar una tomografía cardíaca?	7
3. Resonancia magnética cardíaca en la patología aórtica ¿Algo más que la valoración anatomofuncional?	10
4. Valor agregado del PET con 18 ^F -FDG en la evaluación de la Aorta. ¿Un nuevo marcador?"	13

MIOCARDIOPATIAS ISQUÉMICAS — COMPLICACIONES DEL INFARTO

5. Complicaciones mecánicas del infarto.	16
6. Rol de la TC en las complicaciones mecánicas del infarto.	19
7. Utilidad de la RMC en las complicaciones del infarto.	22
8. Valoración del remodelado cardíaco post IAM.	25

ISQUEMIA CON ENFERMEDAD CORONARIA NO OBSTRUCTIVA (INOCA): CONCEPTO Y EVALUACIÓN

9. Valoración ecocardiográfica avanzada en INOCA.	28
10. Escenarios más frecuentes de INOCA mediante RMC.	32
11. Nuevos aportes de Medicina Nuclear en INOCA.	35

VALVULOPATIAS DERECHAS

12. Cuantificación de valvulopatías derechas mediante ecocardiografía.	38
13. Cuantificación de valvulopatías derechas mediante RMC.	44
14. Utilidad de la TC previo al implante percutáneo de Válvula Tricúspide y de Triclip.	48
15. Amiloidosis cardíaca mas allá del ventrículo izquierdo. Utilidad del estudio con bifosfonatos.	50

ENFERMEDAD TROMBOEMBÓLICA

16. Valoración Ecocardiográfica de la Patología pulmonar Tromboembólica.	52
17. TC en la Enfermedad tromboembólica pulmonar. Una mirada más allá del trombo.	55
18. Indagando la perfusión pulmonar mediante spect y estudios de perfusión.	58

CARDIOPATÍAS CONGÉNITAS

19. Ecocardiografía en las cardiopatías congénitas más frecuentes del adulto.	62
20. Descifrando el laberinto de las cardiopatías congénitas del adulto mediante T.C. y R.M.C.	64

MISCELANEAS

21. Valoración de la función diastólica en situaciones especiales.	66
22. Miocardiopatía Cirrótica - Nuevos criterios ecocardiográficos.	71
23. Rol de la TC en la valoración de la placa vulnerable.	74
24. Miocardiopatía Hipertrófica: lo que no debe faltar en el informe de la RMC.	76
25. Resonancia cardíaca y dispositivos cardíacos.	79

NOVEDADES!!

26. Ecocardiografía e inteligencia artificial (IA).	82
27. Inteligencia Artificial en RMC: ¿Qué futuro nos espera?	83
28. Ecocardiografía 3D - transparencia tisular utilidad en la práctica clínica.	85
29. La Inteligencia Artificial revolucionando la Cardiología Nuclear: Un viaje desde sus inicios hasta la vanguardia.	87

1. UTILIDAD Y VALORACIÓN DE LA AORTA MEDIANTE ECOCARDIOGRAFÍA. ¿QUÉ NOS DEJO EL MATEAR?

Dr. Iván Constantín.

Definir normalidad impresiona a priori algo sencillo, sin embargo, puede ser mucho más difícil de lo que aparenta. Tal es el caso de interpretar cuando los diámetros aórticos son normales. El ecocardiograma transtorácico (ETT) es el principal método para la evaluación inicial de la aorta torácica y en la mayoría de los pacientes permite realizar mediciones de todos sus segmentos (Figura 1). Varios estudios evaluaron los valores normales de la raíz aórtica con ETT, que sirvieron para la publicación de nomogramas. Sin embargo, existe discordancia en la metodología utilizada para la medición de la aorta, ya que muchos de los datos que se toman como límites de normalidad se han obtenido con técnicas en desuso, en escasa cantidad de pacientes y con poca representación de adolescentes y adultos mayores. Adicionalmente, casi no existen datos acerca de los diámetros normales del cayado aórtico y la aorta descendente proximal por ecocardiografía.

Si bien tradicionalmente se utilizaron puntos de corte absolutos para determinar cuando la aorta se encuentra dilatada (ej. >4 cm) existen muchas variables que pueden influir en el tamaño aórtico y deberían tenerse en cuenta como la edad, género, superficie corporal, etc.

La técnica de medición es muy importante para homogeneizar las dimensiones en cada modalidad de imagen. La aorta torácica varía de tamaño a lo largo del ciclo cardíaco por lo que se debe medir en fin de diástole que es el momento en el que presenta mayor estabilidad y definición de sus bordes. Dado que la ecocardiografía tiende a subestimar los diámetros en relación con otras técnicas como la angiotomografía, la inclusión de uno de los bordes (borde superior a borde superior) en la medición mejora su correlación con otros métodos. A diferencia del resto de las porciones de la aorta, el anillo se mide de borde interno a borde interno en meso-sístole (Figura 2).

Es por estas cuestiones que en 2016 desde el Consejo de Eco-Doppler Cardíaco y Vascular de la Sociedad Argentina de Cardiología se impulsó el Registro MATEAR (Medición de Aorta Torácica por Ecocardiografía en Argentina) que fue un registro prospectivo, observacional, multicéntrico, en el que participaron 45 centros de 16 provincias de la República Argentina. Se incluyeron pacientes consecutivos sanos ≥ 18 años que concurrieron a realizarse un ecocardiograma por indicación médica. Se excluyeron pacientes con patologías que pudieran afectar los diámetros aórticos o dificulten su correcta medición. Se realizaron mediciones de los diámetros aórticos con ecocardiografía transtorácica en 6 niveles distintos: anillo, sinusal, unión sinotubular, ascendente proximal, cayado y descendente proximal. Se recabaron variables demográficas y antropométricas, la presión arterial, los antecedentes

cardiovasculares propios y de familiares de primer grado y las variables clínicas de relevancia.

Se incluyeron 1000 pacientes en los que se pudieron obtener diámetros absolutos aórticos para nuestra población (Figura 3 A). Adicionalmente se pudo corroborar que los diámetros aórticos están relacionados de forma independiente con la edad, variables antropométricas (peso, altura y superficie corporal), género y ascendencia.

Al igual que otras variables ecocardiográficas existen diferencias en los diámetros aórticos de acuerdo al género. Las mujeres presentan diámetros aórticos absolutos e indexados por altura menor en comparación a los hombres.

Actualmente la indexación por superficie corporal se ha vuelto práctica habitual para múltiples parámetros ecocardiográficos, sin embargo, el registro MATEAR puso en evidencia que la correlación entre los diámetros aórticos y la superficie corporal pierde poder en pacientes con índice de masa corporal elevado (>30) en los que el aumento de la superficie corporal se da a expensas del aumento del tejido adiposo, llevando a subdiagnóstico (Figura 4). Es por esto que, en pacientes con índice de masa corporal elevado, la indexación por altura tendría mayor precisión (Figura 3 B).

Mensajes finales:

- Podemos evaluar buena parte de la aorta torácica por ecocardiografía si la ventana acústica es adecuada. Debemos estar entrenados en obtener imágenes desde todas las vistas.
- La técnica de medición debe ser adecuada y homogénea para poder realizar comparaciones en el seguimiento y con otras técnicas.
- Los diámetros aórticos absolutos aislados son insuficientes para definir dilatación. Se debe tener en cuenta la edad, el género y variables antropométricas.
- En pacientes con IMC >30 indexar los diámetros aórticos por altura es más sensible para definir dilatación.

Figura 1

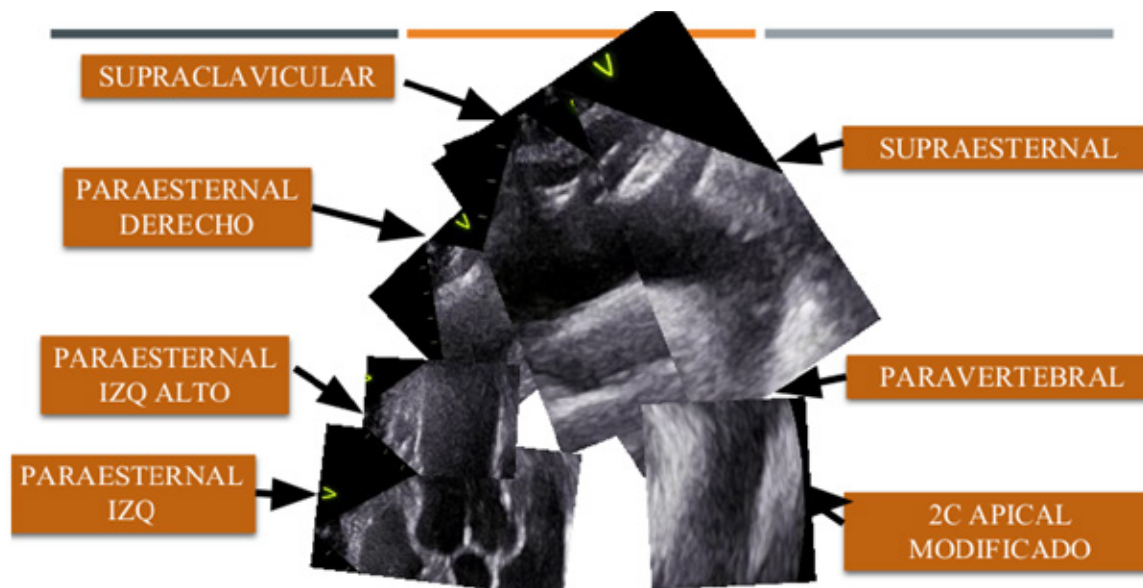


Figura 2

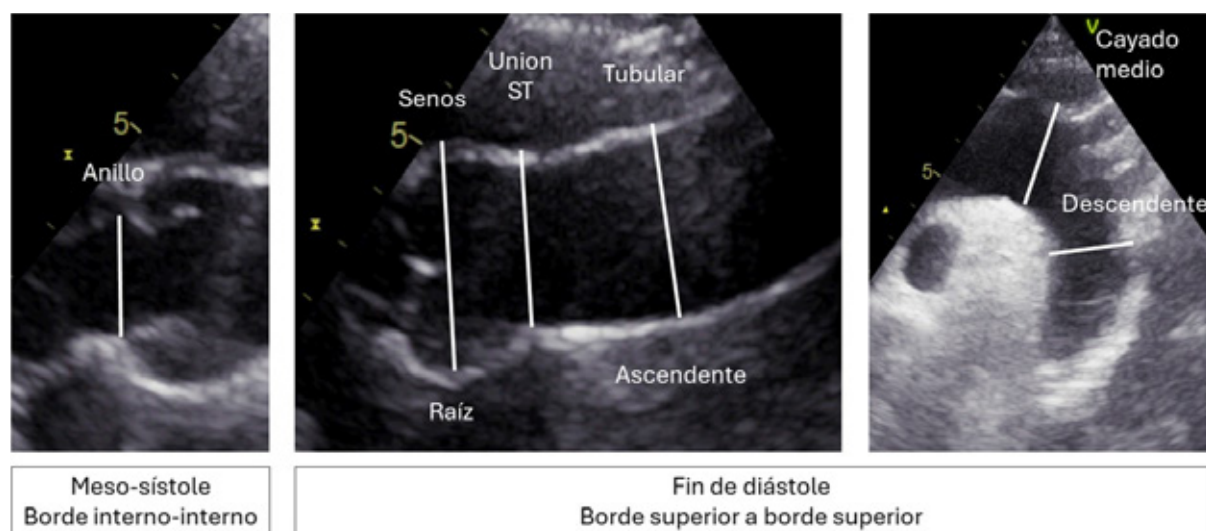
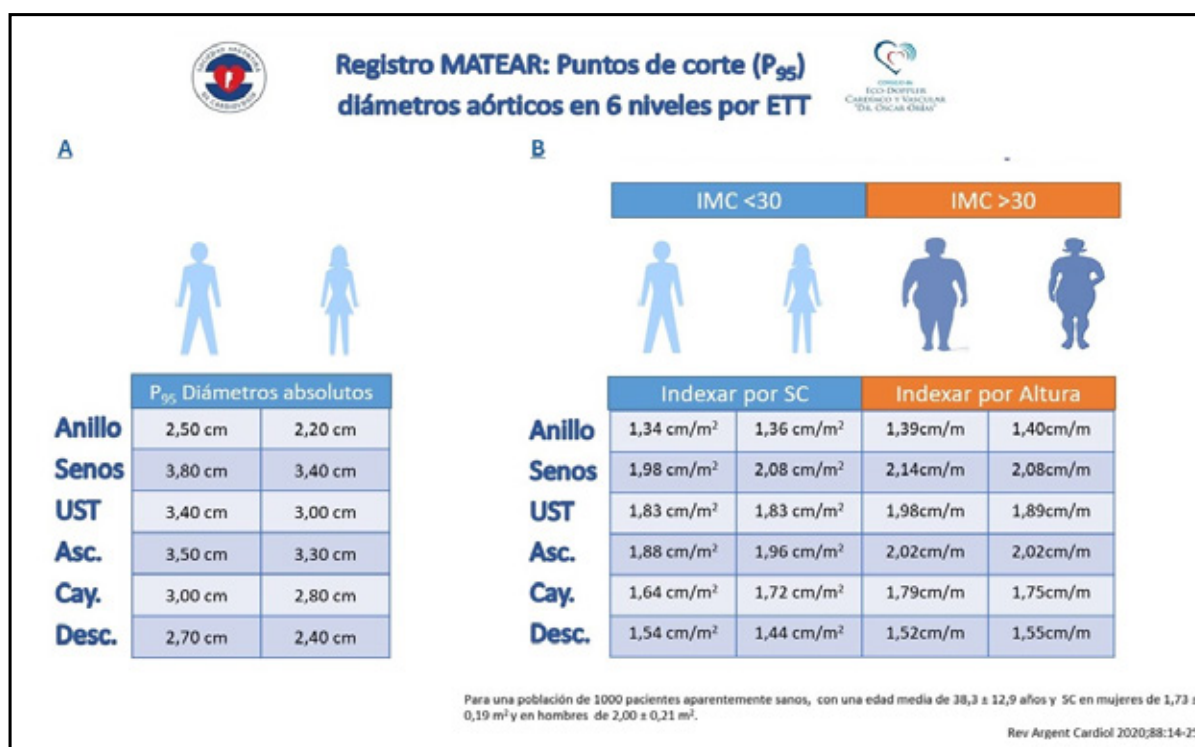


Figura 3



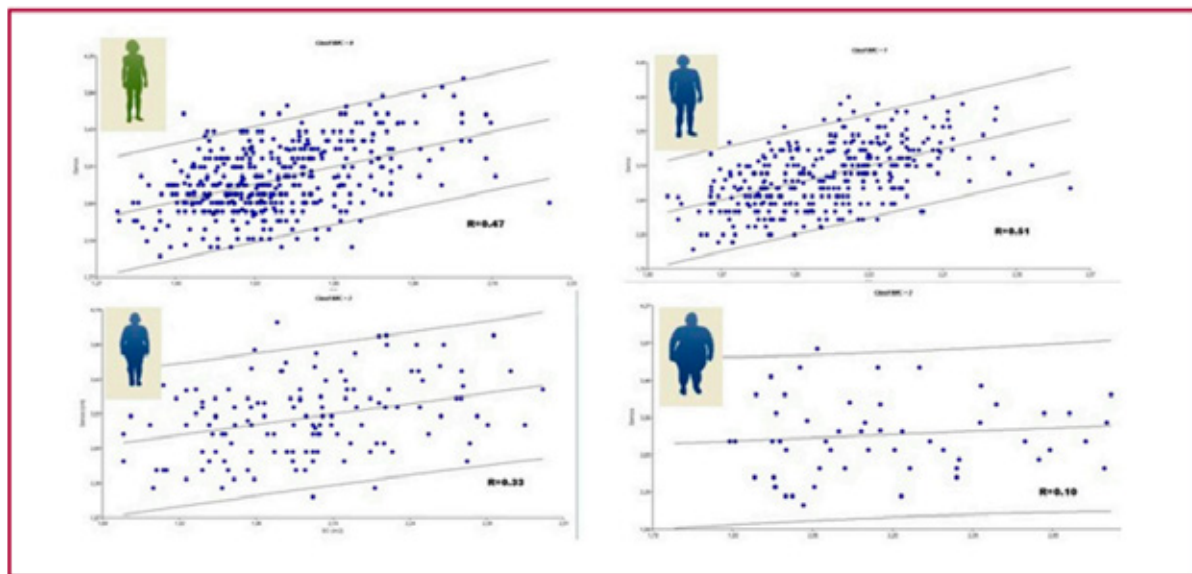


Figura 4

BIBLIOGRAFÍA

1. María C. Carrero, Iván Constantin, Juan Benger, Federico M. Asch, Federico Cintora, Silvia Makhoul, Sergio Baratta, Rodrigo Bagnati. En Representación Del Grupo De Estudio Del Registro MATEAR. Valores Normales De Aorta Torácica Por Ecocardiografía. Registro Matear (Medición de Aorta Torácica por Ecocardiografía en Argentina). Rev Argent Cardiol 2020; 88:14-25.
2. Celeste-Carrero M, Constantin I, Masson G, Benger J, Cintora F, Makhoul S, Baratta S, Bagnati R, Asch FM. Looking for a definition of aortic dilatation in overweight and obese individuals: body surface area-indexed values versus height-indexed diameters. Arch Cardiol Mex. 2023;93(2):139-148.
3. M C Carrero, M G Matta, G G Masson, I Constantin, J Benger, S S Makhoul, F Cintora, R Bagnati, S J Baratta, C M Toldo, L Schiavone, M Ayon, F Ventrici, C F Manganiello, F M Asch, Gender-related differences in aortic diameters: why do we use the same cutoff?, European Heart Journal - Cardiovascular Imaging, Volume 24, Issue Supplement_1, June 2023, jead119.176,

Cicloergómetros funcionales de alta calidad



ERG 911 LS

- ❖ Posicionamiento de 0 a 45° ajustable
- ❖ Apta para pacientes de más de 160kg
- ❖ Superficie de apoyo y reposa cabezas regulables
- ❖ Control a distancia mediante programa de ergometría



ERG 911 PLUS EASY/SMART

- ❖ Accionamiento a distancia (tipo «Easy») y autónomo (tipo «Smart»)
- ❖ Ajuste eléctrico de la altura del sillín
- ❖ Medición de presión arterial mediante activador QRS



2. MEDICIÓN EN LA DILATACIÓN AÓRTICA ¿CUÁNDO SOLICITAR UNA TOMOGRAFÍA CARDÍACA?

Dra. Celeste Carrero.

En nuestra práctica clínica a menudo nos ocurre que recibimos pacientes que presentan dilatación aórtica y presentan mediciones discordantes, ya sea entre la misma técnica de diagnóstico por imágenes, o entre distintas técnicas. Y ante este problema, deberíamos plantearnos si dichas discordancias se deben a diferencias reales (crecimiento de la aorta, mayor precisión con una u otra técnica) o a variaciones esperables entre la misma técnica de diagnóstico por imágenes o entre distintas técnicas. Por otra parte, también es frecuente el sub-diagnóstico de la patología aórtica, que puede provocar un aumento de la morbi-mortalidad. Aunque también debemos evitar el sobre-diagnóstico y la exposición innecesaria de un paciente a irradiaciones sucesivas. La monitorización seriada de pacientes con dilatación de aorta es crítica para la detección del momento más oportuno para la intervención. Por lo tanto, en la búsqueda del equilibrio debemos orientar nuestros esfuerzos a realizar un diagnóstico preciso de la dilatación aórtica y recurrir a la tomografía computada en los casos necesarios. La disponibilidad de recomendaciones para la medición aórtica y la utilización de un criterio uniforme son útiles para evitar interpretaciones erróneas. La variabilidad se relaciona inversamente con la estandarización de las técnicas de adquisición y medición. En la Figura 1 se resumen las ventajas y desventajas de las distintas modalidades diagnósticas para medición de aorta. El método de elección para evaluar la patología aórtica dependerá de las características del caso, la disponibilidad, la información necesaria y las comorbilidades del paciente.

Habitualmente se postula que el ecocardiograma es operador dependiente y que la tomografía y resonancia son menos dependientes del operador y que sus valores son más precisos. Sin embargo, para que así sea, se deben seguir protocolos uniformes de medición con criterios establecidos.

Lo primero a recordar es que la aorta es una arteria dinámica, que recibe la sangre expulsada del ventrículo izquierdo y presenta expansión en cada latido cardíaco. A fin de evitar discrepancias y tener la mayor precisión posible en la medición de la aorta, se recomienda seguir las siguientes recomendaciones, que dividiremos en 3 grandes grupos:

- 1) Tener en cuenta aspectos técnicos de adquisición y limitaciones del método.
- 2) Lograr una medición precisa (independientemente de la técnica de imágenes utilizada).
- 3) Considerar al paciente a la hora de informar.

1) Aspectos técnicos a tener en cuenta en la adquisición del estudio por imágenes:

Independientemente de la técnica de imágenes utilizada (ecocardiografía, tomografía o resonancia) resulta relevante tener en cuenta criterios que disminuyen la variabilidad inter e intra-observador en las mediciones y que facilitan la comparación entre estudios sucesivos.

- **Utilización de gatillado con electrocardiograma:** El gatillado con electrocardiograma mejora la resolución temporal y minimiza los artefactos de imagen causados por el movimiento cardíaco y aórtico, sobre todo a nivel de la raíz aórtica. La medición sobre tomografías no gatilladas lleva a sobre-estimación de los diámetros reales.

- **Limitaciones del método:** Si bien el ecocardiograma es una herramienta útil de screening para medir la raíz aórtica, su sensibilidad para detectar dilatación aórtica más allá de la unión sinotubular disminuye. Resulta recomendable utilizar las vistas: paraesternal izquierda modificada (q espacio intercostal por arriba) para evaluar la aorta tubular proximal, la vista paraesternal derecha para evaluar la porción tubular distal y la vista supraesternal para evaluar el cayado aórtico y la aorta descendente. Sin embargo, dichos segmentos no pueden visualizarse en todos los pacientes y a menudo es necesario recurrir a otra técnica para profundizar el estudio de la aorta en su totalidad.

- **Ventajas del método diagnóstico:** Si bien la ecocardiografía permite visualizar la pared aórtica y el flujo aórtico, la tomografía con contraste es el método más preciso para realizar mediciones y una exploración completa, rápida y reproducible.

2) Lograr una medición precisa:

- **Medición en telediástole:** la aorta cambia de tamaño durante el ciclo cardíaco, por eso es importante medirla en el mismo momento para que los resultados sean reproducibles. Se ha convenido que la telediástole es el momento del ciclo con mayor estabilidad y que otorga mayor precisión. A excepción del anillo aórtico que se mide en meso-sístole, el resto de los segmentos deberían ser medidos en telediástole. De este modo, se evitan los 2-3 mm que puede haber de diferencia solo por medir en distintos momentos del ciclo cardíaco (ejemplo: un informe con mediciones sistólicas vs. uno con mediciones diastólicas). Esta recomendación debe seguirse también al realizar mediciones con tomografía y/o resonancia aórtica.

- **Pared aórtica:** La pared aórtica normal mide entre 2 y 3mm de espesor, por lo tanto la inclusión o exclusión de la misma es una fuente de variación considerable a la hora de realizar mediciones. Y esto aplica para cualquier modalidad de imágenes. Cuando medimos con ecocardiograma, se realiza de borde superior a borde superior (emulando al modo M) e incluyendo una sola pared aórtica. Esto resulta en la mejor correspondencia con las medidas obtenidas con angio-tomografía o resonancia (con contraste) con mediciones de borde interno a borde interno.

- **Medición perpendicular con doble oblicuidad:** los métodos tridimensionales como la tomografía o resonancia permiten trazar la perpendicularidad en 2 planos y obtener un corte axial verdadero de la aorta. De este modo se evita realizar mediciones en cortes oblicuos (como en el ecocardiograma) que podrían sobreestimar el diámetro real de la aorta. El volumen de adquisición de la tomografía permite reconstrucciones en un número ilimitado de planos en el postprocesado, lo cual es una ventaja frente a la resonancia.

- **Medición de la raíz aórtica de seno a seno:** Dado que la raíz aórtica normal tiene 3 senos de Valsalva y una forma trilobulada no es correcto informar un solo diámetro de una estructura que no es circular per se. La medición inter-seno tiene ventajas sobre la medición seno-comisuras, ya que permite una mejor correlación con mediciones ecocardiográficas y en pacientes con válvula aórtica bicúspide. Se recomienda la realización de las 3 mediciones interseno como se observa en Figuras 2 y 3. En ecocardiograma se recomienda al menos visualizar en vista de eje corto de grandes vasos y realizar mediciones que, aunque no tan precisas como con doble oblicuidad, pueden evidenciar asimetría de la raíz que de otro modo pasaría desapercibida.

- **Información en el reporte:** Resulta de buena práctica incluir en el informe de ecocardiograma, tomografía o resonancia la técnica de medición utilizada (borde superior-borde superior, borde interno-borde interno, etc), el momento del ciclo cardiaco utilizado para la medición, la inclusión o exclusión pared aórtica. Esto facilita la comparación entre distintos estudios realizados.

- **Comparación entre estudios:** En pacientes que presentes estudios previos, es importante comparar lado a lado los hallazgos a fin de diagnosticar crecimientos reales de la aorta o atribuibles a la técnica. En caso de dilataciones significativas, ante la sospecha de asimetría o frente a patologías con compromiso arterial más allá del arco aórtico, el método indicado es la tomografía computada con contraste. Si la correlación entre las mediciones tomográficas y ecográficas es buena, el seguimiento se podrá realizar con ecocardiografía, revisando la

concordancia con tomografía en forma periódica.

3) Considerar al paciente a la hora de informar las mediciones aórticas:

- **Tamaño corporal del paciente y sexo:** Dada la relación existente entre los diámetros aórticos y el tamaño corporal, se recomienda la expresión de las dimensiones indexadas por superficie corporal (SC) o por talla, en el caso de pacientes con sobrepeso u obesidad. En pacientes mujeres, en quienes la SC suele ser pequeña la utilización de diámetros absolutos para definir dilatación puede llevar a un subdiagnóstico de la misma. Por ello se recomienda la utilización del índice aórtico por altura (diámetro aórtico/talla).

- **Definición de dilatación y aneurisma:** El consenso argentino de patología aórtica recomienda utilizar el término dilatación toda vez que los diámetros de la aorta superan el percentil 95 para la población, dejando la denominación de aneurisma para dilataciones graves. En el caso de población local se recomienda los valores de referencia obtenidos del Registro MATEAR.

- **Antecedentes clínicos relevantes:** la existencia de aortopatías genéticas disminuye el umbral de corte para indicación quirúrgica y es un dato sumamente relevante a la hora de informar los hallazgos. Por otra parte, se debe mencionar la morfología valvular aórtica (bicúspide, trivalva, cuadrícúspide). Del mismo modo, el hallazgo de estigmas que sugieran una patología sindrómica (ejemplo: escoliosis y pectus excavatum en tomografía) deben ser mencionados en el reporte a fin de colaborar en el diagnóstico de aortopatías genéticas.



Herramienta

Disponibilidad, bajo costo	Precisión, no depende de ventana		Precisión	Precisión
Precisión, ventana	Semi-invasivo, disponibilidad	Invasivo, contraste, Rx	Disponibilidad, Rx, contraste	Costo, Tiempo, Disponibilidad

Figura 1: Modalidades de diagnóstico por imágenes que permiten realizar mediciones de la aorta. De izquierda a derecha: Ecocardiograma transtorácico, ecocardiograma transesofágico, aortograma, tomografía computada y resonancia magnética. Se expresan en verde las ventajas de cada método y en rojo las desventajas. Abreviaturas: Rx. Utiliza rayos X.

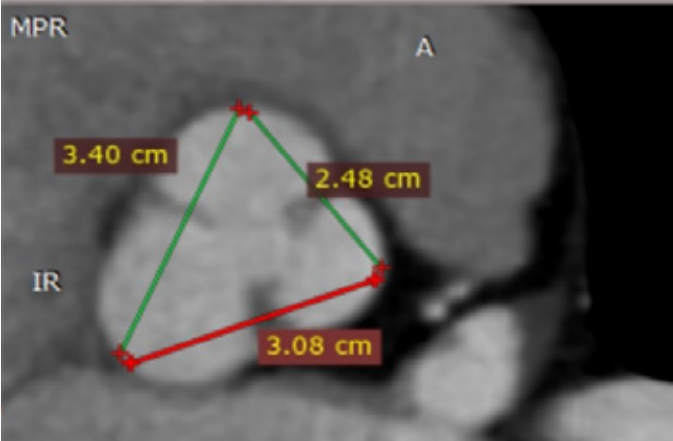


Figura 2: Corte axial de raíz aórtica en angiotomografía cardiaca obtenido con técnica de doble oblicuidad en telediástole (válvula aórtica cerrada). Se realiza las mediciones seno-seno y se observa marcada asimetría con diferencia mayor de 5mm entre una y otra medición interseno.

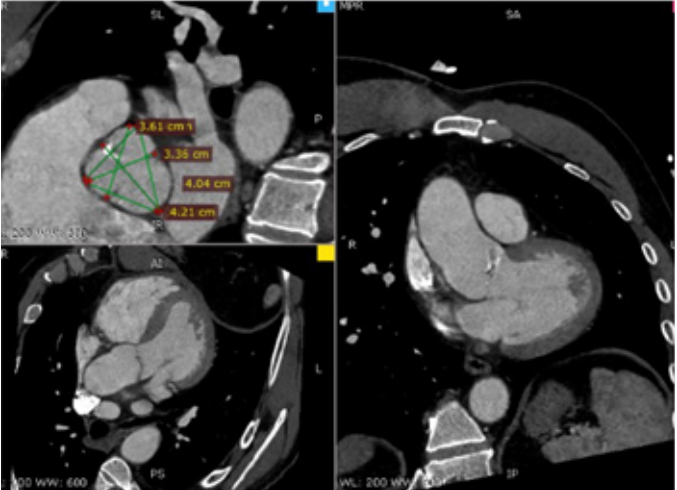


Figura 3: Medición de raíz aórtica con técnica de doble oblicuidad en tomografía computada gatillada con contraste. Se utiliza técnica de medición de borde interno a borde interno en telediástole, con mediciones seno-seno y seno-comisura.

BIBLIOGRAFÍA

1. Asch FM, Yuriditsky E, Prakash SK, Roman MJ, Weinsaft JW, Weissman G, et al. The Need for Standardized Methods for Measuring the Aorta: Multimodality Core Lab Experience From the GenTAC Registry. JACC Cardiovascular imaging [Internet]. marzo de 2016;9(3):219-26. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26897684>
2. Freeman LA, Young PM, Foley TA, Williamson EE, Bruce CJ, Greason KL. CT and MRI assessment of the aortic root and ascending aorta. AJR Am J Roentgenol. junio de 2013;200(6):W581-592.
3. Goldstein SA, EA Abbara S, et al. Multimodality imaging of diseases of the thoracic aorta in adults: from the American Society of Echocardiography and the European association of cardiovascular imaging: endorsed by the society of cardiovascular computed tomography and society for cardiovascular magnetic resonance. J Am Soc Echocardiogr 2015;28:119-82. 2015;28:119-82.
4. Eleftheriades JA, Mukherjee SK, Mojibian H. Discrepancies in Measurement of the Thoracic Aorta: JACC Review Topic of the Week. J Am Coll Cardiol. 14 de julio de 2020;76(2):201-17
5. Carrero MC, Constantin I, Bengier J, Asch FM, Cintora FM, Makhoul S, y cols. Valores normales de aorta torácica por ecocardiografía. Registro MATEAR (Medición de Aorta Torácica por Ecocardiografía en Argentina) Rev Argent Cardiol 2020;88:14-25.
6. Guevara E, Falconi M, De Stefano L, Bagnati R, Carrero M y col. Consenso de Patología de la aorta. Rev Arg de Cardiol 2023; 91 (1); 1-84.



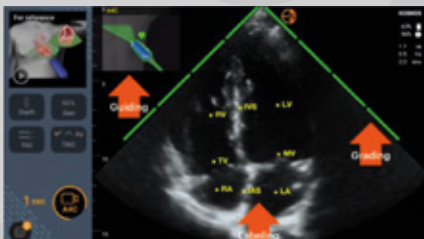
KOSMOS
by EchoNous

Sorpréndase con la Inteligencia Artificial en un dispositivo portátil

Kosmos Torso - Kosmos Torso ONE



- Fracción de eyección automática por inteligencia artificial



- Clasificación, guía y etiquetado automatizados



3. RESONANCIA MAGNÉTICA CARDÍACA EN LA PATOLOGÍA AÓRTICA ¿ALGO MÁS QUE LA VALORACIÓN ANATOMOFUNCIONAL?

Dra. Lourdes Rey Prieto.

Introducción

La resonancia magnética cardíaca (RMC) se ha establecido como una herramienta invaluable en la evaluación de la aorta, permitiendo una valoración detallada tanto de su anatomía como de su funcionalidad. Aunque el ecocardiograma transesofágico (ETE) y la tomografía computarizada (TC) son estudios de gran utilidad para la patología aórtica aguda debido a su rápida disponibilidad, la RMC es una técnica que, por su excelente resolución temporal y espacial, permite la valoración funcional sobre la función miocárdica, la función valvular y los diámetros aórticos, así como también, el estudio evolutivo de los pacientes con patología aórtica debido a la ausencia de radiaciones ionizantes (1). En esta sección, explicaremos cómo la RMC se utiliza para obtener información anatomofuncional precisa de la aorta, lo que es crucial en el diagnóstico y seguimiento de diversas patologías aórticas.

Protocolo para el estudio de la aorta

Las secuencias que deben incluirse en el protocolo se describen a continuación.

Secuencias de cine

La secuencia de precesión libre en estado estacionario (SSFP, steady-state free precession) son imágenes que proporcionan un contraste entre la sangre (brillante) y el tejido circundante, lo que permite, de este modo, valorar la presencia de engrosamiento de la pared aórtica (en casos de aterosclerosis, aortitis o hematoma), la presencia de flap de disección e incluso las turbulencias de flujo, que se visualizan como un vacío de la señal. Además, las secuencias de cine adquiridas con sincronización electrocardiográfica (ECG) permiten obtener imágenes con alta resolución temporal en múltiples fases del ciclo cardíaco, permitiendo la valoración dinámica del flujo aórtico. Sin embargo, en algunos casos de flujo turbulento se generan artefactos que impiden dicha valoración, por lo que se pueden utilizar secuencias de cine FLASH o spoiled (2).

Secuencias de eco spin en sangre negra

La adquisición de estas secuencias se realiza con sincronización ECG en apnea, con un grosor de corte entre 3 a 8 mm, y en mesodiástole, con el objetivo de optimizar la calidad de las imágenes a nivel de la aorta. Aquellas imágenes potenciadas en T1 permiten la evaluación de la presencia de ateroma, flap intimal o hematoma intramural, mientras que las potenciadas en T2 muestran un incremento de la intensidad de señal en caso de inflamación, edema o aterosclerosis, con aumento del componente fibrocelular. Por otra parte, para el diagnóstico de algunas patologías como los aneurismas micóticos o la aortitis, son de gran utilidad las secuencias de T1 postcontraste con supresión grasa. De esta manera, estas secuencias brindan información morfológica de la pared aórtica y las estructuras adyacentes (Figura 1) (1,2).

Secuencias de flujo o contraste de fase

Estas secuencias proporcionan información funcional y capacidad para la cuantificación del flujo en patologías valvulares y aórticas. La información puede ser procesada mediante imágenes de

magnitud, que ofrecen valoración anatómica, y mediante imágenes de fase, que muestran un mapa de las velocidades y direcciones de los flujos. La información cuantitativa acerca del flujo se estima multiplicando la velocidad media espacial por el área de la sección transversal del vaso. Utilizando técnicas de postprocesado, se pueden obtener curvas de flujo/tiempo y velocidad pico/tiempo, permitiendo cuantificar diferentes patologías como la enfermedad valvular o la coartación aórtica. La velocidad adquirida debe ajustarse lo mejor posible a la velocidad real del flujo, ya que velocidades de codificación muy altas se relacionan con aumento del ruido en la valoración del flujo. Esto se logra ajustando la velocidad de codificación (VENC) y comprobando que no exista aliasing de la señal (2).

Es importante destacar que en los últimos años se ha desarrollado la RMC de contraste de fase tridimensional (3D) cine con codificación de la velocidad en tres dimensiones del espacio, permitiendo estudiar los flujos con mayor detalle a nivel intravascular e intracardiaco. Otra secuencia es la RMC de flujo con cuatro dimensiones (4D), hace referencia a una secuencia de contraste de fase de codificación de flujo en tres direcciones del espacio y el tiempo a lo largo del ciclo cardíaco (3D + tiempo = 4D). La secuencia de flujo 4D presenta diversas ventajas. Utiliza el principio de conservación de masa, lo que permite estudiar la consistencia interna de datos como, por ejemplo, al estimar Qp/Qs dentro del mismo conjunto de datos y no en dos adquisiciones distintas. Además, permite la ubicación retrospectiva de los distintos planos de análisis en cualquier ubicación del volumen de adquisición, como es el caso de las cardiopatías congénitas (3,4).

Se ha publicado un documento de consenso de expertos sobre secuencias de flujo 4D, en el cual se establece que estas son útiles en la práctica clínica para el estudio de ciertas valvulopatías, cortocircuitos y flujo colateral, cardiopatías congénitas complejas y enfermedades de la aorta (Figura 2) (4,6). Las secuencias de flujo 4D favorecen el análisis de ciertas medidas convencionales como el volumen de flujo o la fracción de regurgitación, pero además evalúan parámetros más avanzados como el estrés de la pared vascular o la energía cinética turbulenta, lo que las convierte en una técnica importante, ya que estas mediciones hemodinámicas in vivo no pueden ser valoradas de forma no invasiva con ninguna otra técnica de imagen (Figura 3). Estos parámetros complejos son sumamente relevantes para incrementar el conocimiento fisiopatológico del sistema cardiovascular; sin embargo, hasta el momento, no existen estudios que demuestren la influencia de estos en la dilatación y patología aórtica (4,5,6).

Angiografía 3D sin contraste

Esta técnica resulta muy útil para la valoración de cualquier estructura vascular, evitando el uso de contraste y reduciendo el riesgo de efectos adversos, como la esclerosis sistémica nefrogénica inducida por el contraste, especialmente en pacientes con insuficiencia renal severa. Se han desarrollado mecanismos

para llevar a cabo estas secuencias con alta calidad, incluyendo imágenes sin movimiento de la aorta mediante la sincronización del ECG y la navegación respiratoria. De esta manera, se obtiene información completa de la aorta torácica en cuestión de minutos con una precisión similar a la angiografía. Sin embargo, una desventaja de esta técnica son los artefactos de flujo, causados por la alta velocidad o alteración del flujo (1,2,3).

Angiografía 3D postcontraste

Estas imágenes se obtienen mediante secuencias de eco gradiente 3D potenciadas en T1, posterior a la administración de contraste endovenoso, y mediante el efecto de acortamiento del tiempo T1 del gadolinio, ofreciendo información anatómica tanto de la aorta como de los vasos colaterales. Esta técnica permite detectar ciertas anomalías como úlceras penetrantes, aneurismas, coartaciones y disecciones. Las imágenes adquiridas deben ser reevaluadas mediante reconstrucciones multiplanares y, además, mediante la aplicación de técnicas de 3D multifásicas, se obtienen imágenes con alta resolución temporal y adecuada resolución espacial (Figura 4). La inyección de contraste endovenoso se inicia al comenzar a adquirir la imagen, utilizando el primer conjunto

de imágenes obtenidas para la sustracción posterior mediante técnicas de postproceso. Las desventajas incluyen la presencia de dispositivos metálicos como coils de embolización o stents, que limitan la calidad de la imagen debido a la susceptibilidad magnética, impidiendo una adecuada valoración de la luz del vaso (3,5).

Conclusión

La RMC se ha convertido en un pilar fundamental para el seguimiento del síndrome aórtico agudo, así como también en el control postquirúrgico de la patología de la aorta ascendente y en el diagnóstico de la coartación de la aorta. Desde secuencias de cine hasta técnicas de contraste de fase y angiografías 3D y 4D, la RMC ofrece una amplia gama de herramientas para obtener información anatomofuncional precisa, todo ello con la ventaja adicional de evitar la exposición a radiaciones ionizantes. En conjunto, estos avances en la tecnología de imagen cardiovascular contribuyen significativamente al manejo clínico de los pacientes con enfermedades aórticas, brindando una mayor comprensión de la fisiopatología y permitiendo una atención más personalizada y precisa.

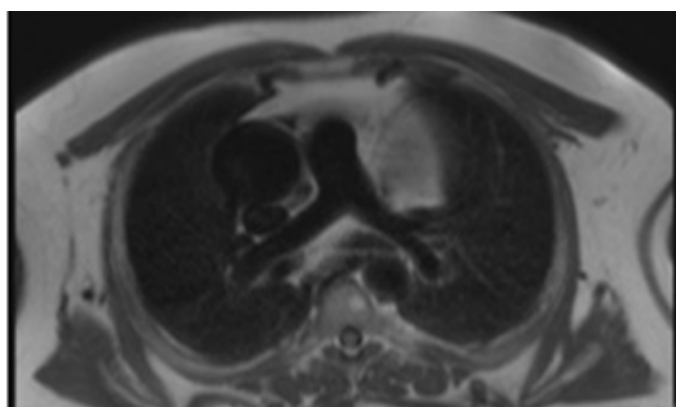


Figura 1: Secuencia en sangre negra en plano axial que muestra dilatación de aorta ascendente (flecha roja).

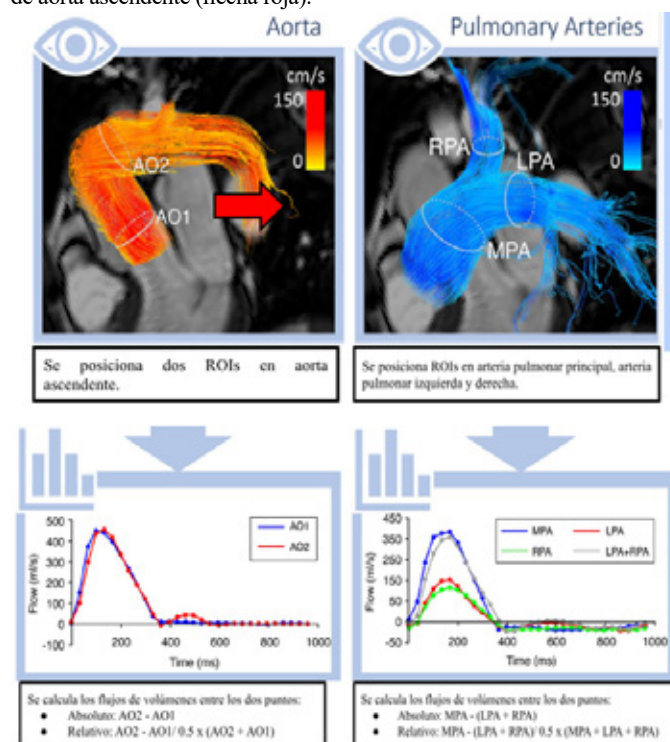


Figura 3: Comparación de mediciones de flujo en diferentes lugares del mismo vaso o comparando la suma de las ramas de los vasos con la arteria pulmonar principal (6).

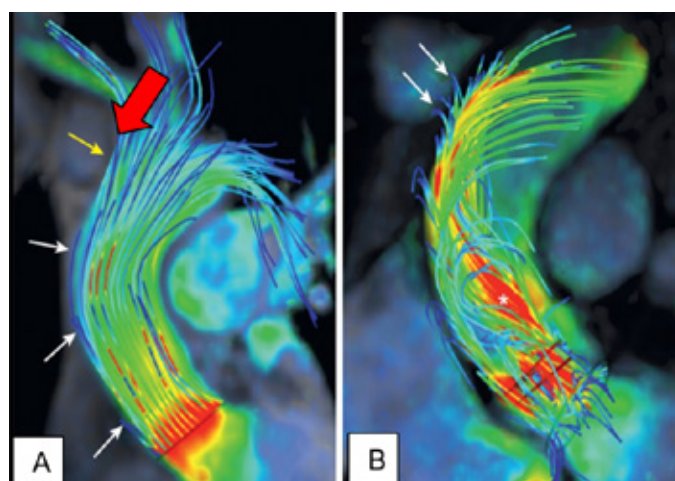


Figura 2: Flujo laminar normal en aorta ascendente (flechas blancas) y arco proximal (flecha amarilla), con una escala de colores que representa la velocidad del flujo (el azul indica velocidad baja, el rojo indica velocidad alta). B. Las líneas de corriente ilustran el flujo excéntrico y helicoidal en la aorta ascendente con (*) chorro de flujo sistólico de alta velocidad impactando la pared aórtica en la región de la curvatura mayor (flechas blancas) (4).

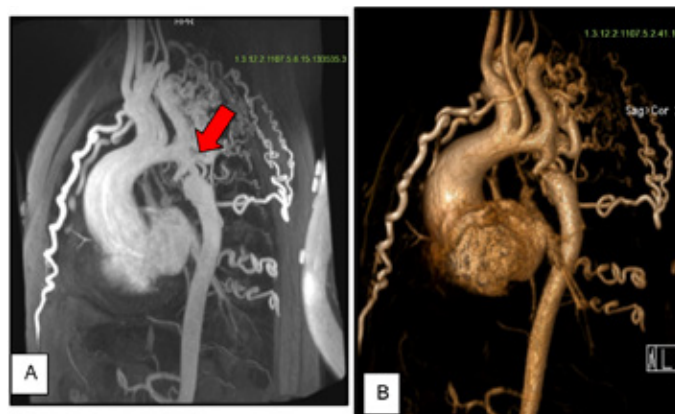


Figura 4: A. Imagen en proyección sagital de paciente que evidencia la presencia de una coartación de aorta (flecha) y de una severa dilatación de la aorta ascendente en un paciente con válvula aórtica bicúspide. B. Imagen que muestra importante circulación colateral en mismo paciente con diagnóstico de coartación aórtica severa.

BIBLIOGRAFÍA

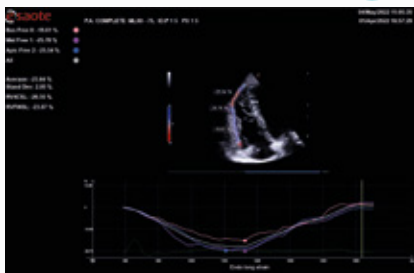
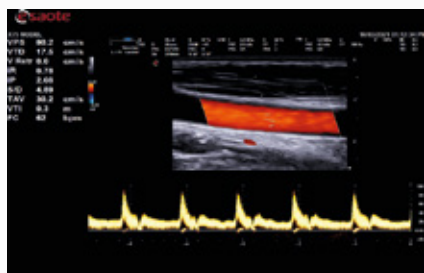
1. Arturo Evangelista, P. G. (2006). Utilidad de la resonancia magnética en el diagnóstico y seguimiento de la patología aórtica. Revista Española de Cardiología.
2. John P. Lichtenberger III, M.D. (n.d.). MR Imaging of Thoracic Aortic Disease. Top Magn Reson Imaging 2018; 27:95–102.
3. Nicole M. Bhawe, M.C. (s.f.). Multimodality Imaging of Thoracic Aortic Diseases in Adults. JACC: Cardiovascular imaging, vol. 11, N. 6, 2018.
4. Petter Dyverfeldt, M. B.-J. (Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance volume 17, Article number: 72, 2015). Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance. Obtenido de 4D flow cardiovascular magnetic resonance consensus statement.: <https://jcmr-online.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12968-015-0174-5>.
5. 2022 ACC/AHA Guideline for the Diagnosis and Management of Aortic Disease: A Report of the American Heart Association/American College of Cardiology Joint Committee on Clinical Practice Guidelines., December 13, 2022, Circulation. 2022;146: e334–e482. DOI: 10.1161/CIR.0000000000001106.
6. Malenka M. Bissell*, F. Raimondi, L. Ait Ali, B.D. Allen, A.J. col. 4D Flow cardiovascular magnetic resonance consensus statement: 2023 update. Bissell et al. Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance (2023) 25:40. <https://doi.org/10.1186/s12968-023-00942-z>

esaote

Ultrasonido más allá de los límites

MYLAB X8

MyLab X8 representa una fuente excepcional de innovación y tecnología, diseñado para aumentar la productividad de su servicio. Las posibilidades son infinitas gracias a su interfaz de usuario intuitiva y herramientas clínicas avanzadas.



TECNOIMAGEN
www.tecnoimagen.com.ar

4. VALOR AGREGADO DEL PET CON 18F-FDG EN LA EVALUACIÓN DE LA AORTA. ¿UN NUEVO MARCADOR?"

Dra Laura Calderón - Dra Magali Gobbo - Dr Roberto Nicolas Agüero.

La patología de la aorta comprende un amplio espectro de enfermedades, tales como aneurismas, síndromes aórticos agudos, afecciones ateroscleróticas e inflamatorias, enfermedades genéticas y/o anomalías congénitas.

La tomografía por emisión de positrones (PET) es un método de diagnóstico no invasivo, que aporta información sobre diferentes procesos metabólicos y/o funcionales, siendo la 18F-FDG el radiotrazador más utilizado. Sin embargo, en los últimos años han surgido nuevos radiotrazadores, con el fin de lograr identificar otras células dianas no inflamatorias.

En el siguiente artículo se abordará el valor del PET en la evaluación de la patología aneurismática e inflamatoria de la Aorta (Ao) y la utilidad de estos nuevos radiotrazadores.

Patología inflamatoria de la Aorta: vasculitis/aortitis

Las vasculitis son un grupo heterogéneo de trastornos caracterizados por inflamación y necrosis fibrinoide de las paredes de los vasos sanguíneos, que pueden causar complicaciones tales como estenosis, oclusiones y aneurismas arteriales. (1)

La Ao y sus ramas pueden estar afectadas principalmente en dos entidades: la arteritis de células gigantes (ACG) y la arteritis de Takayasu (AT).

La ACG afecta a mayores de 50 años y compromete principalmente la Ao torácica, abdominal y sus ramas principales. Puede afectar a la arteria temporal, lo que constituye una emergencia médica.

La AT afecta predominantemente a mujeres jóvenes. Suele manifestarse por síntomas constitucionales o fiebre de origen desconocido. La Ao puede verse afectada en toda su longitud, siendo las ramas más afectadas la subclavia y carótida común.

Las últimas recomendaciones EULAR, establecen que para el diagnóstico de ACG es suficiente la alta sospecha clínica junto con un resultado de imagen positivo (no requiere biopsia). (2)

La primera modalidad de imagen recomendada es la ecografía. Si la afectación es craneal, como alternativa puede utilizarse resonancia magnética (RM) o 18F-FDG PET.

Anteriormente, se desaconsejaba el uso de PET, ya que no había evidencia suficiente para sugerir que estos vasos fueran visibles por este método. Desde entonces, varios estudios respaldaron la utilidad de la FDG PET para el diagnóstico de arteritis temporal y la experiencia clínica indica la posible visualización de los vasos craneales superficiales mediante tomografía (TC).

Si la afectación es extracraneal, la 18F-FDG PET debe considerarse como primera alternativa por su alto valor diagnóstico (sensibilidad 76%, especificidad 95%).

Para la AT, como primer método de imágenes se recomienda la RM, siendo la 18F-FDG PET y la TC, una alternativa posible (Fig 1).

Si bien las comparaciones directas entre modalidades de imagen son escasas, la ventaja del 18F-FDG PET/CT en estas patologías, radica en poder identificar cambios metabólicos precoces en las paredes arteriales.

Otra ventaja del 18F-FDG PET, radica en la posibilidad de detectar otras patologías infecciosas o tumorales, especialmente en aquellos pacientes que se presentan con síntomas inespecíficos o fiebre.

Además, la 18F-FDG PET generalmente se combina con TC y opcionalmente con RM, por lo que también permite obtener información anatómica.

Cabe recordar que, para la correcta interpretación de las imágenes obtenidas con 18F-FDG PET en vasculitis, se deben seguir las pautas de preparación y adquisición establecidas en las guías. (Tabla 1)

Patología aneurismática de la Aorta

El aneurisma aórtico es la dilatación de la Ao, cuyo diámetro sobrepasa en un 50% el diámetro normal de la arteria, que se expande y puede romperse con el tiempo. (3)

Los aneurismas de Ao abdominal (AAA) constituyen el 70% de los aneurismas aórticos, siendo en su mayor proporción infrarrenales (95%). Surgen como consecuencia de un proceso degenerativo de la matriz extracelular de la pared arterial, que se caracteriza por inflamación crónica.

Al igual que en las vasculitis, el método recomendado para el rastreo, el diagnóstico y el seguimiento es el ultrasonido, complementándose en ciertos casos con la TC. Como se mencionó anteriormente, la desventaja de estos métodos frente al PET, es que sólo brindan información anatómica y no permiten evaluar detalladamente los procesos fisiopatológicos que ocurren en la pared arterial. (4)

Existe evidencia que el uso de 18F-FDG PET/CT puede identificar áreas de inflamación activa y pequeños focos de necrosis con calcificación temprana en la pared vascular, lo que demuestra su utilidad en el diagnóstico y pronóstico del AAA.

Distintos autores coinciden en que el grado de captación de 18F-FDG en la pared arterial, podría relacionarse con el aumento en la velocidad de expansión y riesgo de ruptura. 5

Kotze y col, en dos trabajos realizados en forma consecutiva, encontraron una relación inversa entre la captación inicial de 18F-FDG del AAA y la tasa de expansión a 12 meses. (6,7)

Morel y col, obtuvieron resultados similares, pero resaltaron el comportamiento cíclico del AAA: inicialmente los AAA con mayor expansión, tenían menor captación que los de crecimiento más lento, pero ambos grupos tendieron a igualarse durante el seguimiento. (8)

En AAA con diámetros mayores a 50mm, Reeps y col, encontraron relación entre la mayor captación de 18F-FDG, los cambios histopatológicos inflamatorios y la presencia de síntomas. Mientras que otros grupos, encontraron relación entre la mayor captación 18F-FDG y el crecimiento rápido. (9)

Con el surgimiento de nuevos radiofármacos, el estudio SOFIA, evaluó si el 18F-NaF PET/CT era capaz de predecir el crecimiento de los AAA. La captación de 18F-NaF responde a la presencia

de microcalcificaciones en el AAA (Fig 2). Este trabajo incluyó una población mucho mayor que todos los estudios que utilizaron ^{18}F -FDG y demostró una asociación entre la captación basal del AAA y la expansión futura. También incluyó un pequeño grupo control en el cual la captación del radiotrazador fue mucho menor (10) (Tabla 2).

Conclusión

El valor agregado de la utilización del ^{18}F -FDG PET en la patología de la Aorta, se basa en la detección precoz de cambios metabólicos de las paredes de la arteria, que suelen preceder a los cambios estructurales identificables en las imágenes anatómicas.

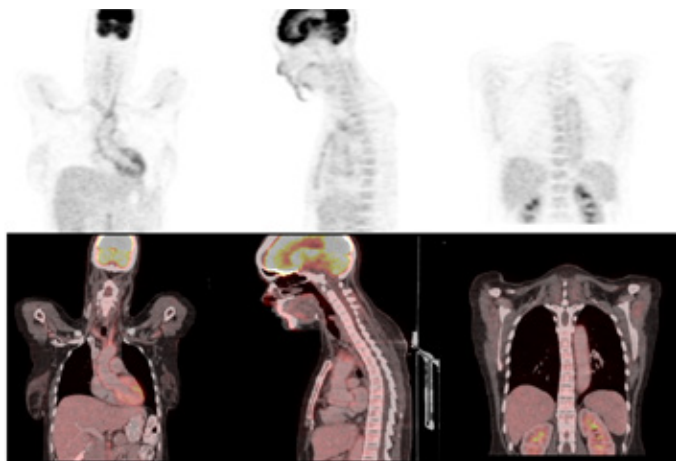


Figura 1: Paciente con síndrome febril prolongado y sospecha de AT. El PET/TC evidenció moderada actividad metabólica de la pared de la aorta torácica y de los vasos supra-aórticos, confirmandose enfermedad de AT activa.

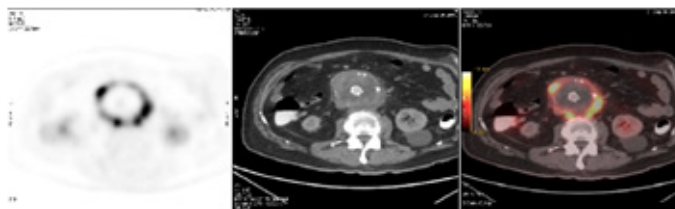


Figura 2: Paciente con antecedentes de aneurisma de aorta abdominal infrarrenal, con resolución quirúrgica. En las imágenes PET/CT, se observa intenso incremento heterogéneo de la captación de FDG a nivel de la pared aórtica con presencia de trombosis mural y endoprotesis aórtico-iliaca.

Tabla 1. Recomendaciones para las imágenes PET/CT en vasculitis

Posición del paciente	Decúbito supino, brazos abajo
Barrido	Desde calota hasta al menos la mitad de muslos
Glucemia	Ideal: < 126 mg/dL. Aceptable: < 180 mg/dL
Adquisición	Ideal: 90-120 min post inyección. Aceptable: 60 min
Para evaluación de arterias craneales	Adquisición de la cabeza: 5 min
Interpretación de imágenes	Clasificación visual cualitativa

Tabla 2. Características de los principales estudios analizados

Autor-año	Radiofármaco/Adquisición	Pacientes	Tamaño del AAA	SUV en AAA	Evolución
Sakalihasan et al. 2002	^{18}F -FDG 370 MBq 60 min post-inyección	n= 26	70mm	--	Captación positiva (n=10), peor pronóstico
Reeps y col. 2008	^{18}F -FDG 370 MBq 90 min post-inyección	n=15	50-72 mm	3,5-7,5	Pacientes sintomáticos (n=12) mayor captación
Trujijs y col. 2008	^{18}F -FDG 250 MBq 60 min post-inyección	n=34	(n=17) >30mm (n=17) <30 mm	2,52 ($\pm$ 0.52)	Mayor captación en AAA (n=17) que en controles. Grado de captación no correlacionó con tamaño
Kotze y col. 2009	^{18}F -FDG 175MBq 180 min post-inyección	n=14	54 mm	>2,5	No hubo correlación entre el grado de captación y tasa de expansión. Mayor captación en pacientes con fibrosis periaórtica (n=2) en TC. No se observó relación entre grado de captación y diámetro del AAA.
Kotze y col. 2011	^{18}F -FDG 200 MBq 180 min post-inyección	n=25	50 mm	1,70	Asociación inversa entre el grado de captación y la tasa de expansión. No se observó relación entre grado de captación y diámetro del AAA
Kotze y col. 2014	^{18}F -FDG 200 MBq 180 min post-inyección	n=40	30-55 mm	1,70	Asociación inversa entre el grado de captación y la tasa de expansión.
Morel y col. 2015	^{18}F -FDG 5,5 MBq/kg 90 min post- inyección	n=39	46-49 mm	1,8 -2,20	Asociación inversa entre el grado de captación en el estudio inicial y la tasa de expansión. AAA comportamiento cíclico.
Forsythe y col. 2018	^{18}F -NaF 125 MBq 60 min post-inyección	n=92	(n=72) 48mm (n=20) <30mm	1,70	Asociación entre el mayor grado de captación y mayor tasa de crecimiento.

BIBLIOGRAFÍA

1. Pugh D, Karabayas M, Basu N, et al. Large-vessel vasculitis. Nat Rev Dis Primers 2022;7:93. doi:10.1038/s41572-021-00327-5
2. Dejaco C, Ramiro S, Bond M, et al. EULAR recommendations for the use of imaging in large vessel vasculitis in clinical practice: 2023 update Annals of the Rheumatic Diseases. doi: 10.1136/ard-2023-224543
3. Cronenwett JL. Aneurismas arteriales. Cirugía Vascular. Rutherford. Sec. XV, 99:1403,1408. VI Ed. Vol II. 2006.
4. Arko F, Filis K, Heikkinen M. Duplex scanning after endovascular aneurysm repair: an alternative to computed tomography. SeminVasc Surg. 2004; 17:161-165.
5. Rudd J, Myers K, Bansilal S, Machac J, Woodward M, Fuster V, et al. Relationships among regional arterial inflammation, calcification, risk factors, and biomarkers: a prospective fluorodeoxyglucose positron-emission tomography/computed tomography imaging study. Circ Cardiovasc Imaging. 2009; 2 (2): 107-115.

MyLabTM X75

Una experiencia mejorada

esaote



SIGAMOS TRASPASANDO
LA BARRERA DE LA
VISIBILIDAD.



CONECTIVIDAD



COMODIDAD



PRODUCTIVIDAD

ATENCIÓN AL
CLIENTECALIDAD DE
LA IMAGEN

TECNOIMAGEN
www.tecnoimagen.com.ar



5. COMPLICACIONES MECÁNICAS DEL INFARTO

Dr. Ruben Vieira Miño - Dr. Felipe Olivieri - Dr. Jorge Ferreyra Romea.

Las complicaciones del infarto son diversas y suelen aparecer 48-72 horas posterior al tratamiento inicial.

Para la confirmación de las complicaciones mecánicas, se destaca la importancia del ecocardiograma en la UCO, UTI y salas de emergencia. Debe estar siempre disponible debido a su sencilla manipulación, rápido diagnóstico en manos entrenadas, y así poder llegar al tratamiento rápidamente, pudiendo salvar la vida del paciente.

Existen factores predisponentes, que aumentan el riesgo de complicaciones, entre las que se destacan: edad avanzada, sexo femenino, primer IAM sin antecedentes de ángor o IAM previo, IAM que evoluciona con HTA, IAM del VI asociado con compromiso del VD, ausencia de circulación colateral, ausencia de HVI.

Dentro de las mecánicas tenemos:

Este se da en el orden del 1 al 3%, antes del uso de los trombolíticos y con el intervencionismo se disminuyó del 0,17 al 0,31 %.

Clínicamente, el paciente suele tolerar el decúbito y palparse un fremito precordial, asociado a cianosis distal, oliguria y auscultarse un soplo de reciente aparición.

El diagnóstico, se realiza mediante ETT con Doppler color, evidenciando la comunicación y el shunt de izquierda a derecha. (figura 1.)

La complicación más temida, asociada, es la hipotensión pulmonar por disfunción del VD, ya que influye directamente en el pronóstico del paciente. En el IAM anterior, por discinesia septal sistólica hacia el VD; y en el IAM inferior por disfunción del VD.

La CIV suele ser de peor pronóstico en el IAM inferior, por la mayor tendencia al shock y su eventual asociación con el compromiso del aparato mitral (10 % de los casos)

Estas complicaciones son de tratamiento quirúrgico independientemente de su estado hemodinámico, aunque el paciente se encuentre estable, según recomendaciones de ACCF/AHA.

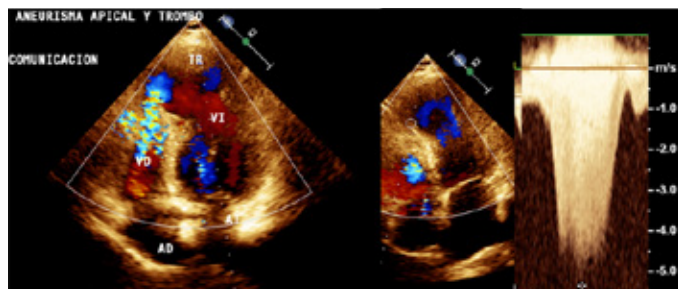


Figura 1: 4 Camaras Apical: observe, aneurisma apical del VI, trombo sénil; CIV apical con flujo de izquierda a derecha, tripo restrictivo (vel. > 5 m/s).

La insuficiencia mitral aguda

Se da del 0,3 al 3%, esta depende más de la localización que del grado de la extensión.

Los mecanismos de la insuficiencia mitral aguda pueden ser disfunción isquémica o ruptura de la cuerda tendinosa del musculo papilar, generando edema agudo de pulmón, hipotensión y shock cardiogénico.

La ruptura del músculo papilar posteromedial se observa con mayor frecuencia, que la del músculo papilar anterolateral. Esto se debe a que el músculo papilar anterolateral posee doble irrigación coronaria de arteria descendente anterior y de la arteria circunfleja. (figura2)

El diagnóstico suele ser clínico, y se confirma con el ETT con Doppler color. En caso que sea necesario y haya disponibilidad en el centro, en conveniente realizar un ETE, donde se visualizara el musculo papilar y brindaría información al cirujano.

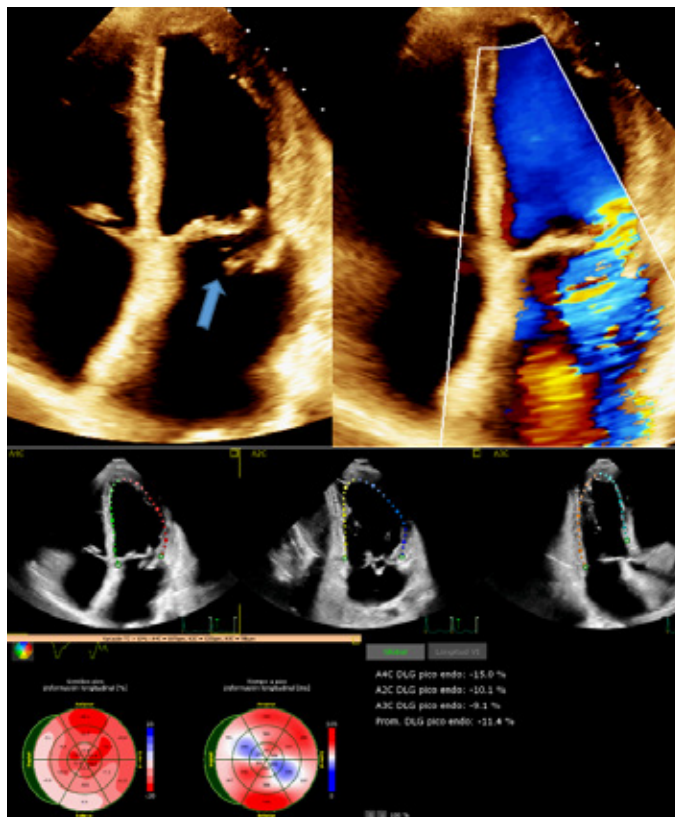


Figura 2: Observe válvula Mitral, donde se visualiza valva posterior flail con elemento cordal en el borde libre, afirmando ruptura del componente subvalvular de primer orden, generando ina IM de grado severa, por IAM de cara inferior

Ruptura de la pared libre del ventrículo izquierdo

Es la complicación mecánica más temida, dado que la mortalidad supera el 90 %. La incidencia con el advenimiento del intervencionismo de esta complicación se redujo del 6% al 1%, y cerca del 40% ocurren dentro de las 24 hs y el 85% dentro de la primera semana.

Clinicamente suele presentarse con un dolor precordial interno de aparición brusca, que evoluciona rápidamente al shock, al taponamiento y a la disociación electromecánica.

La ruptura cardíaca se clasifica en tres tipos. Tipo I es una ruptura espontánea en ausencia de adelgazamiento miocárdico. Tipo II es en la que ocurre una erosión del miocardio infartado y se cubre por coágulos de fibrina. Tipo III se da un adelgazamiento miocárdico y perforación posterior en la zona de debilidad. El pseudoaneurisma ventricular es una ruptura que es contenida por el pericardio.(figura3)

La tipa II y III puede producir la fuga de sangre al espacio pericárdico causando taponamiento cardíaco, hipotensión y bajo gasto; en el ecocardiograma se verá colección pericárdica con signos de taponamiento cardíaco, colapso de aurícula derecha y ventrículo derecho en diástole, vena cava inferior dilatada y marcada variación respiratoria en el flujo de entrada de las válvulas tricúspide y mitral.

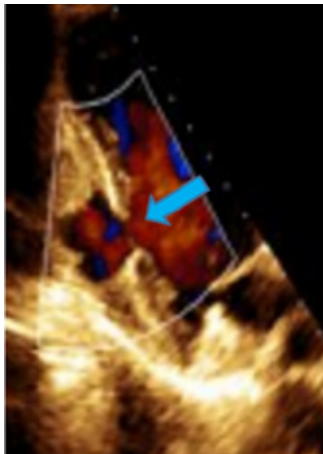


Figura 3: 3 Cámaras Apical: pseudoaneurisma inferolateral medial. Observe el flujo color que ingresa por el cuello.

Infarto de ventrículo derecho.

Los infartos anteriores y laterales son infartos del VI, el infarto inferior es un infarto septum posterior con extensión variable hacia uno u otro ventrículo, o hacia ambos. Es de importancia clínica establecer el grado de afectación del VD en un IAM pues si bien el tratamiento es similar al VI (reperusión precoz), el patrón hemodinámico del paciente y tratamiento son distintos, además existe bloqueo AV de segundo o tercer grado cuya incidencia es de 15% en los IAM inferiores que involucran sólo al VI y asciende al 50% sin el infarto se extiende al VD. Con el ecocardiograma podemos observar la motilidad segmentaria y la Fey del VD, el Doppler tisular y el Strain con la medición de las presiones pulmonares y la valuación de la vena cava inferior. Con el mismo también se puede observar el derrame pericárdico que puede en ocasiones acompañar a esta entidad. La ecocardiografía o la ventriculografía de contraste son entidades funcionales para diagnosticar el síndrome takotsubo si el electro presenta supradesnivel del ST mayor en V3 a V6 y aumento de los marcadores séricos es mínimo. (figura4)

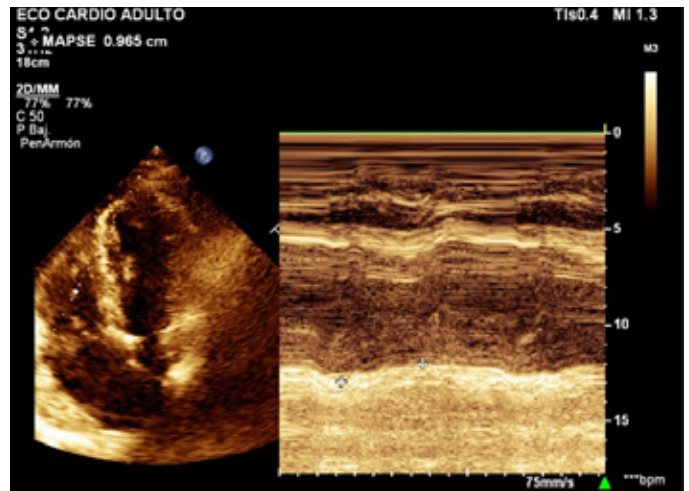


Figura 4: FSVD disminuída. Evaluada con TAPSE.

Complicaciones tromboembolismo

El IAM es la primera causa de formación de trombos en el VI, siendo más habituales en infartos anteriores, sobre todo en los apicales, con una incidencia estimada de hasta el 15%.

La alteración en la contractilidad del miocardio isquémico da lugar a un enlentecimiento del flujo sanguíneo en la región infartada que favorece la formación de trombos. (figura 5)

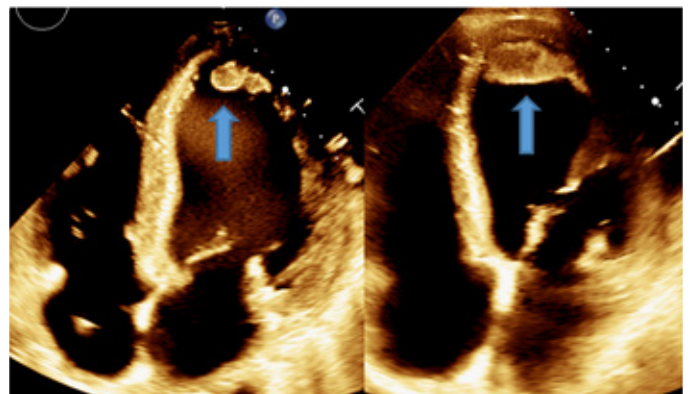
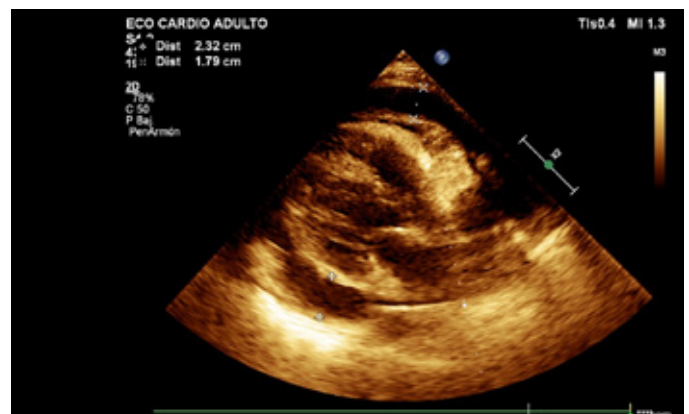


Figura 5: Camaras Apical: notese trombo apical sésil y la ecogenicidad sanguínea en VI.

Pericarditis epistencárdica

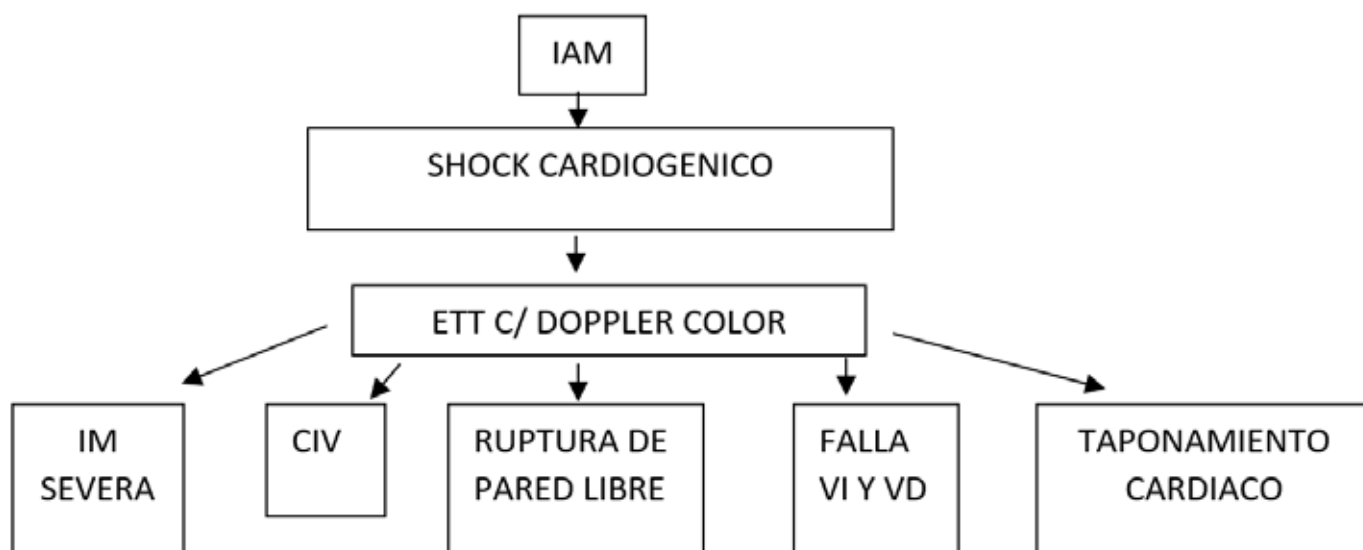
Es la inflamación pericardíaca originada por contigüidad en el IAM transmural, se presenta del 7 al 15% generalmente en los primeros días tras el IAM y rara vez reviste gravedad.



Derrame pericárdico en vista paraesternal izquierda, eje largo.

Conclusión:

El ETT con Doppler color posee un papel crucial en el shock cardiogénico asociado al IAM, ya que permite realizar el diagnóstico diferencial entre CIV, IM, falla del VI o del VD y ruptura cardiaca.



BIBLIOGRAFÍA

1. Journal of the American Society of Echocardiography, Volume 16, Issue 10, October 2003, Pages 1091-1110. ACC/AHA/ASE 2003 Guideline Update for the Clinical Application of Echocardiography: Summary Article: A report of the American College of Cardiology/ American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (ACC/AHA/ASE Committee to update the 1997 guidelines for the clinical application of echocardiography).
2. Consenso de Infarto Agudo de Miocardio con Elevación del Segmento ST. Actualización focalizada. 2020 Área de Consensos y Normas – Rev Argent Cardiol 2020;88 (Suplemento 3):1-18.
3. Infarto Agudo de Miocardio con Elevación del Segmento ST. Complicaciones mecánicas en el infarto agudo de miocardio. ¿Cuáles son, cuál es su tratamiento y qué papel tiene el intervencionismo percutáneo? Rev. Española de cardiología. Vol. 9. Núm. C. páginas 62-70 (Noviembre 2009).
4. Complicaciones relacionadas con el infarto agudo de miocardio. PROSAC, Modulo 4; fascículo N° 1; 2004.
5. Tratamiento intervencionista de las complicaciones mecánicas en el infarto agudo de miocardio. Rev. Española de cardiología Vol. 76. Núm. 5. páginas 362-369 (Mayo 2023).

6. ROL DE LA TC EN LAS COMPLICACIONES MECÁNICAS DEL INFARTO

Dr. Sebastian Tonso.

Según el registro ArgenIAM publicado en 2023 sobre la situación del infarto agudo de miocardio a nivel nacional, existe una tasa de mortalidad intrahospitalaria del 8.7% y una tasa de complicaciones mecánicas del 1.1%. Entre estas últimas, la comunicación interventricular (CIV) es la más frecuente, seguida por la insuficiencia mitral (IM) y la rotura cardíaca externa.¹

A pesar de los avances actuales que han contribuido a reducir la mortalidad global del infarto de miocardio, diversos factores siguen contribuyendo a que persistan la incidencia de complicaciones [Gráfico 1]. Entre ellos se identifican el envejecimiento de la población, los infartos grandes, las demoras en el tratamiento, la falta de perfusión tisular, los antecedentes de insuficiencia cardíaca o enfermedad renal crónica, la situación socioeconómica, el sexo femenino y la ocurrencia de un primer infarto.

Asimismo, el uso de la ecocardiografía transtorácica en la unidad coronaria, la mejora en las imágenes cardíacas para detectarlas y el crecimiento de los centros especializados para aceptar y clasificar a estos pacientes son otras causas que explicarían por qué, a pesar de las mejoras en la revascularización estas persisten.

Aunque siguen siendo infrecuentes, aún presentan una alta mortalidad; y requieren de un diagnóstico precoz y tratamientos complejos en centros especializados con equipos multidisciplinarios para su resolución.²

La tomografía computada (TC) cardíaca ha avanzado significativamente en los últimos años, permitiendo reconstruir el volumen del corazón con detalle anatómico en cualquier plano gracias a su alta resolución espacial y capacidad de adquirir datos isotrópicos. Además, debido a la gran resolución temporal de los equipos y a diversas técnicas de adquisición, es posible combinar el análisis anatómico con la evaluación funcional del corazón. Esto permite que una sola exploración puede utilizarse para interpretar tanto la anatomía cardíaca y coronaria como la función contráctil ventricular y la función valvular.³

La angiografía coronaria por TC ha demostrado su utilidad en la evaluación de la aterosclerosis coronaria, con una alta sensibilidad y un valor predictivo negativo significativos. Sin embargo, sigue habiendo debate sobre su especificidad, especialmente en cuanto a la evaluación de la repercusión funcional de estas lesiones. La introducción reciente del cálculo de la reserva fraccional de flujo mediante TC, la evaluación de la perfusión por TC y la caracterización de las placas de ateromatosis ofrecen la oportunidad de mejorar la capacidad para predecir eventos como infartos y la necesidad de revascularización; al incluir información anatómica y funcional en la misma técnica.⁴

Además, existen diferentes protocolos para la utilización del realce tardío de yodo con una excelente concordancia con el realce tardío por gadolinio, y una gran sensibilidad (98%) y especificidad (94%) para identificar regiones de infarto de miocardio y su tamaño. Lamentablemente, debido a que aún hay pocos estudios, no es una opción clínica accesible actualmente.⁵

Aunque el uso de la TC cardíaca no se recomienda como estudio de primera línea, considerando que esta conlleva mayores costos, exposición a radiación y contraste, debido a la popularidad, difusión, mayor accesibilidad al método, y su frecuente uso en la evaluación de la disnea o el dolor precordial, contamos con una limitada pero emergente bibliografía y experiencia, que nos hacen conocer sobre la utilidad de la misma y potencialidades de su uso en las complicaciones mecánicas del infarto.⁶

Aneurisma y Pseudoaneurisma

Los pseudoaneurismas se forman cuando la rotura cardíaca está contenida por adherencias pericárdicas, son más frecuentes en la pared inferior o lateral. Su presentación clínica varía desde cuadros de taponamiento cardíaco y shock por hemopericardio masivo a permanecer asintomáticos por largos periodos. El aneurisma está formado por una pared miocárdica delgada, cicatrizada o fibrótica y suele afectar a las paredes anterior o apical.²

Diferenciar un aneurisma de un pseudoaneurisma sigue siendo un desafío clínico e imagenológico. La presencia de un cuello estrecho y una dilatación sacular en ausencia de arterias coronarias circundantes apoyan el diagnóstico de un pseudoaneurisma. Si bien la ecocardiografía sigue siendo la primera técnica de diagnóstico. La resonancia magnética cardíaca y la TC cardíaca proporcionan una resolución espacial superior; mayor capacidad para caracterizar el tejido y posibilidad de ver el paso de contraste al pericardio. Presentando la TC un beneficio en pacientes con ortopnea o claustrofobia. Hay múltiples reportes de casos, que muestran la posibilidad de evaluar el diámetro del cuello, la disminución de los espesores de las paredes ventriculares y la presencia de tejido de reemplazo en esos segmentos con menores densidades medidas en unidades Hounsfield (UH). A su vez permite evaluar de forma precisa el volumen ventricular, de la cavidad del pseudoaneurisma; y la presencia de lesiones u obstrucciones coronarias.⁷ [Figura 1].

Comunicación interventricular

Ocurre generalmente entre 3 a 5 días posteriores al infarto, su presentación clínica varía desde un soplo incidental hasta un shock cardiogénico. Son más frecuentes en el infarto anterior (70%), pero el posterior (29%) puede asociarse a insuficiencia mitral y comunicaciones más complejas.

Se identifican como una solución de continuidad a nivel del tabique interventricular con pasaje de flujo de izquierda a derecha.²

El diagnóstico suele realizarse con ecocardiografía. Se ha visto que presentan diferencias morfológicas significativas dentro de la entidad y con las CIV congénitas. En este escenario, la información tridimensional de la TC ofrece la posibilidad de una medición precisa del defecto y en pacientes seleccionados con alto riesgo quirúrgico la posibilidad de planificar un cierre percutáneo (incluyendo experiencias

en modelos de impresión tridimensional) . 8, 9

Rotura cardíaca externa.

La RCE no contenida es una complicación catastrófica, de la cual se desconoce su verdadera incidencia porque generalmente se presenta como muerte cardíaca súbita extrahospitalaria. Se necesita de una alta sospecha clínica y un diagnóstico e intervención precoz. El diagnóstico imagenológico suele realizarse con ecocardiograma transtorácico en la unidad coronaria. 2

Hay bibliografía que expone las TC realizadas en autopsias de pacientes con muerte súbita extrahospitalaria, donde se describen signos de hemopericardio y pérdida de la “homogeneidad del miocardio” en ausencia de signos de complicación aórtica con una alta sensibilidad y especificidad para el diagnóstico. 10

Insuficiencia mitral

La IM de etiología isquémica puede ser consecuencia de distintos mecanismos como la rotura parcial o completa del músculo papilar o una anomalía funcional secundaria al remodelado del ventrículo izquierdo. Hay discordancia entre los datos de prevalencia, pero se

considera una de las complicaciones más frecuentes.

La IM grave secundario a ruptura del músculo papilar; ocurre generalmente a los pocos días del infarto y aproximadamente la mitad de los pacientes presentan edema pulmonar que puede progresar a shock cardiogénico; el diagnóstico se realiza con ecocardiografía que evidencia un reflujo significativo nuevo en ocasiones asociado a una masa móvil en cavidades izquierdas; y requiere de una intervención precoz .2

No existe suficiente información del papel de la TC en este escenario.

Conclusiones

Las complicaciones mecánicas del infarto son infrecuentes pero conllevan una alta tasa de mortalidad. Los avances en medicina y el mayor acceso a métodos de imagen permiten su diagnóstico temprano. Aunque la TC no es el método de elección para evaluar estas complicaciones, puede ofrecer información valiosa, principalmente para distinguir pseudoaneurismas y caracterizar comunicaciones interventriculares; o en pacientes que no pueden tolerar la apnea o sufran de claustrofobia.

Figura 1: A y B. Vista de 2 y 4 cámaras donde se evidencia adelgazamiento de la pared ventricular en segmentos apicales y presencia de paso de contraste. - C. Descenso de densidad medido en UH en segmentos apicales - D. Reconstrucción volumétrica (verde: aurícula izquierda; rojo: ventrículo izquierdo y aorta, amarillo: pseudoaneurisma) - E y F. Reconstrucciones volumétricas (se observa el pseudoaneurisma y la falta de contraste a partir de tercio medio de la arteria descendente anterior).

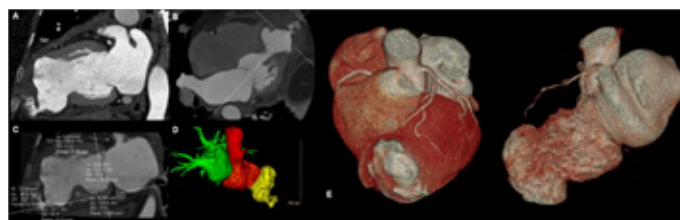


Figura 3: (Ampanozi et al. 2017) Observar la heterogeneidad del miocardio en la parte apical (círculos blancos) y el derrame pericárdico (asterisco) con un anillo interno hiperdenso (flechas), formando el llamado “target sign”.

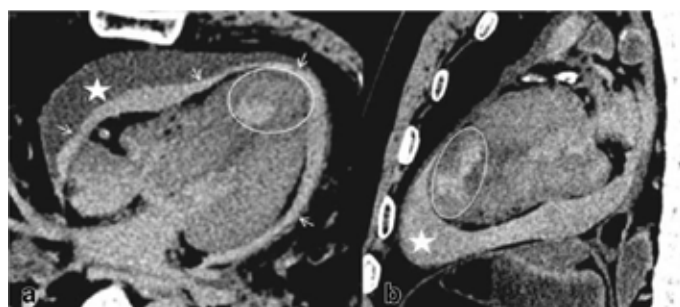


Figura 2: Reporte de caso (Arzamendi et al. 2015) 8. Paciente con CIV posterior a infarto agudo de miocardio y riesgo quirúrgico elevado, donde la TC cardíaca se utilizó como guía para el cierre percutáneo del defecto.

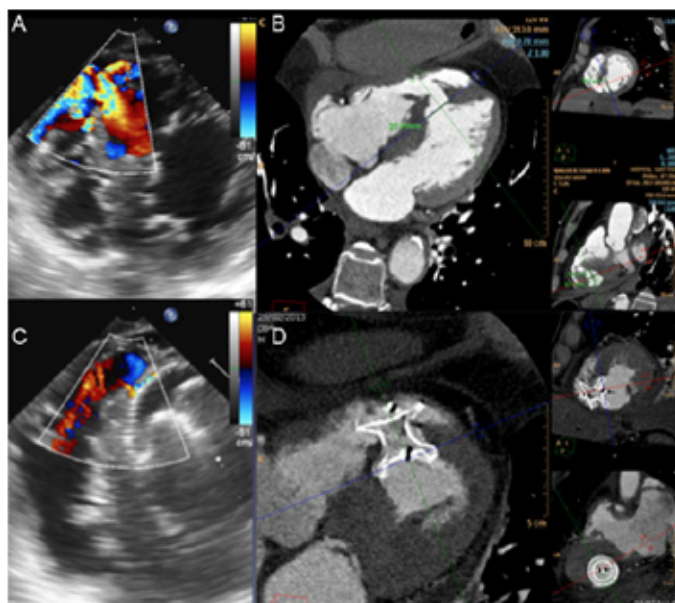
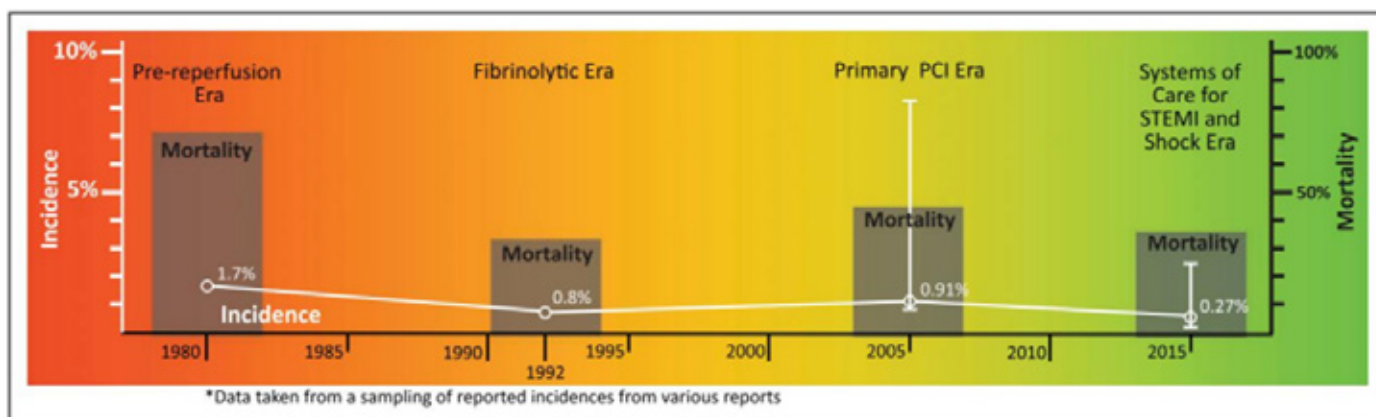


Gráfico 1: (Damluji et al., 2021)2 Cronología de las tasas de incidencia y mortalidad de las complicaciones mecánicas del infarto agudo de miocardio durante diferentes estrategias de reperfusión. PCI: intervención coronaria percutánea; y STEMI, infarto de miocardio con elevación del segmento ST.



BIBLIOGRAFÍA

1. D Imperio H, Charask A, Castillo Costa Y, Zapata G, Quiroga M, Meiriño A, y cols. Infarto de miocardio en Argentina. Tercer reporte del registro ARGEN-IAM-ST y comportamiento de la mortalidad en 8 años. *Rev Argent Cardiol* 2023;91:435-442. <http://dx.doi.org/10.7775/rac.es.v91.i6.20712>
2. Damuji AA, van Diepen S, Katz JN, Menon V, Tamis-Holland JE, Bakitas M, Cohen MG, Balsam LB, Chikwe J; American Heart Association Council on Clinical Cardiology; Council on Arteriosclerosis, Thrombosis and Vascular Biology; Council on Cardiovascular Surgery and Anesthesia; and Council on Cardiovascular and Stroke Nursing. Mechanical Complications of Acute Myocardial Infarction: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation*. 2021 Jul 13;144(2):e16-e35. doi: 10.1161/CIR.0000000000000985. Epub 2021 Jun 15. PMID: 34126755; PMCID: PMC9364424.
3. Bastarrika Alemañ, G. (2015). Tomografía Computarizada Cardíaca: Principios, técnica y aplicaciones clínicas (p. 3). Editorial Panamericana.
4. Narula, J., Chandrashekar, Y., Ahmadi, A., Abbara, S., Berman, D. S., Blankstein, R., Leipsic, J., Newby, D., Nicol, E. D., Nieman, K., Shaw, L., Villines, T. C., Williams, M., & Hecht, H. S. (2021). SCCT 2021 Expert Consensus Document on Coronary Computed Tomographic Angiography: A Report of the Society of Cardiovascular Computed Tomography. *Journal of cardiovascular computed tomography*, 15(3), 192–217. <https://doi.org/10.1016/j.jcct.2020.11.001>
5. Assen, M. V., Vonder, M., Pelgrim, G. J., Von Knebel Doeberitz, P. L., & Vliegenthart, R. (2020). Computed tomography for myocardial characterization in ischemic heart disease: a state-of-the-art review. *European radiology experimental*, 4(1), 36. <https://doi.org/10.1186/s41747-020-00158-1>
6. Moore, A., Goerne, H., Rajiah, P., Tanabe, Y., Saboo, S., & Abbara, S. (2019). Acute Myocardial Infarct. *Radiologic clinics of North America*, 57(1), 45–55. <https://doi.org/10.1016/j.rcl.2018.08.006>
7. Nguyen EK, Suksaranjit P, Bashir MA, Firsch DJ, Gebeska MA. Decoding Postinfarction Left Ventricular Pseudoaneurysm. *JACC Case Rep*. 2022 Nov 3;9:101533. doi: 10.1016/j.jaccas.2022.07.005. PMID: 36909267; PMCID: PMC9998713.
8. Arzamendi, D., Li, C. H., & Serra, A. (2015). Cardiac Computed Tomography-guided Closure of Ventricular Septal Defect Secondary to Myocardial Infarction. *Revista Espanola de Cardiologia*, 68(7), 626.
9. Asif, A., Shearn, A. I., Turner, M. S., Ordoñez, M. V., Sophocleous, F., Mendez-Santos, A., Valverde, I., Angelini, G. D., Caputo, M., Hamilton, M. C., & Biglino, G. (2023). Assessment of post-infarct ventricular septal defects through 3D printing and statistical shape analysis. *Journal of 3D printing in medicine*, 7(1), 3DP3. <https://doi.org/10.2217/3dp-2022-0012>
10. Ampanozi, G., Flach, P. M., Ruder, T. D., Filigrana, L., Schweitzer, W., Thali, M. J., & Ebert, L. C. (2017). Differentiation of hemopericardium due to ruptured myocardial infarction or aortic dissection on unenhanced postmortem computed tomography. *Forensic science, medicine, and pathology*, 13(2), 170–176. <https://doi.org/10.1007/s12024-017-9854-9>

Los desfibriladores Mindray
están diseñados para poder ser
utilizados en cualquier entorno.

mindray



C1A

RÁPIDO
FIABLE
DURADERO



D3

COMPACTO
DURADERO
COMPLETO



7. UTILIDAD DE LA RMC EN LAS COMPLICACIONES DEL INFARTO

Dra. Vanina Stratta.

INTRODUCCIÓN

El infarto agudo de miocardio (IAM) continúa siendo la principal causa de muerte en los países desarrollados, aún en tiempos en donde el diagnóstico y tratamiento han reducido considerablemente la morbimortalidad. Esto se debe en gran parte a sus complicaciones que pueden modificar drásticamente el pronóstico. En este escenario, las imágenes cardiovasculares desempeñan un papel fundamental para el diagnóstico, pronóstico y seguimiento de estos pacientes. (1)

UTILIDAD DE LA RESONANCIA MAGNÉTICA CARDÍACA

En los últimos años, la resonancia magnética cardíaca (RMC) se ha establecido como una herramienta diagnóstica complementaria a la ecocardiografía ante la sospecha de complicaciones del infarto, principalmente en pacientes con mala ventana acústica o resultados no concluyentes, entre otras.

Actualmente, las guías de práctica clínica le dan un valor excepcional para la definición, estratificación de riesgo, elección de estrategia inicial, tratamiento y seguimiento posterior.

La gran ventaja que la diferencia de otras técnicas no invasivas es que permite en un solo estudio una evaluación integral de: la estructura, función miocárdica, caracterización tisular, identificación de zonas de necrosis reversible (miocardio viable), determinación del tamaño del IAM, demostrar la presencia de obstrucción microvascular (OMV), la existencia de edema y/o hemorragia intramiocárdica y calcular el miocardio en riesgo, así como también, el miocardio salvado; con alta resolución espacial. (2) (Tabla 1. Imagen 1)

HALLAZGOS POR RMC

1. Ruptura cardíaca: Dentro de ellas se encuentran:

a. Ruptura de la pared libre:

Se identifica como discontinuidad de la pared, en la interfase entre el miocardio sano y el necrótico. Es una complicación temida por su elevada mortalidad. Su aparición suele ser aguda, ocasionando taponamiento cardíaco, disociación electromecánica y muerte súbita, aunque hay formas de presentación subagudas y crónicas; y de acuerdo con su extensión, completas o incompletas. (3)

En una primera instancia, puede aparecer un hematoma disecante intramiocárdico, que se caracteriza por una disección hemorrágica entre las fibras musculares creando una neocavidad. Las imágenes de cine muestran aquinesia del segmento afectado, una imagen de desgarro del endocardio y parte del miocardio parietal limitando una cavidad, que se encuentra parcialmente trombosada. En las imágenes potenciadas en T2 y en el realce tardío se observa la presencia de un core hipointenso rodeado de señal hiperintensa. Suele estar relacionado con el daño provocado tras la reperfusión, a infartos extensos y mayor tasa de remodelado ventricular. (Imagen 2)

b. Pseudoaneurisma

En etapas más tardías, puede evolucionar a pseudoaneurisma. Es

una rotura contenida de la pared libre del ventrículo izquierdo (VI), compuesta por pericardio visceral y, en algunas ocasiones, trombo. Se define por un cuello de menor diámetro con respecto a la cavidad ventricular, frecuentemente de localización posterior, e implica un elevado riesgo de ruptura. La RMC permite determinar con exactitud su tamaño, a diferencia del ecocardiograma que lo infraestima. (Imagen 3) (4)

c. Ruptura septal

La rotura del septum apical suele verse comprometido en los IAM anteriores y el basal en los posteriores, siendo este último el de peor pronóstico, causando una comunicación interventricular. El rol de la RMC es definir el tipo (membranosa, perimembranosa, subvalvular), la localización y el diámetro, así como también, evaluar las consecuencias hemodinámicas y demostrar lesiones asociadas (insuficiencia valvular, obstrucción del tracto de salida). (5)

d. Ruptura del músculo papilar

La rotura isquémica del músculo papilar (MP) ocurre entre el día 3 y 5 tras el IAM, de preferencia inferiores. El MP posteromedial, es el frecuentemente afectado, debido a su vascularización única por la arteria descendente posterior, y en contrapartida, el anterolateral recibe vascularización doble, por lo que su rotura es más rara. Clínicamente, se manifiesta como edema agudo de pulmón (en 50% de los pacientes) con progresión a shock cardiogénico.

La RMC permite aclarar el mecanismo de disfunción mitral, cuantificar la severidad, evaluar la función ventricular izquierda y la contractilidad. Es característico ver la eversión del velo mitral con un jet excéntrico, en dirección contralateral al MP afectado. El diagnóstico se confirmará al observar una masa móvil con movimiento anárquico, dependiente del velo afectado, que corresponde a la cabeza del músculo papilar roto. (6)

2. Aneurisma ventricular

Está conformado por un área de expansión y adelgazamiento parietal, preferentemente de localización apical o anterior, íntimamente relacionado con el área necrótica; con un cuello ancho; pudiéndose observar en las secuencias de cine, un movimiento paradójico expansivo en sístole. En las secuencias de realce tardío, se aprecia una delgada línea hiperintensa que lo rodea. No conlleva un mayor riesgo de rotura, pero puede predisponer a la formación de trombos, insuficiencia cardíaca y arritmias. Por lo general, esta condición se resuelve con tratamiento médico a diferencia del pseudoaneurisma. (Imagen 4)

3. Trombo

El IAM es la primera causa de formación de trombos en el VI, siendo más habituales en los anteriores, sobre todo en los apicales, con una incidencia estimada de hasta el 15% en estos casos.

En las secuencias de cine se puede observar una masa hipointensa, generalmente adherida a la pared disquinética/aquínética del territorio infartado, así como también, permite corroborar su

movilidad; en las secuencias de edema, se observa una zona hiperintensa que corresponde al territorio del IAM, siendo el trombo hipointenso; tras el primer pasaje de gadolinio, éste no se perfunde, por lo que confirma que es avascular; y en el realce precoz y tardío permanece hipointenso, destacando sobre la sangre intracavitaria hiperintensa y la pared infartada hipercaptante. Es de gran utilidad las secuencias con tiempo de inversión prolongado específicas para trombo (long TI). (7) (Imagen 5)

4. Remodelado ventricular

Es una respuesta negativa al daño isquémico del VI, común en IAM anteriores y extensos, donde la región necrótica se dilata y afecta áreas sanas adyacentes, causando cambios en la geometría y función del ventrículo. Aún tras la reperfusión, probablemente, por compromiso de la microcirculación. (7)

La definición de remodelado del VI (RVI) mediante RMC después del IAM es muy variable, en diferentes estudios. El criterio más frecuente de RVI es un aumento del 20% en los volúmenes telediastólicos o un aumento del 15% en los volúmenes telesistólicos, mediante una RMC de seguimiento 3 meses después del evento.

La existencia de OMV es una variable de gran importancia clínica, ya que se relaciona con un mayor remodelado. Su presencia es predictora de eventos adversos mayores y se asocia a una menor recuperación de la contractilidad. La ausencia de contraste dentro de las zonas hipercaptantes del IAM sugiere daño microvascular persistente. (8)

5. Insuficiencia mitral crónica funcional

Se produce a partir de los cambios que se producen luego de la disfunción y alteración de la geometría ventricular secundarias al IAM; la disfunción de los músculos papilares y las alteraciones de la contractilidad regional, la justifican.

En la evaluación por RMC, se puede definir la severidad a partir del cálculo del volumen regurgitante, que se obtiene tras la diferencia del volumen sistólico, estimado por la volumetría, y el volumen anterógrado, dado por las imágenes de contraste de fase. Asimismo, determina con precisión la función sistólica e identifica la presencia de fibrosis, que decretan el pronóstico. (9)

6. Pericarditis

La pericarditis temprana o epistenocárdica acontece entre horas y 4 días después del IAM, y generalmente es transitoria; y la pericarditis tardía o síndrome de Dressler ocurre después de 1-2 semanas tras el infarto.

En la RMC se suele observar en las secuencias de cine un engrosamiento pericárdico global, donde un grosor de más de 4 mm es muy sugerente; hiperintensidad pericárdica en secuencias T2 secundarias al edema; hipercaptación en secuencias de realce tardío y suele acompañarse, en algunas ocasiones, de la presencia de derrame pericárdico. (Imagen 6)

El derrame pericárdico es muy frecuente en los primeros días tras el IAM (25-33%), en su mayoría, de grado leve. Ante un derrame moderado o severo, se debe sospechar un IAM extenso y descartar una posible rotura contenida. La RMC permite cuantificar de forma exacta su volumen. (10)

CONCLUSIONES

La RMC es una herramienta robusta y esencial para evaluar las complicaciones del IAM, capaz de aportar información pronóstica a través de parámetros altamente reproducibles, como la medición exacta de los volúmenes ventriculares, estimación de la función sistólica, caracterización del tejido, visualización directa del daño tisular ocasionado por la isquemia, incluso a nivel microvascular, y evaluación de viabilidad.

Complicación	Características en RMC
Hematoma disecante	-Aquiesia del segmento afectado -Imagen de desgarro del endocardio y miocardio limitando una cavidad -Puede haber trombo -En T2 y en el realce tardío se observa la presencia de un core hipointenso
Pseudoaneurisma	-Localización posterior; donde éste realza en las imágenes de contraste -Pared: pericardio -Cuello angosto
Aneurisma	-Localización apical o anterior -Pared: miocardio con adelgazamiento parietal -Cuello ancho -Movimiento paradójico expansivo en sístole -Realce tardío: delgada línea hiperintensa que lo rodea
Trombo	-Cine: masa hipointensa, adherida a la pared disquinética/aquinética -T2: hipointenso -Primer pasaje de gadolinio: no perfunde -Realce precoz y tardío: hipointenso -Long TI: hipointenso
Insuficiencia mitral crónica funcional	-Severidad: cálculo del VR = VS- VA -Función sistólica -Presencia de fibrosis
Pericarditis	-Cine: engrosamiento pericárdico global (> 4 mm) -T2: hiperintenso -Realce tardío: hipercaptante + derrame pericárdico

VR: volumen regurgitante. VS: volumen sistólico. VA: volumen anterógrado.

Tabla 1: Complicaciones del infarto agudo de miocardio y características en la resonancia magnética cardíaca.

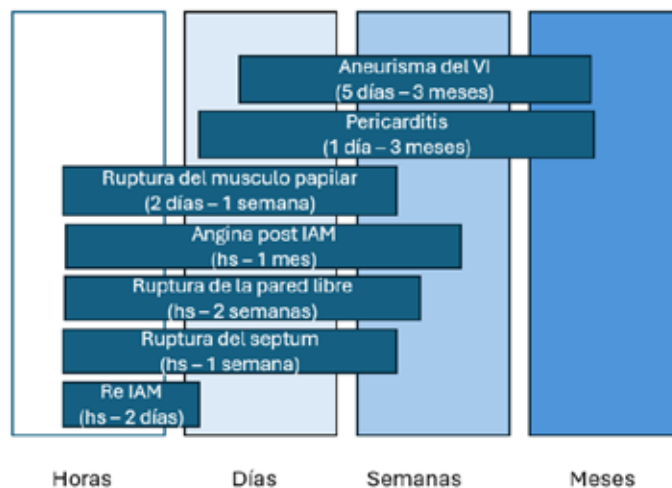


Imagen 1: Cronología de las complicaciones del infarto agudo de miocardio.

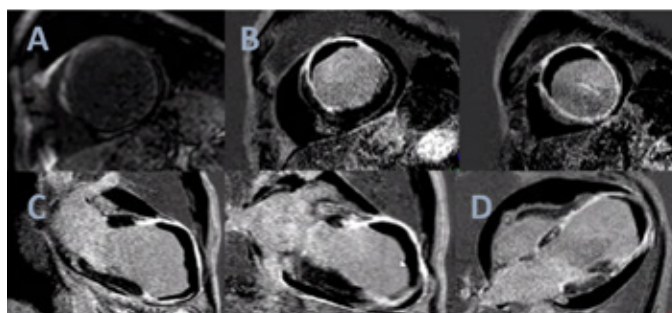


Imagen 2: Hematoma disecante. A Primer pasaje de gadolinio en eje corto. B, C y D Realce tardío de gadolinio en eje corto, 2 y 4 cámaras.

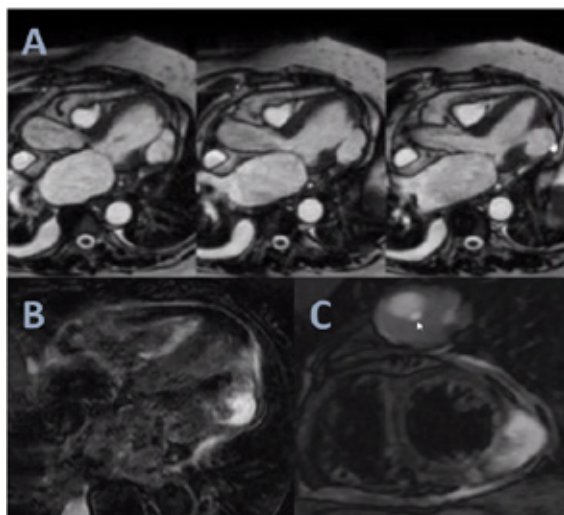


Imagen 3: Pseudoneurisma. A Cine 3 cámaras. B y C T2 en 4 cámaras y eje corto.

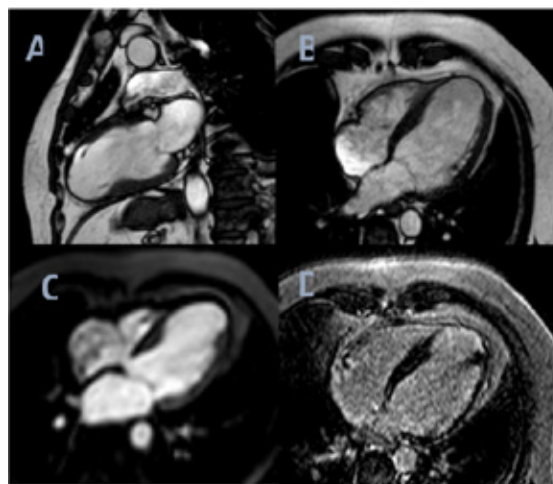


Imagen 4: Aneurisma apical. A y B Cine 2 y 4 cámaras. C Primer pasaje de gadolinio en 4 cámaras. D Realce tardío de gadolinio en 4 cámaras.

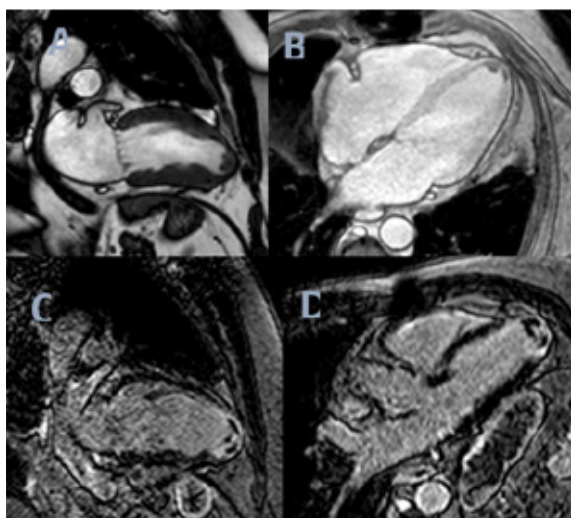


Imagen 5: Trombo apical. A Cine 2 cámaras. B T1 post contraste en 4 cámaras. C y D Realce tardío de gadolinio en 2 y 3 cámaras.

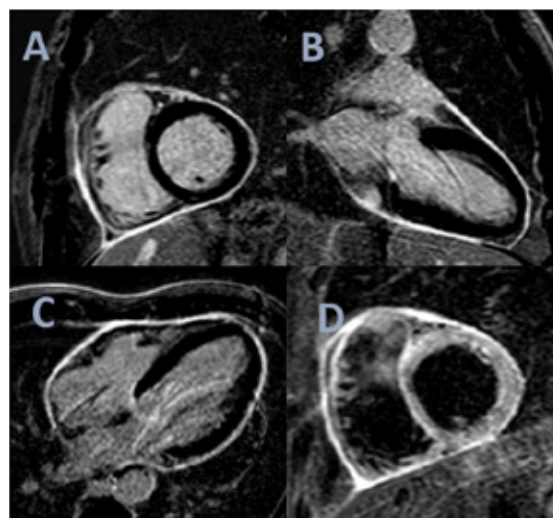


Imagen 6: Pericarditis. A, B y C Realce tardío de gadolinio en eje corto, 2 cámaras y 4 cámaras, D T2 STIR en eje corto

BIBLIOGRAFÍA

1. A. Hidalgo, G. Pons-Lladó. Utilidad de la RM cardíaca en el pronóstico y seguimiento de la cardiopatía isquémica. DOI: 10.1016/j.rx.2014.11.008
2. Guía ESC 2023 sobre el diagnóstico y tratamiento de los síndromes coronarios agudos. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehad19>.
3. De Lazzari M, Cipriani A, Cecere A, Niero A, De Gaspari M, Giorgi B, De Conti G, Motta R, Rizzo S, Tona F, Cacciavillani L, Tarantini G, Gerosa G, Basso C, Iliceto S, Perazzolo Marra M. Rotura cardíaca en el infarto agudo de miocardio: un estudio de resonancia magnética cardíaca. Eur Heart J Cardiovasc Imaging. 27 de octubre de 2023; 24 (11): 1491-1500. doi: 10.1093/ehjci/jead088. PMID: 37200615; PMCID: PMC10610764
4. ESTEBAN CLOS, ANDRÉS ULLOA WILCHES, HORACIO AVACA, ADRIANA GARCÍA. Left ventricular aneurysm vs. pseudoaneurysm: To Be, or Not to Be, That Is the Question. Rev ARgent CARDiol 2022;90:479-481. <http://dx.doi.org/10.7775/rac.es.v90.i6.20586>
5. Bastarrika Alemañ G et al. Resonancia magnética cardíaca de las cardiopatías congénitas en el adulto. Radiología. 2007;49(6):397-405
6. Cerdán Ferreira L, Juez Jiménez A, Alonso Ventura V, Castillo Lueña JE, Moreno Esteban EM. Insuficiencia mitral severa secundaria a rotura del músculo papilar posteromedial. RETIC. 2022 (agosto); 5 (2): 46-49. doi: 10.37615/retic.v5n2a10
7. Miras Ventura, D. J. A., Garrido Márquez, D. I., Guirado Isla, D. L., & Briones Bajaña, D. F. (2022). "Resonancia del corazón partío": Complicaciones del infarto miocárdico en Cardio-RM . Seram, 1(1). Recuperado a partir de <https://piper.espacio-seram.com/index.php/seram/article/view/9112>
8. Legallois D, Hodzic A, Alexandre J, Dolladille C, Saloux E, Manrique A, Roule V, Labombarda F, Milliez P, Beygui F. Definition of left ventricular remodelling following ST-elevation myocardial infarction: a systematic review of cardiac magnetic resonance studies in the past decade. Heart Fail Rev. 2022 Jan;27(1):37-48. doi: 10.1007/s10741-020-09975-3. PMID: 32458217.
9. J. Caballero-Borrego, J.M. Hernández-García, J. Sanchis-Fores. Mechanical Complications of Acute Myocardial Infarction. What are they? How Are They Treated and The Role of Percutaneous Intervention?. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1131-3587\(09\)72814-6](https://doi.org/10.1016/S1131-3587(09)72814-6).
10. Miras Ventura, D. J. A., Garrido Márquez, D. I., Guirado Isla, D. L., & Briones Bajaña, D. F. (2022). "Resonancia del corazón partío": Complicaciones del infarto miocárdico en Cardio-RM . Seram, 1(1). Recuperado a partir de <https://piper.espacio-seram.com/index.php/seram/article/view/9112>

8. VALORACIÓN DEL REMODELADO CARDÍACO POST IAM

Dra. Andrea Astesiano – Dra. Neiva Maciel – Dr. Alfredo Astesiano.

INTRODUCCIÓN

Un gran porcentaje de pacientes sobreviven el infarto agudo de miocardio (IAM), pero esto conlleva al incremento de la prevalencia de insuficiencia cardíaca (IC). Denominamos remodelado adverso cardíaco (RAC) posterior al IAM a, una interacción compleja entre componentes celulares, extracelulares del miocardio con reguladores neuro hormonales y epigenéticos, que llevan a cambios en la geometría y función de ambos ventrículos y aurículas, con el desenlace final en la insuficiencia cardíaca; siendo un marcador de mal pronóstico.

El RAC, se caracteriza por progresivo incremento de volumen de fin de diástole (VFD) y de fin de sístole (VFS) del VI; aumenta también el índice de esfericidad. Una definición arbitraria, pero muy utilizada es el incremento de al menos 20% del VFD, determinado en la primer imagen post infarto. Siendo estas definiciones principalmente anatómicas (1, 2)

Entonces, ¿Qué rol tiene la medicina nuclear para evaluar el remodelado del VI?

Intentaremos hacer una revisión sobre la utilidad y herramientas de la medicina nuclear, en cada paso del continuo proceso que lleva al RAC

1) Valoración de la necrosis

-Con la perfusión. Monto necrótico SPECT. El radiotrazador más utilizado en Argentina es el tecnecio 99 + Metoxi-isobutil isomitrilo (Tc99 mibi). Los softwares semicuantitativos permiten calcular scores de perfusión, teniendo en cuenta la extensión y la severidad de los defectos, en este caso los del reposo, en un mapa polar de 17 segmentos. Se puede expresar también en porcentaje. A mayor monto necrótico peor será el pronóstico. (10)

Tabla 1

2) Valoración de la sincronía

La contracción de la pared infartada suele durar más tiempo en comparación con la del VI conservado, denominado asincronía. Es un factor de riesgo de desarrollar RAC.

-SPECT y PET. Ambas son técnicas que sincronizan con la actividad eléctrica del electrocardiograma (ECG), y se adquieren las imágenes en frames, que son los intervalos de tiempo en el que se divide el ciclo cardíaco entre R-R'. De rutina se adquieren los estudios con 8 frames

– En la misma adquisición, se analizan parámetros de sincronía a partir del fundamento de analizar las fases, teniendo en cuenta cuando comienza la contracción del miocardio, el engrosamiento sistólico, diastólico en el ciclo cardíaco. En el RAC, existe dispersión y la contractilidad resulta heterogénea. (3)

Estos datos son totalmente cuantificables, reproducibles, sencillos y de rutina en la especialidad de cardiología nuclear.

Pueden correlacionarse mapas de necrosis con sincronía del VI. Se obtienen en el reposo y también en el esfuerzo

3) Valoración de la viabilidad

En el espectro completo que abarca el concepto de viabilidad miocárdica, prácticamente todos los estadios pueden evaluarse mediante la medicina nuclear.

-Isquemia, por estudios de perfusión SPECT y PET: Podemos evaluar la severidad, la extensión de la isquemia y correlacionarlos con territorios coronarios. De forma visual, o semi cuantitativa. Una herramienta de los softwares es el score sumado de stress (SSS) que valora la perfusión de los 17 segmentos y asigna un valor, también se puede expresar en porcentaje. Si hacemos la diferencia el SSS con el SRS obtendremos el SDS (Score diferencial sumado). Si el SSS supera el valor de 13 o SDS >8%, se considera un resultado severamente anormal, de alto riesgo, con una probabilidad de tener eventos cardíacos mayores al año >3%.

Comparando la perfusión (SPECT con Tc99mibi, PET con Amonio N13) y el metabolismo (PET con FDG-F18) obtenemos:

-Patrón 1 concordante normal. Perfusión normal + Metabolismo normal. FSVI disminuida

-Patrón 2 discordante. Perfusión reducida + Metabolismo preservado. FSVI disminuida.

Patrón a identificar para revascularizar: Hibernación. Estado de disfunción del VI persistente que resulta de la reducción crónica del flujo sanguíneo, con metabolismo celular reducido. El atontamiento también es un estado de disfunción del VI reversible, que podemos identificar

-Patrón 3 concordante anormal. Perfusión anormal + Metabolismo anormal. FSVI disminuida (4)

La gran fortaleza de la medicina nuclear en la valoración del espectro de la viabilidad es que detecta el tejido "vivo", tanto porque el flujo al miocardio se encuentra preservado, como la membrana celular intacta, a diferencia de otras técnicas que evalúan el tejido "muerto" necrótico

4) Valoración de la inervación cardíaca

En la patogénesis del remodelado ventricular también tienen un rol las causas bioquímicas-moleculares, relacionadas con producción de mediadores capaces de remodelar el VI. El incremento de catecolaminas permite aumentar el gasto cardíaco en la medida que la reserva contráctil de los segmentos infartados lo permita. ¿Podemos cuantificar el sistema simpático?.

El radiotrazador más utilizado es el yodo 123 + iodobenzilguanidin, se realizan imágenes planares y SPECT. Es análogo al receptor de norepinefrina (NE), resistente al metabolismo enzimático y con elevada afinidad por los receptores pre sinápticos (NET) de

NE, por lo que se visualiza la función pre sináptica del sistema nervioso simpático. Técnica fácilmente reproducible pero de alto costo por el material. Podremos evaluar de forma regional y global la captación y el lavado del material, esto tiene valor clínico y pronóstico (5)

5) Valoración de la FSVI

La fracción de eyección es el determinante más importante de morbi mortalidad posterior a un infarto (6)

- Radiocardiograma de primer paso: Mediante bolo dinámico de actividad de Tc99 se observa el paso a través de cavidades, permitiendo valorar función de ambos ventrículos
- Radiocardiograma de equilibrio: Se sincroniza el ECG a la actividad temporal del ciclo cardíaco. Cuantificamos el Tc99 en las cavidades, no se asumen formas geométricas Traza automáticamente una curva tiempo actividad, del cual se derivan los parámetros de función. El cálculo es en base a la cantidad de cuentas detectadas. Durante décadas fue estándar para valorar la FEVI, aunque en la actualidad ha quedado relegado por técnicas que no utilizan radiación. Una gran ventaja es la reproducibilidad en el cálculo de la FEy intra e inter observador (7).

Al ser las imágenes obtenidas bajo cámara pueden hacerse protocolos con apremios como el frío, la hiperventilación, en esfuerzo. Fig. 2

- SPECT gatillado: En base a determinar la actividad de TC99-mibi retenida en el miocardio se delimita el epicardio, el endocardio y con derivadas se obtienen los datos funcionales.

6) Valoración de la función diastólica

En la sucesión de eventos isquémicos, uno de los parámetros que se altera de forma precoz es la función diastólica. Posterior al infarto de miocardio, y sobre todo cuando ocurre el RAC, la disfunción diastólica se asocia a peor pronóstico. (8)

Se puede analizar en los estudios de radiocardiograma (de primer paso y equilibrio), estudios SPECT y estudios PET, gatillados. No suele utilizarse la medicina nuclear de forma rutinaria para la valoración de la función diastólica, pese a que no implica realizar una adquisición adicional, en el análisis del mismo estudio de perfusión de rutina, los softwares otorgan las herramientas para el análisis.

De forma automática analizamos en la fase de llenado diastólico del VI, la curva de actividad / tiempo:

- Velocidad máxima de llenado (PFR: peak filling rate). Normal >1.8 VTD/segundo
- Tiempo a velocidad máxima de llenado (TTPF: time to peak filling). Normal < 216,7 ms. Fig. 3

CONCLUSIONES

Posterior al infarto del miocardio sucede una cascada de eventos que remodelan de forma adversa el miocardio, principalmente del ventrículo izquierdo. De forma no invasiva, con técnicas de medicina nuclear podemos diagnosticar prácticamente todo el espectro de estos sucesos, con el objetivo final de prevenir el deterioro severo de la función ventricular y de poder intervenir precozmente para mejorar el pronóstico de esta población.

		BAJO RIESGO	ALTO RIESGO
Perfusión	Mapa Polar	< 11%	> 20%
Esfuerzo	SSS	< 9	> 13
Reversibilidad	SDS	< 3	> 3 o 1 0%
Reposo	SRS	< 1	> 3
Gated SPECT	FEY post esfuerzo	>50%	< 40%
Gated SPECT	FEY reposo	> 45%	< 35%
Volúmenes	VTS post esfuerzo		> 70 ml
Motilidad	Regional		Alt. Transitorias de Múltiples territorios

Tabla 1: Adaptada de Rev.Urug.Cardi. vol.23 no.1 Montevideo 2008. Resume valores de perfusión y no perfusivos asociados a bajo riesgo y alto riesgo con peor pronóstico. Monto necrótico SRS.

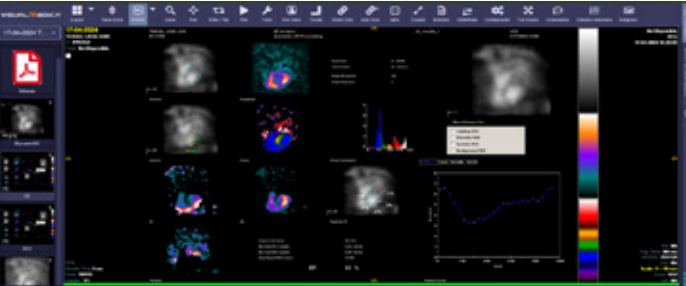


Figura 2: Paciente con leve deterioro de la FSVI. Radiocardiograma solicitado en internación por estudios complementarios discordantes. Se observan algunos datos como curva de actividad/tiempo, parámetros de fase, FEy.

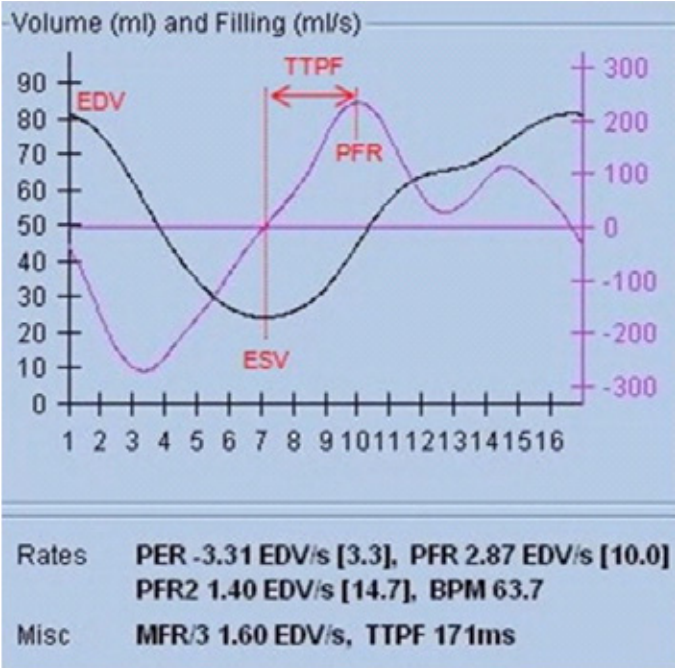


Figura 3: Extraído de estudio de rutina, con software QGS AutoQUANT software (Cedars-Sinai Medical Center, Los Angeles, California, USA)

BIBLIOGRAFÍA

1. J. J. Gomez-Doblas, J. Schor, P. Vignola et al. Postinfarct Left Ventricular Remodelling: A Prevailing Cause of Heart Failure. *Cardiol Res Pract.* 2016; 2016: 2579832
2. L. Bolognese, A. N. Neskovic, G. Parodi et al., "Left ventricular remodeling after primary coronary angioplasty: patterns of left ventricular dilation and long-term prognostic implications," *Circulation*, vol. 106, no. 18, pp. 2351–2357, 2002.
3. J. Erriest et al / *Rev Fed Arg Cardiol.* 2022; 51(2): 55-60 59
4. Ema. N. Aramayo, R. Geronazzo, Relación entre los patrones de viabilidad, flujo miocárdico y la anatomía coronaria mediante tomografía por emisión de positrones integrada con tomografía multicorte. *Rev. Argent. Cardiol.* vol.81 no.2
5. Anna Teresińska · Olgierd Woźniak. Quality and utility of [123I] I-metaiodobenzylguanidine cardiac SPECT imaging in nondiabetic postinfarction heart failure patients qualified for implantable cardioverter defibrillator *Annals of Nuclear Medicine* (2021) 35:916–926
6. Hall TS, von Lueder TG, Zannad F, et al. High-Risk Myocardial Infarction Database Initiative investigators. Relationship between left ventricular ejection fraction and mortality after myocardial infarction complicated by heart failure or left ventricular dysfunction. *Int J Cardiol* 2018; 272: 260-6.
7. Adam WE, Clausen M, Hellwig D, Henze E, Bitter F. Radionuclide ventriculography (equilibrium gated blood pool scanning): its present clinical position and recent developments. *Eur J Nucl Med.* 1988;13:637–647
8. Lin FY, Zemedkun M, Dunning A, Gomez M, Labounty TM, Asim M, et al.. Extent and severity of coronary artery disease by coronary CT angiography is associated with elevated left ventricular diastolic pressures and worsening diastolic function. *J Cardiovasc Comput Tomogr.* (2013) 7:289–96 e281. 10.1016/j.jcct.2013.08.008
9. Joan Castell Conesa. S. A. Bruix. *Cardiología Nuclear en la Practica Clínica.* Hospital Vall D Hebron, Barcelona, España. 2003
10. Lucas San Miguel, Laura Brodsky, Osvaldo H. Masoli. Remodelado del ventrículo izquierdo postinfarto: una mirada desde la perfusión miocárdica gated-SPECT. *Rev Argent de Cardiol.* 2024;92:15-20

9. VALORACIÓN ECOCARDIOGRÁFICA AVANZADA EN INOCA

Dra. Ivana Vanesa Oliveri - Dr. Carlos Rodríguez Correa

ACC: Colegio Americano de Cardiología.
ADA: Arteria descendente anterior.
ADP: Arteria descendente posterior.
AI: aurícula izquierda.
CFR: Reserva de flujo coronaria.
Cx: Arteria Circunfleja.
DD: disfunción diastólica.
DMV: disfunción microvascular.
EACVI: European Association of Cardiovascular Imaging.
ECC: enfermedad coronaria crónica.
EE: Ecocardiograma de estrés.
EP: End point.
ETT: Eco Doppler transtorácico.
HFpEF: Insuficiencia cardíaca con fracción de eyección preservada
INOCA: Isquemia miocárdica en ausencia de enfermedad coronaria obstructiva.
MACE: eventos adversos cardiovasculares mayores.
NT-proBNP: Propéptido natriurético cerebral fragmento N-terminal.
PET: Tomografía por emisión de positrones.
RMC: Resonancia magnética Cardíaca.
SAI: Strain auricular izquierdo.
SAIb: Strain auricular izquierdo de bomba (contracción).
SAIc: Strain auricular izquierdo de conducto.
SAIr: Strain auricular izquierdo de reservorio.
SEC: Sociedad Europea de Cardiología.
SLG: Strain longitudinal global del ventrículo izquierdo.
TCI: Tronco de coronaria izquierda.
VEC: Vasoespasma epicárdico.
VI: Ventrículo izquierdo.

INTRODUCCIÓN

Cerca del 50% de los pacientes estudiados para descartar enfermedad coronaria no presentan lesiones angiográficamente significativas. INOCA es una entidad subdiagnosticada que afecta predominantemente a mujeres y que conlleva mayor riesgo de eventos clínicos que la población sin isquemia (1). La integridad de la microvasculatura se evalúa a través de su capacidad vasodilatadora utilizando métodos invasivos o no invasivos donde el ETT tiene una utilidad limitada. En este texto se hará una breve exposición de los aportes del ETT aplicando técnicas avanzadas, no sólo por la utilización de tecnología de punta o herramientas de software modernas (como el strain) sino también, por el uso de técnicas habituales que para ser aplicadas requieren destreza y entrenamiento (como la evaluación del flujo coronario por Doppler).

ENDOTIPOS

La microcirculación coronaria puede verse alterada a través de dos mecanismos, estableciendo dos endotipos: la DMV y el

VEC. Estas alteraciones pueden coexistir y/o presentarse junto a enfermedad coronaria obstructiva ensombreciendo el pronóstico. En la tabla 1 se enumeran las características fisiopatológicas y en la tabla 2 se detallan los criterios diagnósticos de ambas entidades (2).

PANORAMA ACTUAL

Existe un mayor riesgo de disfunción ventricular y HFpEF en pacientes con DMV y DD.

La isquemia microvascular podría desencadenar disfunción endotelial y generar a largo plazo insuficiencia cardíaca. Los factores de riesgo tradicionales contribuyen aportando un estado proinflamatorio y prooxidativo que altera la microvasculatura y genera vulnerabilidad miocárdica (Figura 1).

Un estudio que evaluó a 201 pacientes con INOCA reveló que la isquemia microvascular se asoció de manera independiente a DD por ETT, eventos cardiovasculares compuestos y hospitalización por HFpEF. Además, en pacientes con CFR alterada y DD el riesgo de HRpEF fue cinco veces mayor (3).

DIAGNÓSTICO

Tanto la angiografía como el PET o RMC han sido validadas por su utilidad en INOCA. Sin embargo, su alto costo, escasa accesibilidad y necesidad de entrenamiento las hacen poco aplicables en la práctica diaria. En este escenario, surge la evaluación ecocardiográfica con técnicas avanzadas como una interesante alternativa.

ROL DEL ECOCARDIOGRAMA DOPPLER CON TÉCNICAS AVANZADAS

ECOCARDIOGRAMA DE ESTRÉS

- Estimación de la CFR: La CFR estimada por EE se establece por la diferencia entre las velocidades máximas de flujo Doppler diastólico en la hiperemia (posterior al vasodilatador adenosina o dipiridamol) y el flujo basal. En manos de un operador entrenado, la sensibilidad de la evaluación en la ADA es del 95% y de 75-83% para ADP (4). El valor normal es >2 y, en ausencia de enfermedad epicárdica significativa, su alteración refleja enfermedad microvascular.

- Su limitación consiste en que no evalúa la totalidad de los vasos epicárdicos, pudiendo pasar por alto lesiones en segmentos distales o en otros vasos de gran calibre como TCI y Cx.

- Se ha demostrado una adecuada correlación de la CFR respecto de la obtenida por los métodos de referencia, PET (4) y Doppler intracoronario (3). La Guía de la SEC de ECC de 2019 lo recomienda para evaluar CFR por la ADA en sospecha de angina microvascular (IIbB) y la guía AHA/ACC 2021 para evaluación de pacientes con dolor torácico, aclarando que la medición de la velocidad de la CFR puede ser razonable para mejorar el diagnóstico de la disfunción miocárdica coronaria y

estimar el riesgo de MACE en INOCA (recomendación IIbC).

- Evaluación de la motilidad parietal: En la mayoría de los pacientes con INOCA no se observan alteraciones de la motilidad parietal al ser sometidos a EE, a pesar de la manifestación sintomática y la alteración electrocardiográfica. Esto ha generado la hipótesis de la "cascada isquémica alternativa" (5) en donde el monto isquémico se encuentra distribuido pudiendo causar alteraciones electrocardiográficas, pero no lo suficiente como para alterar la contractilidad del VI.

STRAIN LONGITUDINAL GLOBAL:

- El análisis de la deformación longitudinal del miocardio del VI por speckle tracking, GLS, es más sensible al deterioro de la disfunción ventricular que la fracción de eyección. Aporta valor pronóstico adicional reconociendo sutiles cambios en detrimento de la función sistólica. Sin embargo, el análisis del strain segmentario como método de diagnóstico o seguimiento no está recomendado, por su extrema variabilidad entre los proveedores, falta de valores de referencia y la reproducibilidad subóptima (6).

- En pacientes con INOCA la alteración del SLG puede deberse a una mayor susceptibilidad isquémica del subendocardio por DMV.

- En una publicación del estudio iPOWER la reserva contráctil del VI se redujo significativamente en el subgrupo de DMV con CFR disminuido (4). Se ha demostrado, además, una correlación entre la disminución del flujo coronario medido por angiografía y menores valores del SLG en estos pacientes comparado a controles normales. (7).

- Un estudio prospectivo, multicéntrico e internacional, aleatorizó a pacientes con INOCA en dos grupos según valores normales o disminuidos de CFR, mediante EE con apremio farmacológico (dipiridamol). De los 135 pacientes, 35 (27%) presentaban CFR < 2. El SLG en reposo no demostró diferencias entre ambos grupos. En el máximo esfuerzo los pacientes con CFR disminuida presentaron menores valores de SLG ($p < 0,007$), mayor dispersión mecánica ($p < 0,0005$), menor tensión endocárdica ($p < 0,001$) y menor tensión epicárdica ($p < 0,0002$) (8).

STRAIN AURICULAR IZQUIERDO

- La evaluación del SAI requiere de un software específico. Los requerimientos técnicos de adquisición, así como los valores de referencia dependen del proveedor de software utilizado.

- El strain auricular izquierdo de reservorio, SAIr, fue incorporado en el consenso de EACVI 2022 como herramienta para el algoritmo de disfunción diastólica en HFpEF. En ese texto se estableció un valor medio normal de: 47%, 41% y 36% en los grupos de edad de 20 a 40, 40 a 60 y ≥ 60 años respectivamente. El límite inferior de normalidad depende tipo de software del proveedor y de la edad, pero valores <19-23% son considerados anormalmente bajos (9). Ejemplo de adquisición se grafica en la Figura 2.

- Una publicación reciente del registro MOSAIC-COR evaluó a 63 pacientes con INOCA cuya microcirculación coronaria fue estudiada de manera invasiva. Los valores de CFR e IMR fueron correlacionados con NT-proBNP y SAI (SAIr, SAIlb y SAIlc) para diagnosticar HFpEF según el documento de consenso de EACVI mencionado. El EP primario fue determinar la prevalencia de HFpEF. El EP secundario fue evaluar la asociación entre la resistencia de la microcirculación, el SAI y HFpEF. Se encontró DMV en 59% (37 pacientes) y se diagnosticó HFpEF en 24% (15 pacientes). Los valores más bajos de SAIr se asociaron a mayor IMR ($p < 0,001$) y un nivel más alto de NT-proBNP ($p < 0,001$). A su vez, menor valor de SAIlb se relacionó con un mayor nivel de NT-proBNP ($p < 0,001$) y menor valor de SAIlc se asoció a mayor valor de IMR ($p = 0,04$). (Figura 3). Con estos resultados, se estableció una relación entre la resistencia microvascular y la tensión auricular izquierda que puede reflejar un nexo fisiopatológico. Los autores además abren el interrogante de implementar inhibidores de SGLT-2 en este contexto. (10)

CONCLUSIONES

Las técnicas avanzadas de ecocardiografía se encuentran en permanente desarrollo, pero han demostrado ser útiles para evaluar la CFR (EE), establecer un nexo fisiopatológico entre resistencia microvascular y la alteración de la relajación AI (SAI); y diagnosticar el sufrimiento subendocárdico en etapas tempranas para intervenir precozmente (SLG).

TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1: características fisiopatológicas de los endotipos de alteración microvascular.

ENDOTIPO	FISIOPATOGENIA
DISFUNCION MICROVASCULAR	Alteración estructural - Remodelado arteriolar secundario a proliferación del músculo liso, disminución del lumen y/o menor densidad de capilares. - Poseen alteración de la respuesta a los estímulos vasodilatadores. - Este remodelado arteriolar se encuentra también en miocardiopatías, factores de riesgo cardiovascular, hipertrofia ventricular izquierda y aterosclerosis. Desregulación arteriolar funcional - Afecta clásicamente a arterias de mediano calibre, que son aquellas con respuesta vasodilatadora por flujo y pueden presentar vasoconstricción paradójica.
VASOESPASMO CORONARIO	- Desorden vasomotor que causa isquemia dinámica en segmentos hiperreactivos. - Producida por alteración en la funcionalidad de los vasos epicárdicos, a nivel endotelial o del músculo liso. - Responde a estímulos vasoconstrictores (frío, estrés, reacciones alérgicas graves como el Síndrome de Kounis, etc). - Una de las primeras publicaciones de este endotipo fue realizada por Prizmetal en 1959.

Tabla 2: CRITERIOS DIAGNOSTICOS DE LOS ENDOTIPOS DE INOCA. Tomado y modificado de EuroIntervention 2021; 16:1049-1069.

ENDOTIPO	FISIOPATOLOGIA	CRITERIO DIAGNOSTICO
1: Angina microvascular	Disfunción microvascular coronaria	Diagnóstico con catéter y prueba de adenosina • FFR > 0.8 • CFR < 2.0 • IMR ≥ 25 • RMH ≥ 1.9 Vasoreactividad (test acetilcolina) • No o < 90% de reducción de diámetro • +Angina • +Cambios isquémicos en ECG
2: Angina vasoespástica	Espasmo epicárdico	Diagnostico con catéter y prueba de adenosina • FFR > 0.8 • CFR ≥ 2.0 • IMR < 25 • RMH < 1.9 Vasoreactividad (test acetilcolina) • > 90% de reducción de diámetro • +Angina • +Cambios isquémicos en ECG
3: Angina microvascular y vasoespástica	Disfunción microvascular y espasmo epicárdico	Diagnóstico con catéter y prueba de adenosina • FFR > 0.8 • CFR < 2.0 • IMR ≥ 25 • RMH ≥ 1.9 Vasoreactividad (test acetilcolina) • No o < 90% de reducción de diámetro o >90% • +Angina • +Cambios isquémicos en ECG
4: Dolor torácico no cardiaco	Ninguna	Diagnóstico con catéter y prueba de adenosina • FFR > 0.8 • CFR ≥ 2.0 • IMR < 25 • RMH < 1.9 Vasoreactividad (test acetilcolina) • No o < 90% de reducción de diámetro • - Angina • - Cambios isquémicos en ECG
5: Enfermedad coronaria sin limitación al flujo.	Aterosclerosis difusa	Diagnostico con catéter y prueba de adenosina • FFR > 0.8 • CFR ≥ 2.0 • IMR < 25 • RMH < 1.9 Vasoreactividad (test acetilcolina) • No o < 90% de reducción de diámetro • - Angina • - Cambios isquémicos en ECG

EAC: enfermedad de las arterias coronarias. CFR: reserva de flujo coronario. FFR: Reserva de flujo fraccional. RMH: resistencia de la velocidad miocárdica hiperémica. IRM: índice de resistencia microvascular.

FIGURA 1: mecanismo propuesto para la insuficiencia cardíaca en inoca por enfermedad microvascular coronaria. Tomado de J Clin Ultrasound. 2022; 50:1134–1142.

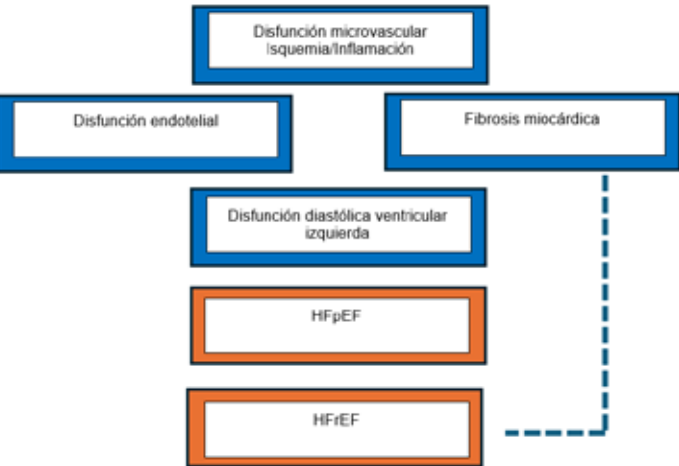


FIGURA 2: representación de curvas de sai de reservorio y de bomba de un paciente sano, con valores normales y de un paciente con hfpEF con valores disminuidos en vista apical de cuatro cámaras. Tomado y modificado de Eur Heart J Cardiovasc Imaging 2022;23:e34–61.

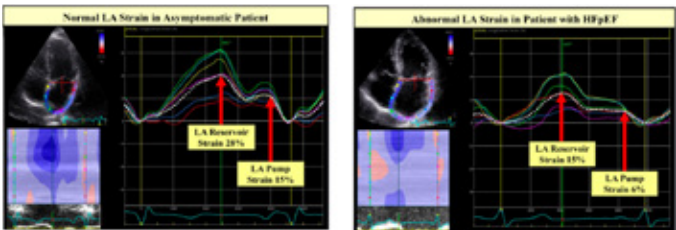
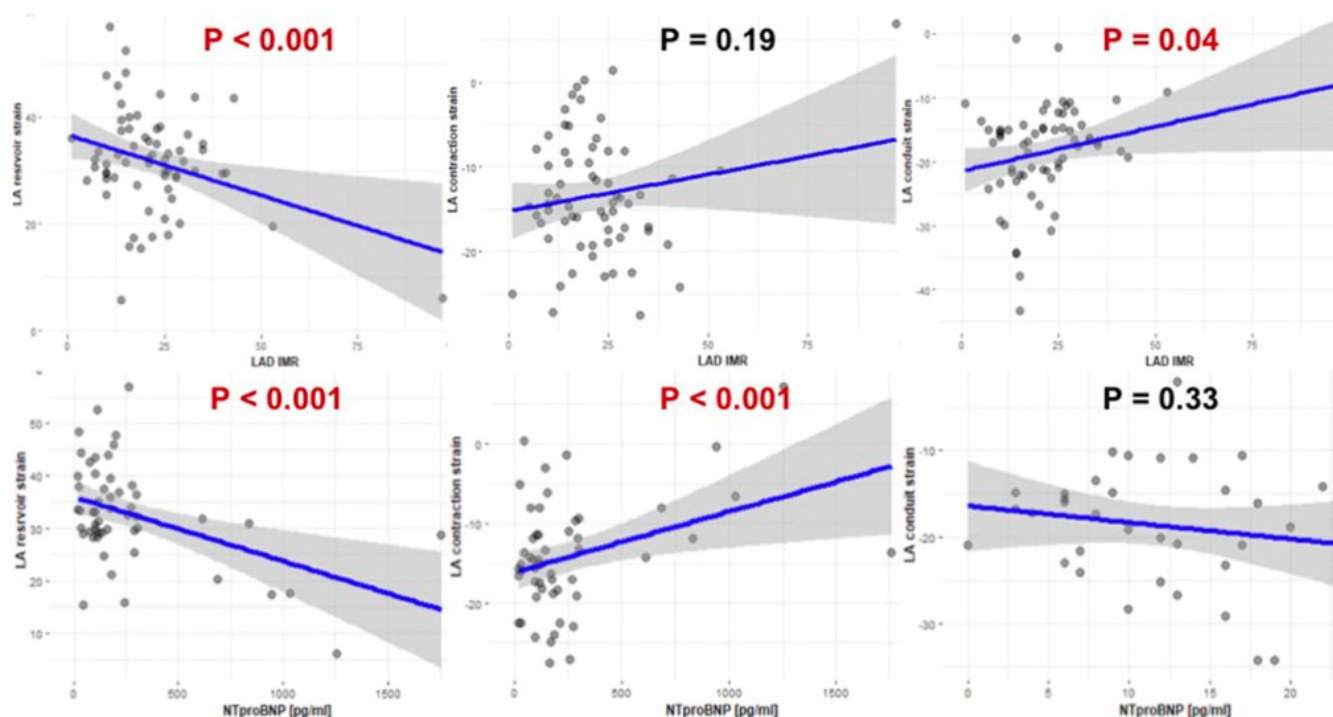


FIGURA 3: relación de los valores de sai de reservorio, de bomba y de conducto con nt-probnp.

Un menor valor de SAI de reservorio se relacionó con un valor más alto de IMR y un nivel más alto de NT-proBNP. Un valor alterado de SAI de conducto se relacionó con un valor más alto de IMR. Un menor valor de SAI de bomba se relacionó con un mayor nivel de NT-proBNP. Tomado de: European Heart Journal (2023) 44 (Suppl 2).

BIBLIOGRAFÍA

1. Mehta P., Huang J., Levit R., Malas W., Waheed., Bairey Merz C. Ischemia and no obstructive coronary arteries (INOCA): A narrative review. *Atherosclerosis* 363 (2022) 8–21.
2. Kunadian V., Chieffo A., Camici P., Berry C., Escaned J., Mass A., et al. An EAPCI Expert Consensus Document on Ischaemia with Non-Obstructive Coronary Arteries in Collaboration with European Society of Cardiology Working Group on Coronary Pathophysiology & Microcirculation Endorsed by Coronary Vasomotor Disorders International Study Group. *EuroIntervention* 2021;16:1049-1069.
3. Almeida A. MINOCA and INOCA: Role in Heart Failure. *Current Heart Failure Reports* (2023) 20:139–150.
4. Jovanovich I., Milorad T., Djordjevic-Dikic A. Giga V., Beleslin B., et al. Role of different echocardiographic modalities in the assessment of microvascular function in women with ischemia and no obstructive coronary arteries. *J Clin Ultrasound*. 2022;50:1134–1142.
5. Picano EEP. The alternative “ischemic” cascade in coronary microvascular disease. *Cardiologia*. 1999;44(9):791-795.
6. Voigt J-U., Cvirjic M. State of the art review 2- and 3-dimensional myocardial strain in cardiac health and disease *JACC: Cardiovascular Imaging* Vol. 12, no.9, 2019 a 2019.
7. Sucato V., Novo G., Madaudo C., Di Fazio L., Vadalà G., Caronna N., et al. Longitudinal Strain Analysis and Correlation with TIMI Frame Count in Patients with Ischemia with No Obstructive Coronary Artery (INOCA) and Microvascular Angina (MVA). *J. Clin. Med.* 2023, 12, 819.
8. Zanella H., Arbucci R., Fritche-Salazar J., Ortiz-Leon Y., Tuttolomondo D., Lowenstein D., et al. Vasodilator Strain Stress Echocardiography in Suspected Coronary Microvascular Angina. *J.Clin. Med.* 2022, 11, 711.
9. Smiseth OA, Morris DA, Cardim N, Cikes M, Delgado V, Donal E, et al. Multimodality imaging in patients with heart failure and preserved ejection fraction: an expert consensus document of the European Association of Cardiovascular Imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2022;23:e34–61.
10. Legutko J., Szolc P., Niewiara L., Stapor M., Kleczynski P., Tekieli L., et al. Association between coronary microcirculatory resistance, left atrial strain and heart failure with preserved ejection fraction in patents with ischemia and non-obstructive coronary arteries (INOCA). *European Heart Journal* (2023) 44 (Suppl 2).

10. ESCENARIOS MÁS FRECUENTES DE INOCA MEDIANTE RMC

Dr. Agustin Rocchia - Dr. Mariano Estofan.

Introducción

El dolor precordial acompañado de isquemia miocárdica documentada en estudios no invasivos, evidencia más de un 50% de estudios angiográficos con enfermedad coronaria no obstructiva (lesiones menores del 50%) (1). Esto es denominado INOCA, y aunque inicialmente era considerado un proceso benigno, la isquemia miocárdica con enfermedad coronaria no obstructiva, representa hoy una entidad muy compleja, con un diagnóstico desafiante, y una elevada tasa de morbilidad y mortalidad.

Los mecanismos principales de INOCA son la disfunción microvascular coronaria y el espasmo coronario epicárdico, pudiendo estar presentes ambos a la vez. Para el diagnóstico de esta patología es necesario una combinación de estudios anatómicos y pruebas funcionales de las arterias epicárdicas como así también el estudio de su microcirculación.

Desafortunadamente, INOCA a menudo no se detecta ni se trata de forma adecuada, debido a las limitaciones de las herramientas de diagnóstico empleadas, una conciencia inadecuada de la patología y errores en el manejo (2). La identificación temprana y el manejo adecuado de pacientes con INOCA, son esenciales para reducir el riesgo de resultados adversos en los pacientes.

Epidemiología

INOCA es una condición muy frecuente, que afecta predominantemente al sexo femenino. Un gran estudio multicéntrico en Estados Unidos de pacientes referidos a angiografía por angina o pruebas de estrés positivas mostró que cerca del 39% tenían lesiones no obstructivas, siendo entre el 50-70% en las mujeres y 30-50% en hombres (3).

Datos de un registro en Dinamarca de 11223 pacientes con angina referidos para angiografía entre 1998 y 2009 encontró que el 65% de mujeres, contra el 33% de hombres tenían enfermedad coronaria no obstructiva.

De manera interesante la angina vasoespástica es mayor en hombres que en mujeres, de presentación entre los 40-70 años, con disminución después de los 70 años. El tabaquismo se ha encontrado como un factor de riesgo en esta población contrario a la diabetes e hipertensión arterial.

Fisiopatología

Existen dos endotipos responsables de INOCA, uno incluye la disfunción microvascular (DMV) y otro la angina vasoespástica (AVE). Si bien representan dos entidades diferentes ambos pueden coexistir. Un meta análisis examinó la distribución de estos subtipos y encontró que el 41 % de INOCA era debido a DMV, 40% AVE y un 23% por mecanismos combinados (2).

Disfunción Microvascular (DAM)

Más frecuente en mujeres, la reducción del flujo microvascular puede ser producida por remodelado de la microvasculatura (reducción fija que condiciona incremento en la resistencia de la microcirculación y pérdida de la vasodilatación) (4); o por

desórdenes arteriulares vasomotores (reducción dinámica) que se dan en arteriolas de mediano a gran calibre y están íntimamente relacionado con la disfunción endotelial. En otras palabras, la DAM puede ser estructural o funcional (5)

Los factores de riesgo tradicionales, la hipertrofia ventricular y las cardiopatías pueden predisponer a este remodelado microvascular con cambios en la capacidad vasodilatadora y limitación en la reserva de sangre y oxígeno en respuesta a ejercicio o estrés.

Vasoespasmo Coronario Epicárdico

Los desórdenes vasomotores epicárdicos, más frecuentes en hombres que en mujeres, pueden acompañarse de supradesnivel del segmento ST (Prinzmetal), infradesnivel del segmento ST o inversión de la onda T. Estos pueden coexistir con vasoespasmo de la microcirculación, lo que está asociado a peor pronóstico.

Presentación Clínica

La presentación es similar a los pacientes con angina típica relacionada a enfermedad coronaria obstructiva; sin embargo, muchos pacientes se presentan con un espectro de signos y síntomas que pueden ser confundidos con patologías no cardíacas.

Pronóstico

Contrario al pensamiento clásico, el pronóstico de INOCA está lejos de ser benigno. Esta patología se encuentra asociada con deterioro en la calidad de vida e invalidez, mayor riesgo de morbilidad y mortalidad, y mayores costos en salud por internaciones y estudios invasivos a repetición (6).

Diagnóstico

Ante la evidencia de isquemia miocárdica, el primer paso siempre es evaluar la existencia de enfermedad coronaria epicárdica, lo cual puede realizarse mediante Angiografía Invasiva o mediante AngioTomografía multicorte.

En ausencia de enfermedad coronaria epicárdica, se deben evaluar anomalías funcionales o estructurales de la microcirculación coronaria que puedan ser responsables del deterioro de la perfusión miocárdica. Actualmente ninguna técnica permite una visualización anatómica directa de la microcirculación coronaria por lo tanto su evaluación se basa en la medición de parámetros funcionales indirectos, como ser la valoración de la reserva de flujo coronario (CRF). Esta se evalúa mediante el ratio del flujo miocárdico en hiperemia en respuesta a estímulos vasoactivos, sobre el flujo miocárdico en reposo.

Si bien la administración de acetilcolina, para evidenciar vasoespasmo epicárdico y de la microcirculación, solo puede realizarse mediante angiografía invasiva, la evaluación de la CRF, puede realizarse mediante diversos métodos no invasivos, particularmente mediante Resonancia magnética cardíaca (RMC) en la cual nos focalizaremos.

Resonancia magnética cardíaca.

La RMC permite una valoración completa de la función y estructura cardíaca, perfusión global y regional, viabilidad miocárdica, caracterización tisular y mediante las técnicas de estrés farmacológico,

permite detectar la presencia de isquemia miocárdica. Esto sumado a las técnicas de perfusión cuantitativa nos brinda conocimientos sobre función microvascular y CRF.

Luego de la administración de un agente vasodilatador (Adenosina/ Dipyridamol) se evalúa cualitativamente la presencia de defectos de perfusión miocárdica segmentaria evaluando la CRF, pero se deben sumar métodos más precisos como ser diversas técnicas semicuantitativas y cuantitativas:

- Método Semicuantitativo: estos utilizan un parámetro llamado pendiente ascendente con un factor de corrección conocido como función de entrada arterial (AIF), el cual independiza a las condiciones hemodinámicas de la estimación de flujo. La pendiente ascendente tiene una relación casi lineal con el flujo sanguíneo, y representa la intensidad de señal miocárdica que aumenta en el tiempo a medida que ingresa el contraste; la relación entre las pendientes de estrés y reposo permiten estimar la reserva de perfusión miocárdica (MPR). Una MPR de $\leq 1,84$ es utilizada como punto de corte para identificar alteración de la microcirculación(8).

- Método Cuantitativo: “Método del doble bolo y doble secuencia”. Durante el primer paso, la concentración de gadolinio es mayor en la sangre que en el miocardio, lo que provoca variaciones de señal miocárdica en T1, T2 y T2*, que no se observan cuando se diluye el gadolinio. Para superar este problema, se utilizan enfoques de doble (en reposo y durante el estrés), con una inyección inicial de gadolinio en dosis bajas, seguida de otra exploración con una dosis estándar de

gadolinio. En el enfoque de secuencia dual, se utilizan dos secuencias distintas: una secuencia de cobertura total optimizada para el miocardio y una secuencia de un solo corte diseñada específicamente para medir sangre con altas concentraciones de gadolinio, lo que permite mediciones de AIF más precisas. Esta técnica, utilizando un punto de corte de $<2,5$ para DAM, se mostró superior que las técnicas semicuantitativas (AUC de 0,90 vs 0,64 para identificar DAM). (9).

- Mapeo de perfusión “en línea” automatizado: esta técnica utiliza un método de perfusión miocárdica con corrección del movimiento respiratorio y mapeo de perfusión automatizado, que permite la adquisición durante la respiración libre y permite cuantificación del flujo miocárdico en píxeles. Esta técnica mide las secuencias de pulsos tanto para el AIF como para el tejido miocárdico, pero luego logra linealidad entre la señal y la concentración del agente de contraste, incorporando automáticamente varios factores de corrección. Tiene un desempeño diagnóstico para caracterizar DAM superior a las técnicas semicuantitativas, aunque inferior al método de doble bolo y doble secuencia.

Conclusiones

Existe un creciente interés en mejorar el conocimiento y el diagnóstico del INOCA. El mayor desafío actual es diagnosticar INOCA de una manera precisa, accesible y menos invasiva que las pruebas de reactividad coronaria. Las imágenes de perfusión por CRM nos permiten obtener de forma rápida y no invasiva datos de diagnóstico que presentan una elevada correlación con los métodos invasivos.

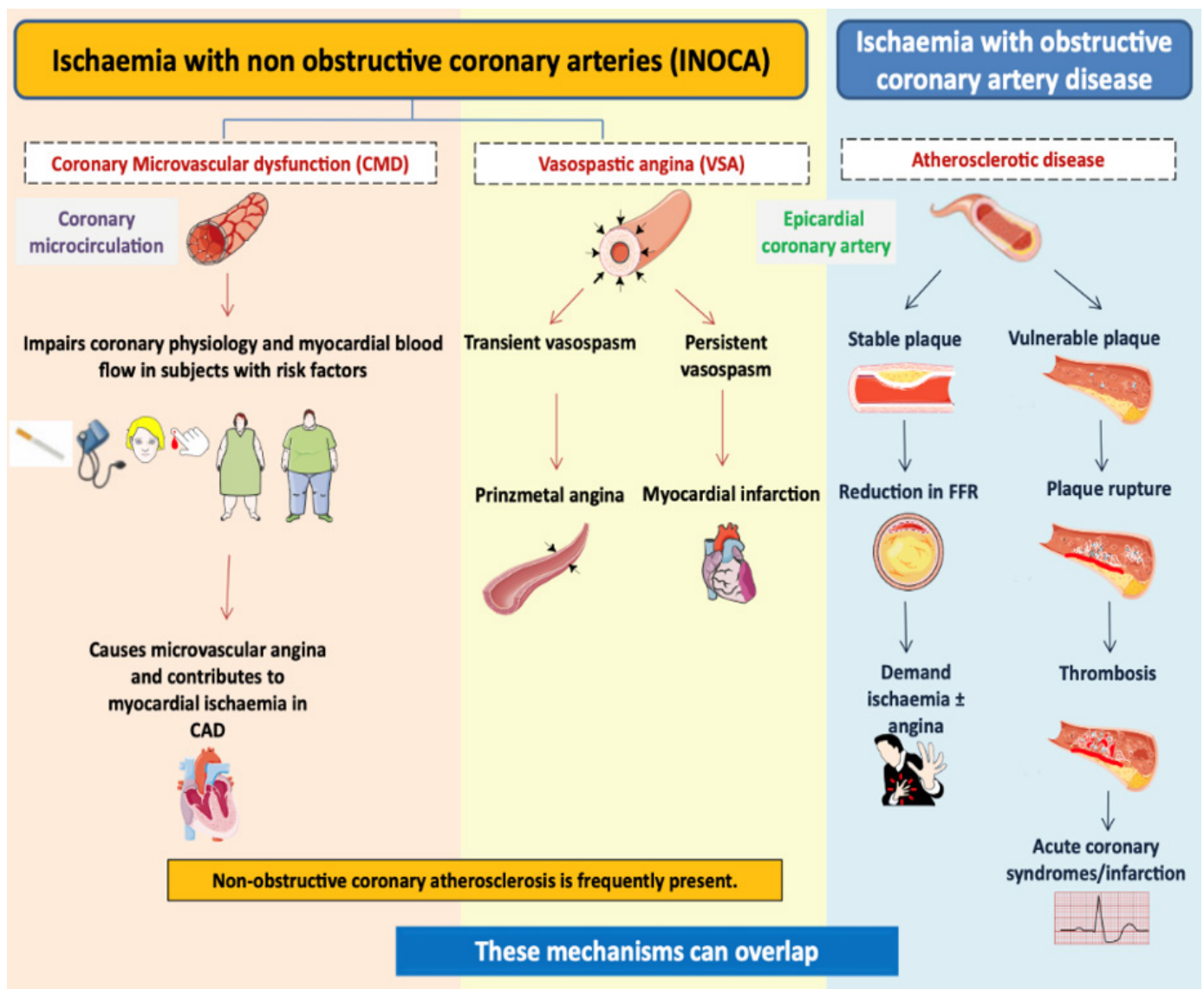


Figura 1: Mecanismos de isquemia miocárdica en INOCA y enfermedad arterial obstructiva (6).

BIBLIOGRAFÍA

1. Reeh J, Thering CB, Heitmann M, Hojberg S, Sorum C, Bech J, Husum D, Dominguez H, Sehested T, Hermann T, Hansen KW, Simonsen L, Galatius S, Prescott E. Prediction of obstructive coronary artery disease and prognosis in patients with suspected stable angina. *Eur Heart J* 2019;40:1426–1435.
2. Mileva, N.; Nagumo, S.; Mizukami, T.; Sonck, J.; Berry, C.; Gallinoro, E.; Monizzi, G.; Candreva, A.; Munhoz, D.; Vassilev, D.; et al. Prevalence of Coronary Microvascular Disease and Coronary Vasospasm in Patients With Nonobstructive Coronary Artery Disease: Systematic Review and Meta-Analysis. *J. Am. Heart Assoc.* 2022, 11, 23207. [Google Scholar] [CrossRef] [PubMed].
3. PUESTA AL DÍA EN CARDIOLOGÍA- 11 de Agosto de 2020- Boletín 148 Descifrando la isquemia miocárdica sin lesiones obstructivas: INOCA (Ishaemia Non-Obstructive Coronary Arteries)
4. Jansen, T.P.J.; Konst, R.E.; Elias-Smale, S.E.; van den Oord, S.C.; Ong, P.; de Vos, A.M.J.; van de Hoef, T.P.; Paradies, V.; Smits, P.C.; van Royen, N.; et al. Assessing Microvascular Dysfunction in Angina With Unobstructed Coronary Arteries: JACC Review Topic of the Week. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2021, 78, 1471–1479. [CrossRef]
5. Sorop O, van den Heuvel M, van Ditzhuijzen NS, de Beer VJ, Heinonen I, van . Duin RW, Zhou Z, Koopmans SJ, Merkus D, van der Giessen WJ, Danser AH, . Duncker DJ. Coronary microvascular dysfunction after long-term diabetes and . hypercholesterolemia. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 2016;311:H1339–H1351.
6. 6. An EAPCI Expert Consensus Document on Ischaemia with Non-Obstructive Coronary Arteries in Collaboration with European Society of Cardiology Working Group on Coronary Pathophysiology & Microcirculation Endorsed by Coronary Vasomotor Disorders International Study Group. *European Heart Journal* (2020) 41, 3504–3520
7. Knott, K.D.; Fernandes, J.L.; Moon, J.C. Automated Quantitative Stress Perfusion in a Clinical Routine. *Magn. Reson. Imaging Clin. N. Am.* 2019, 27, 507–520. [CrossRef] [PubMed]
8. Van Dijk, R.; Van Assen, M.; Vliegthart, R.; De Bock, G.H.; Van Der Harst, P.; Oudkerk, M. Diagnostic performance of semi-quantitative and quantitative stress CMR perfusion analysis: A meta-analysis. *J. Cardiovasc. Magn. Reson.* 2017, 19, 92. [CrossRef]

Electrocardiógrafos de alta calidad

mindray



ELECTROCARDÍOGRAFO BENEHEART R12

- ✦ Pantalla táctil color de 8" y alta resolución.
- ✦ Vista previa del ECG para detectar al instante si fue correcta la prueba.
- ✦ Botones de acceso rápido con un diseño moderno.
- ✦ 12 canales.
- ✦ Puerto USB que permite descargar estudios en PDF.



ELECTROCARDÍOGRAFO BENEHEART R3

- ✦ Pantalla táctil color de 5" y alta resolución.
- ✦ Integra el algoritmo de Glasgow para la interpretación del ECG.
- ✦ Portabilidad destacada.
- ✦ Puerto USB que permite descargar estudios en PDF.



TECNOIMAGEN
www.tecnoimagen.com.ar

11. NUEVOS APORTES DE MEDICINA NUCLEAR EN INOCA

Dra. Magali Gobbo – Dra. Roxana Campisi – Dr. Osvaldo Masoli.

El síndrome INOCA se define como la presencia de signos o síntomas de isquemia

miocárdica en ausencia de obstrucciones coronarias epicárdicas significativas. Este síndrome puede presentarse en ambos sexos, sin embargo, es mucho más frecuente en mujeres. Históricamente, se consideraba que los pacientes con INOCA presentaban un pronóstico benigno. No obstante, actualmente, existe evidencia que demuestra que tienen mayor riesgo que la población general de sufrir eventos cardiovasculares adversos mayores, hospitalizaciones frecuentes, síntomas recurrentes y un deterioro progresivo en calidad de vida. 2-4

Los síndromes INOCA pueden deberse a dos fenómenos fisiopatológicos (o endotipos): aquel que se produce por disfunción microvascular (DMV) o aquel que se produce por espasmo de la arteria coronaria epicárdica (VS), los cuales no son necesariamente excluyentes, ya que algunos pacientes pueden presentar una combinación de ambos. 5

La presentación clínica suele diferir entre uno u otro endotipo. El VS se produce como consecuencia de una hipercontracción repentina de los vasos coronarios que genera una oclusión casi total o total del vaso que lleva a una disminución abrupta y transitoria del flujo sanguíneo.

Se debe sospechar de angina vasoespástica (AVS) cuando el dolor es de tipo opresivo, en reposo que generalmente despierta al paciente por las noches u ocurre en las primeras horas de la mañana y típicamente responde a nitratos.

La angina microvascular (AMV) es la expresión clínica de la isquemia miocárdica por DMV, en la cual la microcirculación puede presentar una alteración funcional o estructural. Cuando la DMV es de tipo funcional, existe una mayor susceptibilidad a los estímulos vasoconstrictores y/o una escasa respuesta a estímulos vasodilatadores, con el consiguiente aumento inadecuado del flujo sanguíneo miocárdico (FSM) en respuesta a un aumento en la demanda de oxígeno. A su vez, la alteración en la vasodilatación se puede dar por mecanismos dependientes o independientes del endotelio. Cuando la DMV es de tipo estructural, existen cambios en las paredes de la microcirculación que generan estrechamiento luminal, ya sea por remodelación interna de las arteriolas intramiocárdicas, rarefacción de los microvasos o microembolización posterior a la rotura de la placa aterosclerótica, lo que genera aumento de la resistencia al FSM.

Hasta dos tercios de los pacientes con INOCA presentan DMV. La AMV puede presentarse con una amplia variedad de síntomas, como dolor precordial típico de esfuerzo, dolor precordial atípico en reposo o incluso con equivalentes anginosos (disnea). Esta variabilidad en la forma de presentación, llevó a que el grupo COVADIS (Grupo de Estudio Internacional sobre Trastornos Vasomotrices Coronarios) estableciera diferentes criterios para tratar de arribar al diagnóstico (Tabla 1).6

Las diferentes guías disponibles en síndromes coronarios crónicos, recomiendan la realización de pruebas funcionales invasivas para diferenciar ambos endotipos, mediante el estímulo con acetilcolina y adenosina.

La prueba de adenosina evalúa un mecanismo de DMV endotelio independiente y los datos que se obtienen son el cálculo de la reserva de flujo coronario (CFR) y dependiendo la técnica que se utilice (termodilución o Doppler intracoronario), la medición del índice de resistencia miocárdica (IMR) o resistencia microvascular hiperémica (HMR) respectivamente. Mientras que la prueba de acetilcolina, evalúa la vasorreactividad coronaria dependiente del endotelio. El vasoespasmo epicárdico se diagnostica con una disminución mayor igual al 90% en el diámetro de la arteria coronaria asociado a la presencia de cambios electrocardiográficos en el segmento ST y a la reproducción del síntoma anginoso. Si estas dos últimas situaciones están presentes pero la reducción de la luz del vaso es menor al 90%, se asume la existencia de vasoespasmo microvascular. 7

Una alternativa posible cuando estas pruebas no están disponibles, es la evaluación no invasiva mediante diferentes métodos de imagen, siendo la tomografía por emisión de positrones (PET) el método con mayor validación (Recomendación Iia Nivel de evidencia B), para la medición del FSM en reposo e hiperémico y el cálculo de la reserva de flujo miocárdica (RFM).

La RFM se obtiene como el cociente del flujo hiperémico en relación con el flujo de reposo. Los trazadores que pueden utilizarse son el rubidio-82, agua marcada con oxígeno-15 o nitrógeno-13 amonio. El protocolo para la adquisición de imágenes y cálculo de la RFM por PET, puede observarse en la Figura 1.

Los nuevos equipos de tomografía por emisión de fotón único (SPECT) con detectores de cadmio-zinc-telurio (CZT), poseen mayor sensibilidad y resolución que las tradicionales cámaras gammas y cuentan con la capacidad de realizar una adquisición dinámica que se agrega a la adquisición del estudio de perfusión miocárdica convencional, permitiendo la cuantificación del FSM y el cálculo de la RFM de manera similar al PET.8 El protocolo para la adquisición de imágenes y cálculo de la RFM por CZT-SPECT puede verse en la Figura 2.

La principal diferencia entre ambos equipos, radica en el radiotrazador que se emplea: los equipos CZT SPECT utilizan Tc99m-MIBI. Además, el PET al combinarse con imágenes tomográficas, tiene la ventaja de poder realizar una cuantificación de calcio coronario previo a la adquisición de la perfusión miocárdica.

Mediante un estudio dinámico de PET y/o CZT SPECT, podemos conocer tanto el FSM global como el regional, por territorio arterial (Figuras 3 y 4).

Una de las limitaciones de estos métodos, es que no permiten descartar la posibilidad de que exista un vasoespasmo epicárdico concomitante a la DMV.

Si bien estas mediciones no se realizan de forma rutinaria, debemos tener presente que la presencia de DMV constituye un predictor independiente de eventos cardiovasculares, siendo incluso más adverso en mujeres sin enfermedad coronaria obstructiva y RFM menor a 1,6.

Los estímulos más ampliamente difundidos para la valoración del RFM de manera no invasiva son la regadenosona, la adenosina y en nuestro medio, el dipiridamol. Estos fármacos evalúan la respuesta vasodilatadora de la microcirculación dependiente del músculo liso. En ciertas ocasiones, pueden utilizarse otros estímulos para generar la hiperemia, como la prueba de frío, el cual evalúa la respuesta de la microcirculación dependiente del endotelio. 9

La importancia de conocer los mecanismos fisiopatológicos involucrados en los síndromes INOCA (AVS o AMV), radica en la

posibilidad de poder ajustar el tratamiento en cada caso en particular priorizando el uso de bloqueantes cálcicos o de beta bloqueantes.

Existen estudios que demostraron mejoría en la calidad de vida de estos pacientes, cuando se evalúan los diferentes mecanismos y se medica según la causa fisiopatológica involucrada. En el estudio CormicA trial, aquellos pacientes cuyo tratamiento resultó ajustado a los resultados fisiopatológicos invasivos, tuvieron una mejoría clínica sostenida y una mejor calidad de vida que aquellos pacientes en los cuales el tratamiento se realizó en forma empírica. 10

Conclusión:

La medicina nuclear en los síndromes INOCA, permite identificar a los pacientes que presentan AMV como mecanismo fisiopatológico. La presencia de DMV re-estratifica el riesgo cardiovascular de los pacientes con o sin enfermedad coronaria obstructiva.

Tabla 1: Criterios para diagnóstico de angina microvascular (COVADIS)

1- Síntomas sugestivos de isquemia miocárdica	- Dolor precordial anginoso en esfuerzo o en reposo - Equivalentes anginosos
2- Enfermedad coronaria no obstructiva	< 50% de obstrucción o FFR >0,8 - Evaluada por angiografía o angiotomografía
3- Isquemia miocárdica documentada	- Cambios en el ECG durante el episodio de dolor precordial - Cambios en el ECG o dolor de pecho en pruebas evocadoras de isquemia, en presencia o ausencia de trastornos de la motilidad parietal o trastornos de la perfusión
4- Evidencia de disfunción microvascular	- CFR < 2 - Espasmo microvascular en prueba de acetilcolina - Índice de resistencia microvascular > 25 - Fenómeno de "flujo lento" (TIMI frame >25)

AMV DEFINITIVA: presencia de los 4 criterios

AMV PROBABLE: presencia de 3 criterios (1° y 2° siempre deben estar presentes)

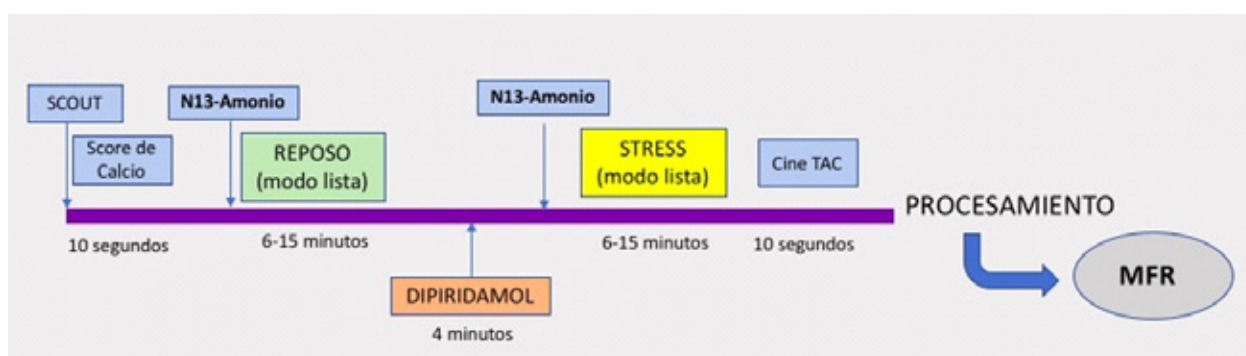


Fig 1: Protocolo de adquisición perfusión miocárdica y flujo de reserva miocárdica mediante PET/TC con N13- Amonio.

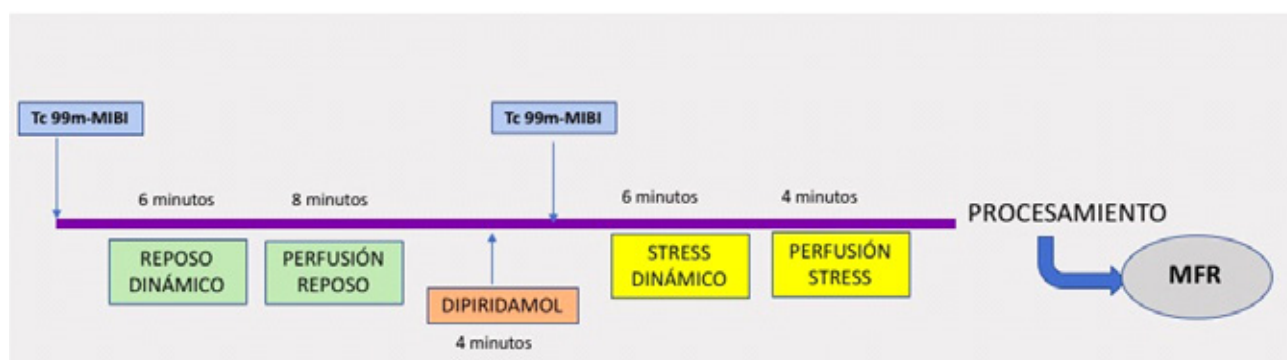


Fig 2: Protocolo de adquisición perfusión miocárdica y flujo de reserva miocárdica mediante CZT-SPECT con Tc99m-MIBI

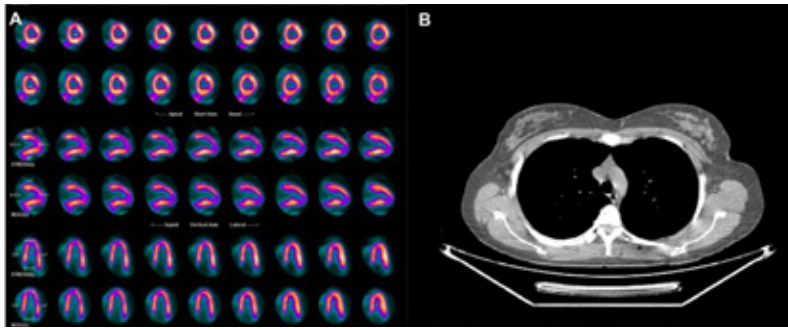


Fig 3: Paciente femenina con sospecha de INOCA por angina microvascular. A-Perfusión miocárdica con PET N13-Amonio, sin evidencia de ischemia. B- Score de calcio de 0. C- Cuantificación de RFM alterada (global: 1,73)

	Reposo	Estrés	Reserva Coronaria
DA	0.90	1.55	1.72
Cx	0.91	1.60	1.76
CD	0.95	1.63	1.72
Global	0.92	1.59	1.73

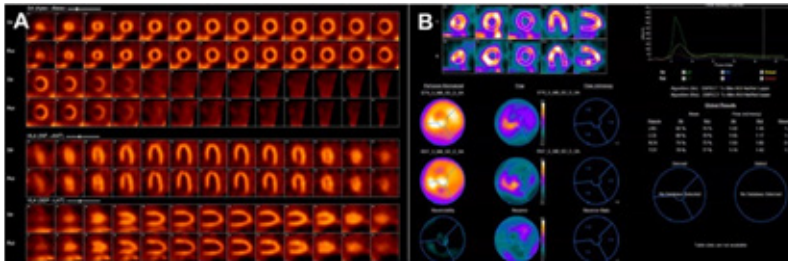


Fig 4: Paciente femenina con sospecha de INOCA por angina microvascular. A-Perfusión miocárdica con CZT SPECT -Tc99m-MIBI, sin evidencia de ischemia. B- Cuantificación de FSM. C- Cuantificación de RFM alterada (global: 1,22)

	Stress	Reposo	Reserva
Art. DA	1,82	1,46	1,25
Art. CX	1,65	1,17	1,40
Art. CD	1,83	1,85	0,90
Global	1,74	1,43	1,22

BIBLIOGRAFÍA

- Jespersen L, Abildstrom SZ, Hvelplund A, Madsen JK, Galatius S, Pedersen F, et al. Burden of hospital admission and repeat angiography in angina pectoris patients with and without coronary artery disease: a registry-based cohort study. *PLoS One*. 2014;9:e93170. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0093170>
- Taqueti V, Di Carli M. Coronary microvascular disease pathogenic mechanism and therapeutic options: JACC state-of-the-Art Review. *J Am Coll Cardiol* 2018;72:2625-41. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2018.09.042>
- Pepine CJ, Anderson RD, Sharaf BL, Reis SE, Smith KM, Handberg EM, et al. Coronary microvascular reactivity to adenosine predicts adverse outcome in women evaluated for suspected ischemia results from the National Heart, Lung and Blood Institute WISE (Women's Ischemia Syndrome Evaluation) study. *J Am Coll Cardiol* 2010; 55:2825-32. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2010.01.054>
- Kenkre TS, Malhotra P, Johnson BD, Handberg EM, Thompson DV, Marroquin OC. Ten-Year Mortality in the WISE Study (Women's Ischemia Syndrome Evaluation). *Circ Cardiovasc Qual Outcomes* 2017;10:e003863. <https://doi.org/10.1161/CIRCOUTCOMES.116.003863>
- Seiji Hokimoto; Koichi Kaikita; Satoshi Yasuda; Kenichi Tsujita; Masaharu Ishihara; Tetsuya Matoba; et al. JCS/CVIT/JCC 2023 Guideline Focused Update on Diagnosis and Treatment of Vasospastic Angina (Coronary Spastic Angina) and Coronary Microvascular Dysfunction. *Circ J* 2023; 87: 879 – 936 doi: 10.1253/circj.CJ-22-0779
- Ong P, Camici P, Beltrame J, Crea F, Shimokawa H, Sechtem U, Kaski J, Merz C, Coronary Vasomotion Disorders International Study Group (COVADIS). International standardization of diagnostic criteria for microvascular angina. *Int J Cardiol* 2018; 250:16-20. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2017.08.068>
- Kunadian V, Chieffo A, Camici P, Berry C, Escaned J, Maas A, et al. An EAPCI Expert Consensus Document on Ischaemia with Non-Obstructive Coronary arteries in collaboration with European Society of Cardiology working group on Coronary Pathophysiology and Microcirculation Endorsed by Coronary Vasomotor Disorders International Study Group. *Eur Heart J* 2020;41:3504-3520. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehaa503>
- Agostini D, Roule V, Nganoa C, Roth N, Baavour R, Parienti J, et al. First validation of myocardial flow reserve assessed by dynamic 99mTc- sestamibi CZT-SPECT camera: head to head comparison with 15O-water PET and fractional flow reserve in patients with suspected coronary artery disease. The WATERDAY study. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2018;45:1079-90. <https://doi.org/10.1007/s00259-018-3958-7>
- Gobbo M, Meretta A, Sciancalepore MA, Retamozo E, Beber E, Rosa D, Perez Baliño N y col. INOCA: Evaluación no invasiva de los mecanismos fisiopatológicos mediante CZT-SPECT. *Rev Argent Cardiol* 2022;90:194-202

12. CUANTIFICACIÓN DE VALVULOPATÍAS DERECHAS MEDIANTE ECOCARDIOGRAFÍA

Dr. Sergio Veloso - Dra. Julia Graiño - Dr. Martin Ruano.

La estenosis tricuspídea (ET) es la valvulopatía menos frecuente, excepcionalmente se presenta en forma aisladas, generalmente coexiste con insuficiencia tricuspídea (IT) y si bien existen varias etiologías (tabla 1), la principal es la enfermedad reumática que también afecta en forma concomitante a las válvulas mitral y aórtica.

El ecocardiograma es la primera herramienta que nos permite hacer el diagnóstico y cuantificación y el impacto que produce sobre cavidades derechas. Dado que anatómicamente las mismas se encuentran en relación con la pared anterior del tórax, el ecocardiograma transtorácico es de elección, aunque también contamos con otros métodos complementarios.

Dado que el ciclo respiratorio afecta las velocidades transtricuspídeas, debemos utilizar promedios o en apnea espiratoria. Intentar realizar las mediciones entre 70 a 80 latidos por minuto dado que de otra manera se dificulta la medición del tiempo de desaceleración.

Es frecuente encontrar velocidades pico (medidas por Doppler continuo) mayores a 1 m/seg como gradientes medios entre 2 a 10 mmHg (inferiores a los encontrados en las estenosis mitrales). Gradientes mas levados sugieren la presencia concomitante de IT. (1). Figura 1.

Tabla 1: Etiología

- Enfermedad reumática
- Síndrome carcinoide
- Endocarditis infecciosa
- Endomiocardiofibrosis
- Enfermedades congénitas
- Prótesis valvulares (pannus/trombo)
- Marcapasos
- Tumores

Tabla 1: Hallazgos que indican ET hemodinámicamente significativa. (1)

Gradiente medio > 5 mmHg
VTI del flujo transtricuspídeo por Doppler continuo > 60 cm
Tiempo de hemipresión > 190 mseg
Área valvular por ecuación de continuidad < 1cm2
Aurícula derecha dilatada > moderada
Vena cava inferior dilatada

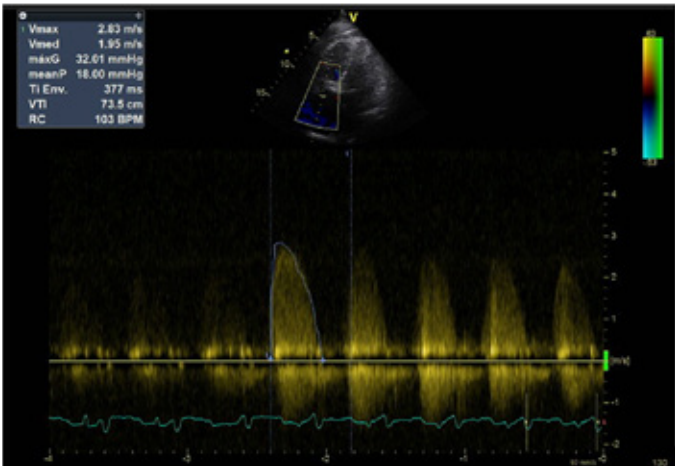


Figura 1: Doppler continuo transtricuspídeo de paciente con prótesis valvular donde se evidencia velocidad pico, Gradiente medio y VTI elevados que sugieren la presencia concomitante de insuficiencia tricuspídea.

Insuficiencia Tricuspídea (IT)

Clasificación y presentación clínica

Históricamente la clasificación de la regurgitación tricuspídea ha sido binaria, incluye la IT primaria, en la que las anomalías de las valvas son la causa de la regurgitación, y secundarias, en las que las valvas son normales y los cambios estructurales del anillo o del VD dan como resultado una coaptación insuficiente de las valvas. Actualmente, un sistema de clasificación más completo para las etiologías de RT abarca de manera más apropiada la fisiopatología de esta enfermedad. (tabla y figura 1).

Las diferentes etiologías de IT pueden estar asociadas con resultados dispares a la hora de intervención, lo que respalda un refinamiento de las categorías de clasificación actuales.

Los principales cambios en el esquema de clasificación mecanicista de la IT incluyen:

- 1) subdividir la IT secundaria en: secundaria auricular e insuficiencia tricuspídea secundaria ventricular.
 - 2) crear una categoría separada para la IT asociada a cables de dispositivos implantables cardíacos, denominada regurgitación tricúspide asociada a cables.
 - 3) subcategorizar la IT asociada a cables en tipo A, cuyo cable de dispositivo está causando la IT, y tipo B, cuyo cable es incidental.
- Cada mecanismo de IT secundaria puede identificarse mediante cambios morfológicos que ocurren como resultado de los cambios fisiopatológicos asociados con un proceso patológico particular.

Tabla 1

Clasificación de IT por causa y anomalías de presentación

Proceso de enfermedad causante	Etiología	Morfología de la VT/VD	Clasificación Carpentier
IT primaria (5%-10% de los pacientes)			
Enfermedad degenerativa	Prolapso o valva inestable	Movilidad anormal de las valvas, VD normal	II
Congénito	Desplazamiento apical de la inserción de las valvas (es decir, anomalía de Ebstein)	Posición anormal de las valvas, VD auricularizado	I o IIIb
Adquirido tumores, traumatismos, carcinoides, RHD, radiación)	Lesión de los velos es decir, tumor, traumatismo, biopsia, extracción de cables o infiltración/fibrosis. (carcinoide, enfermedad reumática, valvulopatía por radiación)	Morfología/movilidad anormal de la valva, VD normal	I o IIIa
IT secundaria (~80% de los pacientes)			
IT secundaria ventricular			
Enfermedad ventricular izquierda	HP poscapilar (HFpEF, HFrEF)	Dilatación del VD (remodelación esférica)/disfuncional → anclaje de las valvas, AR/TA dilatada	I o IIIb
Enfermedad de la válvula cardíaca izquierda	HP poscapilar		I o IIIb
Enfermedad pulmonar	HP precapilar (enfermedad pulmonar crónica, HPTEC, HAP)		I o IIIb
Disfunción/remodelación del VD	Dilatación y disfunción del VD (es decir, infarto del VD, displasia del VD)		IIIb
IT secundaria auricular			
Dilatación AD/Anillo T.	Dilatación relacionada con la edad, fibrilación auricular, HFpEF)	Dilatación/disfunción de la AD → dilatación del Anillo T. (mínimo tethering de las valvas), remodelación cónica del VD	I
IT relacionado con Dispositivo cardíaco implantable (~10%-15%)			
IT relacionada con cable tipo A	Pinzamiento, perforación, adherencias/restricción valvular /subvalvular	Inmovilización/adherencias de la valva tricúspide	I o IIIb
IT relacionada con cable B (incidental)	presente sin interferencia del aparato valvular tricúspide	Morfología dependiente del proceso primario de la enfermedad.	I, II o III

	Secondary		CIED (A)	Primary	
2D TTE					
3D TTE					
Parameter	Ventricular	Atrial	CIED Type A	Primary TR	
Carpentier Class	IIIb	I	I, IIIa, IIIb	Prolapse II	RHD IIIa
TV Tethering	++++	+/-	++	-	-
Leaflet Restriction	Systole	-	Systole/Diastole	-	Diastole
RA/TA Dilatation	++	++++	+/-	++	+++
RV Dilatation	+++	+/-	+/-	+/-	+/-
RV Dysfunction	+++	+/-	+/-	+/-	+/-

Figura 1: Clasificación etiológica de la Regurgitación tricuspídea.

Parámetros anatómicos y funcionales sugeridos para definir la insuficiencia tricuspídea secundaria auricular y ventricular

	IT Sec (A) Fenotipo b	IT Sec (V) Fenotipo b
Morfología de las valvas		
Altura de tenting (4C), mm	≤ 9	> 9
Área de tenting (4C), cm ²	< 2.1	≥ 2.1
Volumen de tienda, ml	< 2.5	≥ 2.5
Tamaño de la cámara cardíaca derecha		
Diámetro medioventricular del VD, mm	≤ 38	> 38
Índice de diámetro medioventricular del VD, mm/m ²	< 21	≥ 21
Índice de volumen telediastólico del VD, ml/m ²	< 80	≥ 80
Índice de volumen telesistólico del VD, ml/m ²	< 21	≥ 21
Índice de esfericidad 2D	< 55	≥ 55
Relación entre el área telesistólica de la AR y el VD	≥ 1.5	< 1.5
Función sistólica del ventrículo derecho		
TAPSE, mm	> 17	≤ 17
CAF, %	≥ 35	< 35
RVFWS, %	≥ 20	< 20
VD TDI S', cm/s	≥ 9	< 9
FEVR 3D, %	≥ 50	< 50
FEVI	≥ 50	variable
Hemodinámica vascular pulmonar invasiva		
PCWP, mm Hg	≤ 15	variable
PAPm, mm Hg	< 20	Generalmente > 20
PVR, WU	< 2.0	Variable

Evaluación de gravedad de la regurgitación tricuspídea.

La ecocardiografía es la modalidad de imagen más utilizada para evaluar la gravedad de la IT, la anatomía de la VT y la función del VD. Las Directrices de la Sociedad Estadounidense de Ecocardiografía recomiendan un enfoque multiparamétrico y jerárquico para la evaluación de la TR, que culmina en un esquema de clasificación de 3 clases: leve (1+), moderada (2+) y grave (3+) que continúa siendo utilizado clínicamente. El creciente riesgo de mortalidad asociado con el aumento de la gravedad de la IT respalda un esquema de clasificación ampliado.

Los primeros estudios iniciales de viabilidad y un reciente ensayo controlado aleatorio de terapia con dispositivos transcáteter muestran la utilidad de la subclasificación o

extensión del grado “severa” de IT a grave (3+), masiva (4+) y torrencial (5+). El grado de mejoría de los síntomas es paralelo a la reducción del grado RT cuando se utiliza la escala de 5 grados. Las Sociedades y directrices europeas establecen que una mayor subclasificación de los pacientes remitidos para intervenciones transcáteter con enfermedad “grave” en “grave, masiva y torrencial” puede tener importancia pronóstica. TVARC (Tricuspid Valve Academic Consortium) apoya el uso del esquema de 5 grados en este contexto, señalando que el esquema de clasificación ampliado se desarrolló específicamente para pacientes que ingresan a ensayos de terapia con dispositivos transcáteter para refinar los criterios de valoración de reducción de RT.

	Leve (1+)	Moderado (2+)	Severo (3+)	Masivo (4+)	Torrencial (5+)
Cualitativo					
Morfología tricúspide	Normal o levemente anormal	Moderadamente anormal	Gravemente anormal (gran espacio de coaptación, anclaje marcado)		
Área de chorro de flujo de color	Pequeño, estrecho, central	Central moderada	Gran chorro excéntrico o central		
Zona de convergencia de flujo	No visible, transitorio o pequeño	Intermedio en tamaño y duración.	Grande durante toda la sístole		
contorno de CW	Débil, parcial, parabólico	Denso, parabólico	Denso, parabólico o triangular	Denso,a menudo triangular, puede tener una velocidad máxima baja.	Denso, generalmente triangular, a menudo de velocidad máxima baja.
Dimensiones del corazón derecho	Generalmente normal	Dilatación normal o leve	Gralmente dilatado	dilatado	
Semicuantitativo					
Ancho vena contracta (biplano), mm	<3	3–6,9	7–13,9	14–20,9	≥21
Radio PISA, mm	≤5,4	5,5–8,9	≥9		
Flujo de la vena hepática c	sistólica dominante	embotamiento sistólico	Inversión del flujo sistólico		
Afluencia tricúspide (PWD)	Onda A dominante	Variable	Onda E dominante (≥1 m/s)		
Cuantitativo					
PISA EROA, mm 2	<20	20-39	40–59	60–79	≥80
Volumen regurgitante (PISA 2D), ml	<30	30–44	45–59	60–74	≥75
Nuevos métodos cuantitativos					
Fracción regurgitante, %	≤15	16–49	≥50		
VCA 3D, mm2	—	—	75–94,9	95-114,9	≥115
EROA Doppler 2D, mm 2	—	—	75–94,9	95-114,9	

Tabla 2: Parámetros ecocardiográficos cualitativos, semicuantitativos y cuantitativos con valores de corte relevantes para la gravedad de IT de 5 grados.

Parámetros a la hora de medirla (Figura 3)

Escala Doppler color entre 40 y 60 cm/s según algunos estudios sugieren que una vena contracta promedio de >9 mm podría definir IT grave.

El Doppler color Nyquist se desplaza hacia abajo 20 cm/s, hasta que se visualiza claramente la zona de convergencia del flujo hemisférico.

Cuantificar la gravedad de la IT siempre que sea posible. El método de PISA es el más utilizado y está asociado con los resultados, varias limitaciones metodológicas de este cálculo dan como resultado una subestimación del área AORE.

El nuevo esquema de gravedad de RT de 5 grados, puede usarse

para ensayos clínicos. Sugiere diferentes puntos de corte que reflejan la subestimación de AORE por el método PISA en comparación con la medición directa del área tridimensional de la vena contracta. Esta subestimación puede reducirse corrigiendo el ángulo de anclaje de la válvula y la velocidad relativamente baja del chorro regurgitante tricúspideo.

Además, los estudios de métodos Doppler cuantitativos para medir el volumen regurgitante y calcular el AORE han mostrado una buena correlación con planimetría 3D de la vena contracta, pero requieren mayor validación.

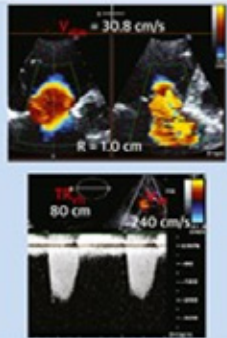
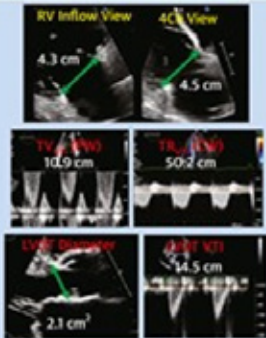
	PISA Measurements	3D Vena Contracta Area	Quantitative Doppler Measurements
Imaging Requirement for Quantitation			
Quantitation Method	PISA EROA: $EROA = 2\pi r^2(V_{Alias}) \div V_{TR}$ TR RegVol = $EROA \times TR_{VTI}$ Example: $EROA = (6.282 \times 1.0 \times 30.8 \text{ cm/s}) \div 240 \text{ cm/s}$ $= 0.87 \text{ cm}^2$ $RegVol = 0.87 \text{ cm}^2 \times 80 \text{ cm} = 70 \text{ mL}$ Note: RegFraction may be quantified if the total RV SV can be measured using 3D volumes.	$EROA \cong VCA$ TR RegVol = $VCA \times TR_{VTI}$ Example: $3D \text{ VCA} = 2.01 \text{ cm}^2$ $Reg \text{ Vol} = 2.01 \text{ cm}^2 \times 50.2 \text{ cm}$ $= 100.9 \text{ mL}$ Note: RegFraction may be quantified if the total RV SV can be measured using 3D volumes.	TR RegVol = $TV \text{ Diastolic SV} - \text{Forward SV}$ $EROA = RegVol \div TR_{VTI}$ RegFraction = $RegVol \div TV \text{ Diastolic SV}$ Where: TV Diastolic SV = $TV \text{ Annulus Area} \times TV_{VTI}$ Forward SV = $LVOT \text{ Area} \times LVOT_{VTI}$ Example: $3D \text{ VCA} = 2.01 \text{ cm}^2$ $Reg \text{ Vol} 2.01 \text{ cm}^2 \times 50.2 \text{ cm}$ $= 100.9 \text{ mL}$

Figura 3: Medidas cuantitativas ecocardiográficas de la gravedad de la TR

Aunque existen limitaciones de los métodos ecocardiográficos individuales, el enfoque multiparamétrico y jerárquico propuesto por las guías de imágenes funciona bien en comparación con la RMC.

Algunas consideraciones

Las limitaciones de la RMC y la cuantificación del volumen sistólico del VD plantean dudas sobre la precisión del método. La estratificación del riesgo mediante índices cuantitativos de gravedad de RT por RMC requiere mayor validación.

Los volúmenes de la cámara basados en angiografía por TC cardíaca son similares a los derivados de la RMC, y la TC puede ofrecer evidencia confirmatoria de la gravedad de la IT.

Debido a la naturaleza dinámica de la RT durante la respiración, lo ideal es medirlas al final de la espiración en pacientes que respiran espontáneamente, cuando la presión alveolar es cercana a cero.

La dependencia de la carga de volumen, así como la capacidad de respuesta al tratamiento diurético, también deben considerarse al clasificar la TR mediante cualquier modalidad de imagen.

El papel de las pruebas de esfuerzo sigue siendo una herramienta inexplorada.

Una consecuencia importante de una IT significativa es la reducción del volumen sistólico anterior, lo que puede afectar la evaluación precisa de las enfermedades valvulares concomitantes.

La IT significativa es más común con estenosis aórtica de bajo flujo y gradiente bajo y se asocia con malos resultados.

El bajo flujo también puede causar una subestimación de la evaluación ecocardiográfica de la regurgitación y estenosis mitral.

VALVULOPATÍA PULMONAR

La gran mayoría de las lesiones causantes de la valvulopatía pulmonar son congénitas, o consecuencias del tratamiento quirúrgico de las mismas. Los trastornos adquiridos son muy poco frecuentes, y entre ellos se destacan el origen reumático, la endocarditis infecciosa (EI) y la cardiopatía carcinoide.

Estenosis pulmonar (EP)

Las obstrucciones del tracto de salida del ventrículo derecho (TSVD) y de la válvula pulmonar (VP) pueden presentarse a nivel subinfundibular, infundibular, valvular o supra valvular; la forma más frecuente es la valvular (80% de los casos).

En la forma bidimensional se puede evaluar la anatomía valvular, el grado de engrosamiento, movilidad valvular, y es muy útil para la medición del anillo pulmonar. Habitualmente se caracteriza por la apertura en domo de la válvula con distintos grados de fusión valvar y estrechez central en la apertura. La válvula puede encontrarse calcificada.

En el síndrome de Noonan, la válvula es displásica, y se presenta engrosamiento mixomatoso, con disminución de la velocidad de las valvas sin fusión de éstas.

Por otro lado, permite evaluar el tamaño y espesores del VD, la función ventricular, y el tamaño de la aurícula derecha (AD) y del tronco de la arteria pulmonar (AP).

La válvula puede evaluarse en las vistas paraesternal izquierda, apical y subcostal, y en todas debemos evaluar el gradiente. Habitualmente se considera el gradiente máximo para definir la severidad de la estenosis (Ver Tabla 1) (1). Existe evidencia que sugiere que la medición del gradiente medio muestra mejor correlación con la medición por cateterismo (punto de referencia antes de la utilización de la ecocardiografía) que el gradiente máximo, aún frente a la presencia de prótesis valvulares, sobre todo cuando los gradientes son menores de 50 mmhg; cuando éstos son mayores, ambos parámetros muestran buena correlación (2).

Tabla 1: Severidad de la estenosis pulmonar. (3)

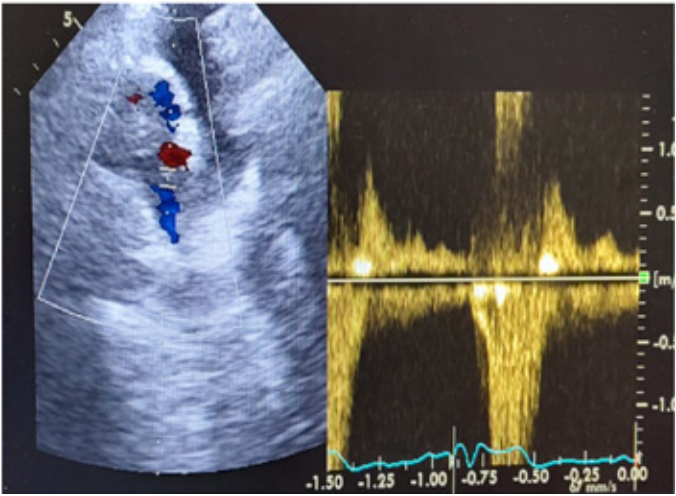
	Leve	Moderada	Severa
Velocidad pico (m/s)	< 3	3-4	> 4
Gradiente máximo (mmhg)	< 36	36-64	> 64
Gradiente medio (mmhg)			> 35

Insuficiencia pulmonar (IP)

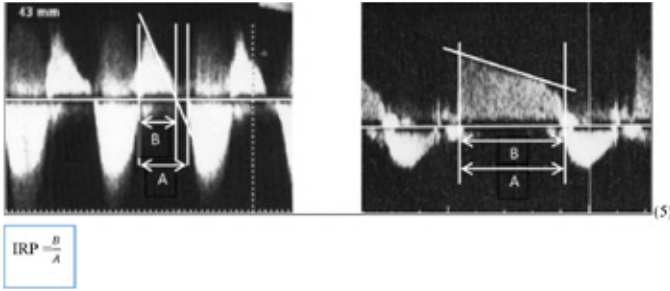
Un reflujo leve puede no tener valor patológico. La causa más frecuente de IP es la hipertensión pulmonar, por dilatación del tronco de la AP y del anillo valvular. Otra causa frecuente es la lesión residual en pacientes adultos luego del tratamiento quirúrgico de la tetralogía de Fallot, sobretudo los intervenidos con la técnica transanular o posterior a la apertura del anillo pulmonar. Menos frecuentemente puede detectarse luego de una valvuloplastia quirúrgica o percutánea en la EP. Otras causas son la afección congénita de la misma (bicúspide, cuatricúspide o prolapso) o la agenesia de la VP. Entre las etiologías adquiridas más comunes están la EI, el síndrome carcinoide y la afección reumática.

Cuando la IP es grave con igualación de presiones, puede ver un flujo laminar y subestimarse el grado de la misma.

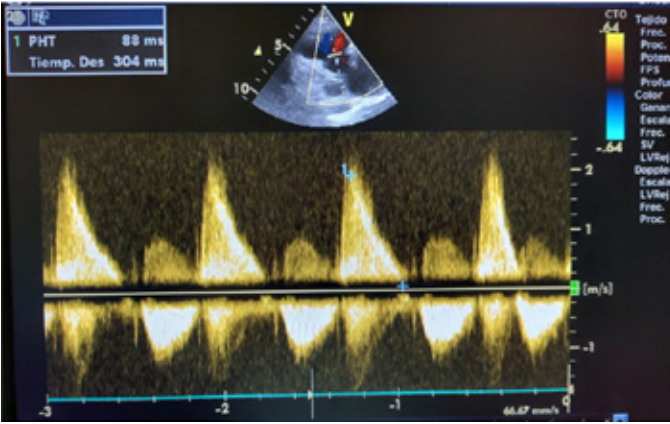
• Una de las mediciones principales para determinar la gravedad de la IP, es el registro de flujo diastólico reverso en las ramas de la AP (vista supraesternal), cuyo hallazgo implica regurgitación pulmonar significativa.



• Otra de las mediciones que no pueden faltar, es la relación del tiempo de regurgitación pulmonar con respecto a la duración de la diástole (índice de regurgitación pulmonar - IRP). Un coeficiente inferior a 0,77 se correlaciona con fracciones de regurgitación superiores a 24,5% en la RMN con alta sensibilidad y especificidad (4).



•Cuanto mayor es el grado de IP, mayor es la velocidad de desaceleración de la regurgitación. Un tiempo de hemipresión (THP) menor al 100 ms tiene una elevada sensibilidad para detectar IP severa (6).



• El ancho del jet de regurgitación es otro de los parámetros a evaluar, y se considera que un ancho del mismo mayor al 65% del anillo pulmonar se correlaciona con IP severa con una alta sensibilidad y especificidad.

	Severa
Flujo holodiastólico reverso en ramas de la AP	SI
IRP	<0,77
THP	<100 mseg
Ancho del jet/anillo pulmonar	>65%
Ancho vena contracta	>0,7 cm
AORE	> 0,35 cm ²
VR	> 60 ml
FR	> 40%

Tabla 2: Criterios severidad de la IP

BIBLIOGRAFÍA

1. Baumgartner H, Hung J, Bermejo J, Chambers JB, Evangelista A, Griffin BP, et al. Echocardiographic assessment of valva stenosis. EAE/ ASE recommendations for clinical practice. Eur J Echocardiogr 2009;10:1-25.

2. Silvilairat S, Cabalka AK, Cetta F, Hagler DJ, O'Leary PW. Outpatient echocardiographic assessment of complex pulmonary outflowstenosis: Doppler mean gradient is superior to the maximum instantaneous gradient. J Am SocEchocardiogr 2005;18:1143-8.

3. Stout KK, Daniels CJ, Aboulhosen JA, Bozkurt B, Broberg CS, Colman JM, Crumb SR, Dearani JA, Fuller S, Gurvitz M, Khairy P, Landzberg MJ, Saidi A, Valente AM, VanHare GF. 2018 AHA/ACC Guideline for the Management of Adults With CongenitalHeart Disease. Circulation. 2018;CIR0000000000000603.

4. Li W, Davlouros PA, Kilner PJ, Pennell DJ, Gibson D, Henein MY, et al. Doppler-echocardiographic assessment of pulmonary regurgitation inadults with repaired tetralogy of Fallot: Comparisonwith cardiovascular magnetic resonance imaging. Am Heart J 2004; 147: 165-72.

5. Guzzo de León, Daniel Felipe. (2013). Insuficiencia valvular pulmonar en el posoperatorio alejado de tetralogía de Fallot: Aporte del ecocardiograma transtorácico convencional para la toma de decisiones. Revista Uruguaya de Cardiología, 28(1), 42-56.

6. Silversides CK, Veldtman GR, Crossin J et al. Pressure half-time predicts hemodynamically significant pulmonary regurgitation in adult patients with repaired tetralogy of fallot. J Am SocEchocardiogr 2003;16:1057–1062.

7. Valve Academic Research Consortium Definitions for Tricuspid Regurgitation and Trial Endpoints. Eur Heart J . 2023 Nov 14;44(43):4508-4532.

8. Topilsky Y, Maltais S, Medina Inojosa J, et al. Burden of tricuspid regurgitation in patients diagnosed in the community setting. J Am Coll Cardiol Img. 2019;12:433–442

13. CUANTIFICACIÓN DE VALVULOPATÍAS DERECHAS MEDIANTE RMC

Dra. Milagros Lezcano - Dr. Juan P. Feldman - Dr. Jorge Casas.

Introducción

La valoración por imágenes de una valvulopatía supone confirmar la presencia de la misma, conocer su etiología y mecanismo, grado de severidad, repercusión hemodinámica y valorar patología asociada. En pacientes asintomáticos serán los diámetros y volúmenes ventriculares y la fracción de eyección (FE) las herramientas principales para la toma de decisiones.

El paradigma que el Ecocardiograma Doppler (EDC) es la técnica de referencia para el estudio de las valvulopatías pierde vigencia en el caso de las derechas en donde la cuantificación del grado de severidad, repercusión sobre cavidades derechas y la FE del ventrículo derecho (VD), es al menos poco sensible y específica lo cual puede redundar en tratamientos tardíos con peores resultados. A este respecto la Resonancia magnética cardíaca (RMC) es una herramienta fundamental al constituir el estándar de oro en la valoración de volúmenes y FE de ambos ventrículos.

Las principales secuencias utilizadas en RMC para el estudio cuantitativo de la patología valvular derecha son: 1) Secuencias de cine y 2) Secuencias de flujo. A éstas, le podemos agregar, ya sin fines cuantitativos, las secuencias de angio RNM para el estudio de Aorta, Pulmonar y sus ramas, las secuencias de realce tardío para la detección de fibrosis y dentro de las herramientas más recientes el 4D Flow es una técnica muy prometedora.

1) Secuencias de cine permite valorar:

-Morfología valvular mediante realización de cortes finos sin limitaciones de ventana y con posibilidad de planificar cortes en los planos que sea necesario. Se debe tener en cuenta que las imágenes muy móviles como las vegetaciones son de limitada caracterización ya que la adquisición utiliza imágenes provenientes de diferentes ciclos cardíacos.

-Flujos turbulentos en sectores de estenosis o regurgitación debido a desfase entre los protones en movimiento y los que están en reposo.

-Repercusión hemodinámica en VD mediante la medición de los volúmenes sistodiastólicos y la FE.

2) Secuencias de flujo

Las secuencias de flujo se basan en el cambio de fase de los protones en movimiento con respecto a los protones estacionarios. Dado que dicho cambio de fase es proporcional a la velocidad, es posible cuantificar la velocidad máxima de un flujo. Integrando la velocidad de cada píxel a lo largo del tiempo se puede obtener una curva cuya área representa el volumen de flujo estudiado permitiendo la cuantificación de una forma específica, especialmente de las regurgitaciones.

Valvulopatía pulmonar.

En este contexto la RMC es clave en el análisis cuantitativo fundamentalmente de la insuficiencia pulmonar (IP) siendo considerada hoy el método de elección¹, debido a que la cuantificación precisa por EDC es difícil, especialmente

en adultos. Además como se mencionó permite realizar una específica valoración no invasiva e integrada de todos los aspectos de la enfermedad valvular que contribuirán a la toma de decisión además del grado de severidad, como los volúmenes, FE, hipertrofia y presencia de fibrosis en VD.

Insuficiencia pulmonar

Su mecanismo está relacionado con dilatación del anillo secundaria a hipertensión pulmonar (HTP) o a enfermedad congénita reparada (post angioplastia pulmonar, Tetralogía de Fallot reparada con parche transanular).

La principal indicación de la RMC es la valoración cuantitativa de la severidad de la IP y el impacto hemodinámico sobre el VD, que determinarán el momento óptimo de la indicación quirúrgica.

La forma de cuantificar la severidad de la IP, es mediante el volumen regurgitante (VR) y la fracción regurgitante (FR). Esto se logra a partir de secuencias de cine, mediante dos cortes longitudinales oblicuos a nivel del tracto de salida del VD, se planea una secuencia de flujo o contraste de fase a través del plano, justo en el margen distal de los velos pulmonares en sístole. Se traza una región de interés o ROI alrededor de la luz del vaso de forma manual o automática; para determinar el área del vaso, cuadro por cuadro. El producto del área por la velocidad media nos proporciona el flujo que se representa como anterógrado o retrógrado en un gráfico y de esta manera nos permite evaluarlo² (Figura 1). En general se considera IP como severa cuando la FR es $\geq 40\%$ ^{3,4}.

El 4D flow es una técnica novedosa no mayormente disponible en nuestro medio que tiene especial utilidad en las valvulopatías regurgitantes aórtica y pulmonar. La ventaja frente a la RM 2D es que mediante una única adquisición volumétrica, es factible la valoración de flujos en las tres dimensiones del espacio de todo un ciclo cardíaco (cuarta dimensión); lo que nos permite de forma retrospectiva una excelente valoración cualicuantitativa de cualquier flujo dentro del volumen adquirido⁵.

La valoración de la IP, así como el análisis de flujo sobre las ramas pulmonares es determinante para su aplicación en el campo de las cardiopatías congénitas.

Estenosis pulmonar

El EDC, sigue siendo en la actualidad, el método de elección para la cuantificación de gradientes y velocidades y así determinar el grado de severidad de la estenosis pulmonar (EP). En la RMC el estudio de la severidad de la EP puede valorarse mediante secuencias de cine a nivel del tracto de salida del VD adquiriendo a la vez el tronco de la pulmonar y parte del VD (Figura 2). Es importante comprobar correctamente el nivel de la estenosis, ya que a veces puede localizarse tanto a nivel supra como subvalvular.

Las secuencias de flujo en plano ayudan a identificar el punto

del jet con máxima velocidad. De esta manera planificando correctamente (punto del jet o extremos distales de los velos pulmonares) se obtiene la velocidad máxima, la cual como se mencionó puede tener ciertas limitaciones técnicas (ej el ángulo). Debe tenerse en cuenta que, en general la RMC tiende a subestimar la velocidad pulmonar.

Otra posibilidad que nos ofrece la técnica es valorar en la misma exploración la presencia de estenosis en el tronco, ramas pulmonares y la vascularización periférica pulmonar 6

Valvulopatía tricuspídea

En general no es frecuente la solicitud de RMC para cuantificación de la severidad de la patología tricuspídea, salvo en el escenario de las cardiopatías congénitas, como por ej. anomalía de Ebstein (Figura 3), síndrome Carcinóide o valvulopatía reumática.

Existen importantes limitaciones inherentes a que las velocidades son menores que en las lesiones del corazón izquierdo, además suele interferir la presencia de dispositivos en cavidades derechas. Hay que tener en cuenta que, al contrario de lo que sucede con el EDC, no pueden obtenerse con RMC las velocidades máximas de la insuficiencia tricuspídea (IT) y por otro lado la presencia de HTP debe sospecharse de manera indirecta, con base en la cuantificación de la masa del ventrículo derecho o en el característico movimiento (aplanamiento) del septo interventricular (Figura 4)

Insuficiencia tricuspídea

En secuencias de cine puede observarse un flujo dirigido hacia la aurícula derecha con vacío de señal (aunque a veces no es adecuadamente visible cuando el flujo es laminar - Figura 5)

La FR y VR tricuspídeo se calculan en ausencia de otras valvulopatías o shunts a partir de la diferencia entre el volumen latido del VD medido por el método Simpson y el volumen

anterógrado en el tronco de la arteria pulmonar. La diferencia neta entre ambos volúmenes va a ser el VR, mientras que la FR se calcula dividiendo dicha diferencia por el volumen latido medido por el método Simpson

$$VR (ml): SV_{VD} - SV_{AP}$$

$$FR (\%): \frac{VR}{SV_{VD}} \times 100$$

Abreviaturas: VR Volumen regurgitante, SV: stroke Volume, VD: ventrículo derecho, AP:arteria pulmonar, FR :Fracción regurgitante

En la IT un VR > 45 ml o una FR > 50% definen al grupo de pacientes con mayor mortalidad 7

Estenosis tricuspídea

En la estenosis tricúspide la indicación de RMC es aún más limitada, aunque permite, como se ha visto en otras estenosis el estudio del área valvular por planimetría en secuencias de cine en eje corto en fase diastólica, alineando correctamente el plano perpendicular a las puntas de los velos engrosados, pero se debe tener en cuenta que hoy día no ofrece mayores ventajas frente al EDC salvo en caso de ventanas muy hostiles

Conclusión

El entendimiento de la multimodalidad en las valvulopatías erige a la RMC como el método de elección para la cuantificación y seguimiento de las valvulopatías derechas fundamentalmente la IP, pudiendo definir de manera precisa grado de severidad, volúmenes y FE del VD con lo que junto con los datos clínicos permite definir conducta.

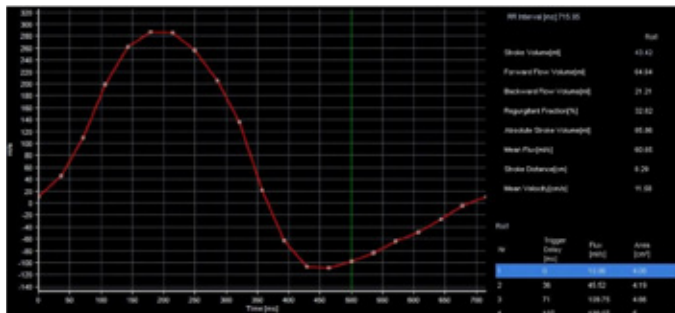


Figura 1: cuantificación de regurgitación pulmonar obtenida en una secuencia de flujo (Q Flow) en la que se observa flujo anterógrado (por encima del 0) en sístole y retrogrado (por debajo del 0) durante diástole (regurgitación) obteniéndose de manera cuantitativa VR y FR. En este caso la FR es de 32 %

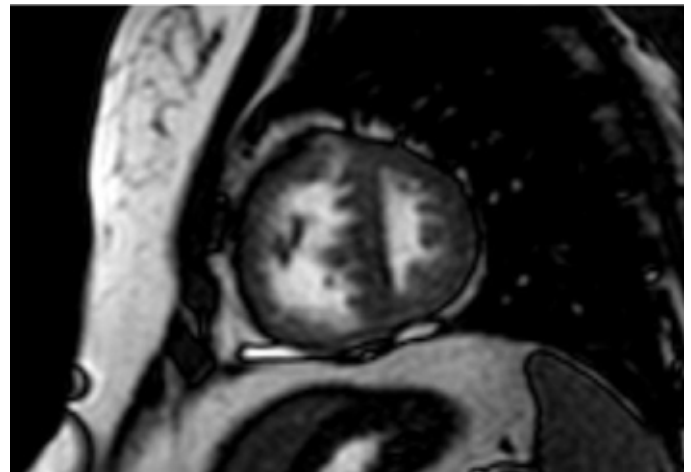


Figura 4: Secuencia de cine en eje corto en la que se observa aplanamiento del septo interventricular en paciente con HTP significativa

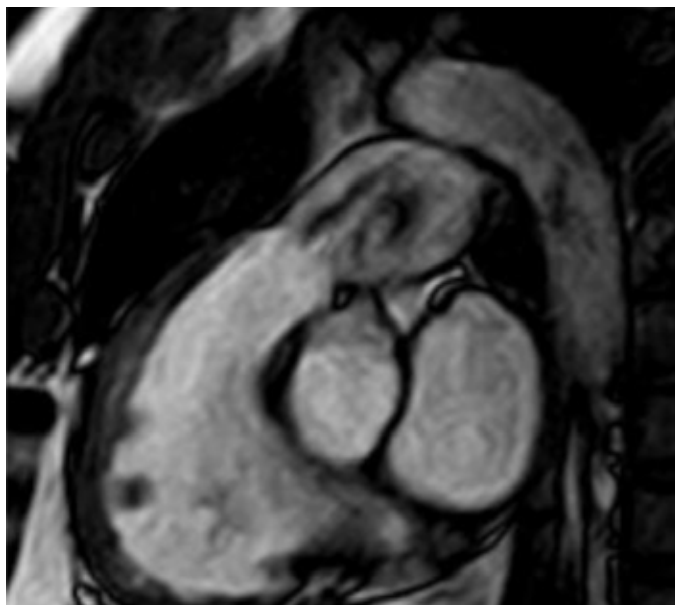


Figura 2: Secuencia de cine a nivel del tracto de salida del VD donde se observa la valvula pulmonar con limitación de su apertura en paciente con EP

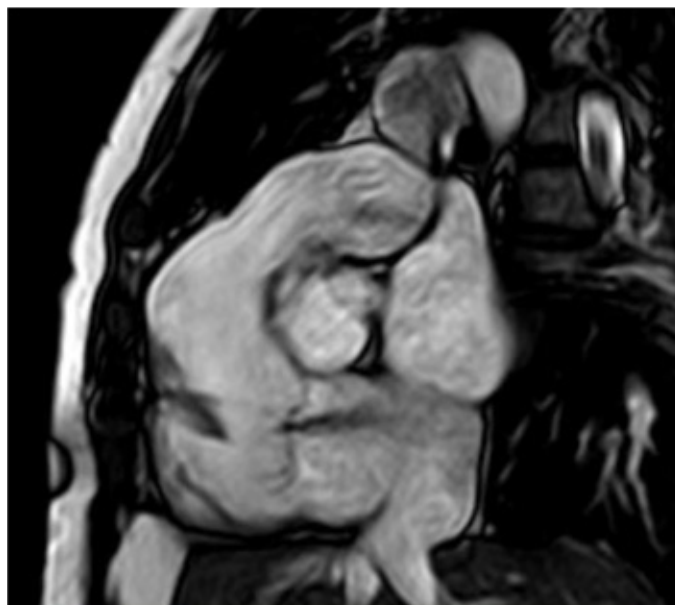


Figura 4: Secuencia de cine a nivel del TSVD en la que se observa jet de insuficiencia tricuspídea desde VD hacia AD

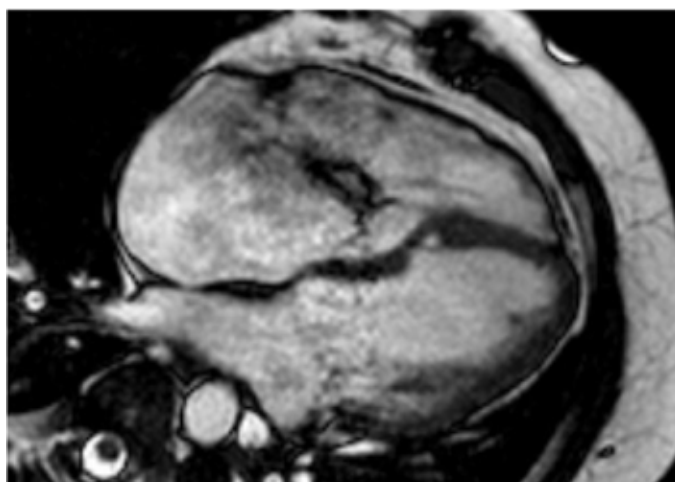


Figura 3: Secuencia de cine en la que se observa vista de 4 cámaras con apicalización del plano valvular tricuspídeo en paciente con anomalía de Ebstein

BIBLIOGRAFÍA

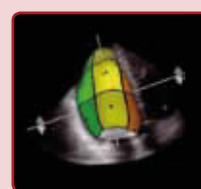
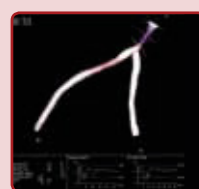
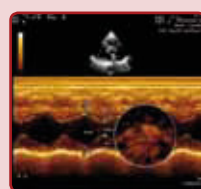
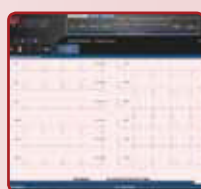
1. Sakrana AA, Al-Zubaidi SA, Nasr MM, Helmy EM, Al Ghamdi SS and Tahlawi ME. Cardiac magnetic resonance indices reflecting pulmonary regurgitation burden after tetralogy of Fallot repair. Clin Radiol. 2017;72:900 e9-900 e15.
2. Cawley PJ, Maki JH, Otto CM. Cardiovascular magnetic resonance imaging for valvular heart disease. Technique and validation. Circulation. 2009;119:468-78.
3. Oosterhof TSA, Vliegen HW, et al. Preoperative thresholds for pulmonary valve replacement in patients with corrected tetralogy of fallot using cardiovascular magnetic resonance. Circulation 2007; 116 (5): 545-551.
4. Geva T. Repaired tetralogy of fallot: The roles of cardiovascular magnetic resonance in evaluating pathophysiology and for pulmonary valve replacement decision support. J Cardiovasc Magn Reson 2011; 13: 9.
5. Javier Urmeneta Ulloa, José Ángel Cabrera, Vicente Martínez de Vega: Cardiorresonancia magnética 4D Flow e insuficiencia de las válvulas semilunares: destinados a ayudarse. RETIC, Vol 6, Num 2 (2023), 5: 10.
6. Rebergen SA, Niezen RA, Helbing WA, Van der Wall EE, De Roos A. Cine gradient-echo MR imaging and MR velocity mapping in the evaluation of congenital heart disease. Radiographics. 1996;16:467-81.
7. Yang Zhan, Dany Debs, Mohammad A. Khan, Duc T. Nguyen, Edward A. Graviss, Shaden Khalaf, Stephen H. Little, Michael J. Reardon, Sherif Nagueh, Miguel A. Quiñones, Neal Kleiman, William A. Zoghbi and Dipan J. Shah J Am Coll Cardiol 2020;76:1291–301.

Sistema de Gestión de Imagen e Información para Cardiología



Una Nueva Concepción Global de la Cardiología

- ◆ Gestión de imágenes y datos de todas las modalidades cardiológicas.
- ◆ Mejor atención al paciente concentrando todos los datos clínicos y administrativos.
- ◆ Cumplimiento de los estándares, directivas y regulaciones más relevantes.
- ◆ Reducción de costes y gestión eficiente del almacén.
- ◆ Poderosas herramientas de extracción de datos.



14. UTILIDAD DE LA TC PREVIO AL IMPLANTE PERCUTÁNEO DE VÁLVULA TRICÚSPIDE Y DE TRICLIP

Dra. Mercedes Carlini Vlahovich.

La insuficiencia tricuspídea (IT), es una valvulopatía prevalente a nivel mundial, pero poco tratada al presentarse de forma aislada. A la mayoría de los pacientes portadores de IT, se los destina a recibir tratamiento médico, a pesar de conocerse el impacto clínico que esto tiene en la evolución de dicha enfermedad. En la actualidad, se encuentra en continuo desarrollo el estudio de nuevas metodologías para el tratamiento percutáneo de la válvula tricúspide (VT), para lo cual las técnicas de diagnóstico por imagen cumplen un rol fundamental desde su detección en el diagnóstico inicial, la evaluación anatómica para elegir el dispositivo ideal y el seguimiento a largo plazo.

Anatómicamente, la VT posee una estructura compleja, de forma elíptica, se encuentra formada por cuatro componentes: - anillo fibroso, - velos (de cantidad variable), - músculos papilares y - cuerdas tendinosas. En cuanto a su tamaño y posición, es la válvula cardíaca más grande y de posición más apical¹.

En cuanto a la etiología de la IT, se la puede clasificar: de tipo primaria, considerándose aquella que presenta afectación orgánica de la válvula; y de tipo secundaria que incluye funcional auricular y funcional ventricular².

El tratamiento percutáneo de la IT, se presenta como una opción válida para tener en cuenta en aquellos pacientes con riesgo quirúrgico aumentado, en los cuales no es factible el tratamiento quirúrgico convencional. Así mismo, hay que tomar en consideración la correcta elección del paciente a tratar y la experiencia con la que cuente el centro donde se llevará a cabo el procedimiento.

En 2018, se publicaron los resultados a mediano plazo del registro internacional TriValve, el cual incluyó pacientes de alto riesgo, con IT grave que fueron sometidos al tratamiento percutáneo. En el seguimiento, se observó una tasa favorable de éxito, el cual se asoció con una disminución en la morbilidad³. Si bien hay puntos débiles en el diseño del registro, no es el objetivo del presente artículo analizarlo en detalle, más allá de lo antes mencionado cabe destacar que se obtuvieron resultados esperanzadores en los aspectos de seguridad y viabilidad.

Se han desarrollado y aún continúan en constante crecimiento y aprendizaje, tres tipos de dispositivos adaptados para el tratamiento percutáneo de la VT:

- Válvula percutánea (ortotópico o heterotópico)
- Anuloplastia percutánea
- Dispositivos que optimizan la coaptación de las valvas.

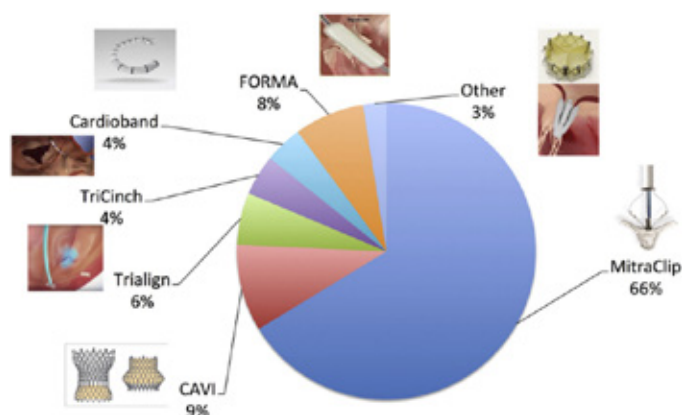


Figura 1: Distribución de los dispositivos utilizados en el registro Trivalve. Imagen tomada de Outcomes After Current Transcatheter Tricuspid Valve Intervention: Mid-Term Results From the International TriValve Registry JACC: Cardiovascular Interventions Volume 12, Issue 2, 28 January 2019, Pages 155-165

El dispositivo actualmente disponible de válvula de implante percutáneo ortotópico y en uso desde 2017, es el sistema NaviGate, consiste en un sistema con velos de pericardio equino, adaptados a un stent de nitinol autoexpandible. Otro tipo de dispositivo ortotópico, es la válvula TriSol, la cual consiste en una malla de nitinol con poliéster en su exterior y una válvula de pericardio bovino. El resultado esperado con el uso de este tipo de dispositivos es la disminución del gradiente transvalvular y de la obstrucción del tracto de salida del ventrículo derecho. El procedimiento destinado principalmente para aquellos pacientes en estadios avanzados, con alto riesgo prequirúrgico es el implante heterotópico, el sitio de implante puede ser sólo en vena cava inferior o a nivel bicava y debido a la velocidad de flujo a este nivel, los pacientes requerirán anticoagulación. Los dispositivos más conocidos son la prótesis TriC Valve y Tricento⁵. Ambos dispositivos se colocan mediante acceso femoral, posicionándose con el objetivo de disminuir el reflujo de la IT hacia las venas cavas. El tratamiento de elección de la IT funcional⁶ es la anuloplastia, obteniéndose resultados favorables en el seguimiento a largo plazo. Una de las ventajas que se obtiene con este tipo de dispositivos, es que se preserva la anatomía de la VT, lo cual permitirá en caso de ser necesario, la aplicación de otras opciones terapéuticas percutáneas. Finalmente, los dispositivos que optimizan la coaptación de las valvas (borde a borde) son el tipo de dispositivos más empleados. El más conocido es el dispositivo TriClip, que es una modificación del dispositivo MitraClip, adaptado a la VT. Este dispositivo se evaluó en el estudio Triluminate, con pacientes portadores de IT masiva o torrencial, y en el cual se demostró una significativa reducción de la IT, acompañada de mejoría en

la clase funcional, en la calidad de vida, en la reducción de los diámetros del ventrículo derecho y en un menor porcentaje de reinternaciones⁷.

Para todos los dispositivos mencionados, es fundamental la planificación previa al procedimiento, mediante un exhaustivo estudio imagenológico, con el objetivo de realizar la correcta elección del paciente que va a obtener mayores beneficios y el tipo de dispositivo a emplear. Dentro de los distintos métodos de estudio por imagen, la tomografía computada es uno de los elegidos debido a su alta resolución espacial, rapidez y realización de una completa reconstrucción anatómica.

Para el estudio preprocedimiento, mediante tomografía computada (TC), se aconseja la utilización de un equipo que cuente como mínimo con 64 filas de detectores, un espesor de corte de 0,6 – 0,75 mm y sincronización por electrocardiograma para la valoración de la anatomía cardíaca. En el caso de la evaluación de los accesos venosos no será necesaria la sincronización por electrocardiograma⁸. La correcta valoración en la selección del acceso representa un gran desafío debido al gran tamaño de la válvula protésica acorde al tamaño del anillo de la VT. Son tres los posibles sitios, el acceso transyugular, la vena femoral y el abordaje transauricular⁹. Será importante detallar las mediciones necesarias de acuerdo al tipo de dispositivo a implantar. En el caso de dispositivos de anuloplastia será fundamental detallar el tamaño del anillo valvular y la distancia a la arteria coronaria derecha, la altura y ángulo de apertura de las valvas, medición de la zona de anclaje. Para el implante de prótesis heterotópica, se debe describir las dimensiones de las venas cavas y la distancia a la aurícula derecha, también es posible detallar las dimensiones de la cavidad derecha, su relación con estructuras adyacentes y la presencia de calcificaciones. Se recomienda, además, la utilización de análisis en 3D, de manera de facilitar un mejor entendimiento de la compleja estructura anatómica de la VT⁸.

Conclusiones:

La patología de la VT ha tomado protagonismo en los últimos años con el estudio y aplicación de diversos procedimientos percutáneos, obteniéndose resultados favorables. La tomografía computada se desempeña como uno de los métodos más empleados al momento de planificar el procedimiento, tanto en la evaluación anatómica, como en la evaluación de riesgo y en la elección del dispositivo

adecuado. También la tomografía computada, se emplea como método complementario para la evaluación en el seguimiento de estos pacientes, tanto para valorar el estado del dispositivo como para evaluar las posibles complicaciones. Se espera que las técnicas de inteligencia artificial mediante el Deep learning, brinden la posibilidad de mejorar la precisión y rapidez en la evaluación anatómica previo al procedimiento percutáneo en un futuro no muy lejano.

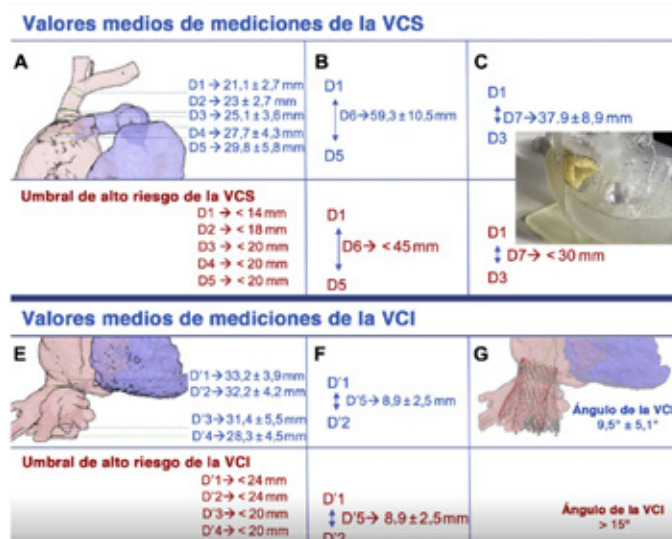


Figura 2: Mediciones de la vena cava superior (A-D) e inferior (E-H) basadas en la tomografía computarizada y umbrales propuestos para el alto riesgo de complicaciones para el tratamiento con válvula heterotópica bicaval.

A: confluencia entre la VII y la VCS (D1); VCS a la altura de la parte superior de la AP (D2); VCS a la altura de la parte media de la AP (D3); VCS a la altura de la parte inferior de la AP (D4); VCS a la altura de la unión con la AD (D5). B: longitud entre D1 y D5 (D6). C: longitud entre D1 y D3 (D7). E: diámetro a la altura de la confluencia entre la VCI y la transición a la AD (D'1); VCI a la altura de la parte superior de las VSH (D'2); VCI a la altura de la parte inferior de las VSH (D'3); 5cm por debajo de la transición de VII-AD (D'4). F: longitud de D'1 a D'2 (D'5). G: ángulo de VCI. AD: aurícula derecha; AP: arteria pulmonar; VCI: vena cava inferior; VCS: vena cava superior. VII: vena innominada izquierda; VSH: venas suprahepáticas.

Imagen tomada de Caval valve implantation for percutaneous treatment of tricuspid regurgitation: preprocedural anatomical assessment. RevEspCardiol.2021;74(9):802–805

BIBLIOGRAFÍA

1. R.T. Hahn, L.P. Badano, P.E. Bartko, et al. Tricuspid regurgitation: recent advances in understanding pathophysiology, severity grading and outcome. Eur Heart J Cardiovasc Imaging., 23 (2022), pp. 913-929
2. R.T. Hahn, L.T. Weckbach, T. Noack, et al. Proposal for a Standard Echocardiographic Tricuspid Valve Nomenclature. JACC Cardiovasc Imaging., 14 (2021), pp. 1299-1305
3. Outcomes After Current Transcatheter Tricuspid Valve Intervention: Mid-Term Results From the International TriValve Registry JACC: Cardiovascular Interventions Volume 12, Issue 2, 28 January 2019, Pages 155-165
4. Endovascular treatment of the tricuspid valve: current status. GertrudisParody-Cuerda, EmilianoRodríguez-CauloyJoséMiguelBarquero-Aroca. Cirugía Cardiovascular 28 (2021) 268-277
5. Dreger H, Mattig I, Hewing B, Knebel F, Lauten A, Lembcke A, Thoenes M, Roehle R, Stangl V, Landmesser U, Grubitzsch H, Stangl K, Laule M. Tratamiento de la regurgitación tricúspide grave en pacientes con insuficiencia cardíaca avanzada con implantación de vena CAval de la válvula Edwards Sapien XT (TRICAVAl): un ensayo controlado aleatorio. Eurointervención. 2020; 15 :1506–13.
6. The growing clinical importance of secondary tricuspid regurgitation. J Am Coll Cardiol., 59 (2012), pp. 703-710
7. Transcatheter Edge-to-Edge Repair for Treatment of Tricuspid Regurgitation. TRILUMINATE Investigators. J Am Coll Cardiol. 2021 Jan 26;77(3):229-239.
8. Comparison between three-dimensional echocardiography and computed tomography for comprehensive tricuspid annulus and valve assessment in severe tricuspid regurgitation: implications for tricuspid regurgitation grading and transcatheter therapies. J Am Soc Echocardiogr. 2018;31(11):1190–202 e3. doi: 10.1016/j.echo.2018.07.007.
9. First-in-human implantations of the navigate bioprosthesis in a severely dilated tricuspid annulus and in a failed tricuspid annuloplasty ring. Circ Cardiovasc Interv. (2017) 10:e005840. 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.117.005840

15. AMILOIDOSIS CARDÍACA MÁS ALLÁ DEL VENTRÍCULO IZQUIERDO UTILIDAD DEL ESTUDIO CON BIFOSFONATOS

Dra. María Victoria Carvelli – Dra. Mariana Corneli – Dr. Osvaldo H. Masoli.

La amiloidosis cardíaca por transtirretina (AC-TTR) es una miocardiopatía infiltrativa que se produce debido al depósito extracelular de proteína amiloide en el tejido cardíaco comprometiendo su estructura y la función ventricular. 1

Anteriormente era considerada una enfermedad rara. El diagnóstico se realizaba de manera invasiva a través de la confirmación histológica. Sin embargo, en la última década ha habido un cambio de paradigma, impulsado por la aparición de tratamientos específicos, lo cual ha obligado a indagar sobre métodos

Diagnósticos no invasivos. Actualmente el centellograma cardíaco con fosfonatos es considerado una biopsia no invasiva debido a su alta sensibilidad y especificidad para el diagnóstico. 2 3

Las imágenes, incluidas la ecocardiografía Doppler, la resonancia magnética cardíaca y el centellograma cardíaco, pueden respaldar la sospecha clínica y permitir el diagnóstico temprano de AC TTR, mejorando así el resultado. 2 3

Sin embargo, es crucial tener presente que, a pesar del avance en nuestro entendimiento de la enfermedad, el diagnóstico sigue siendo habitualmente realizado en etapas avanzadas, coincidiendo con el desarrollo de insuficiencia cardíaca en los pacientes. 4 5 6

La información sobre el compromiso de la enfermedad se ha enfocado principalmente en el ventrículo izquierdo (VI). Sin embargo, recientemente se han publicado artículos donde se resalta la relevancia del compromiso del ventrículo derecho (VD) en la enfermedad.

La fisiopatología del compromiso del VD en la AC-TTR implica una cascada compleja de eventos que incluyen el depósito de proteína amiloide, la inflamación local, la fibrosis y la disfunción miocárdica. Los mecanismos precisos que contribuyen al daño del ventrículo derecho aún no se comprenden completamente, pero se cree que involucran tanto cambios estructurales como funcionales. Por un lado, se sugiere que hay un aumento de la poscarga del VD, lo que inicialmente conduce a la hipertrofia ventricular derecha. Por otro lado, se ha observado el depósito de fibrillas de amiloide en las paredes de los vasos pulmonares, lo que también puede contribuir al deterioro.

Recientemente, se ha publicado un artículo que resalta que el compromiso del VD no siempre se manifiesta de manera tardía en la progresión de la enfermedad. De hecho, puede ocurrir simultáneamente con el compromiso del ventrículo izquierdo o incluso precederlo. Esto sugiere que la evaluación del VD podría constituir una herramienta diagnóstica útil para el diagnóstico precoz de la enfermedad. 7

Por lo tanto, es crucial enfocarse en la evaluación del VD mediante los diversos métodos diagnósticos disponibles. Esto incluye técnicas de imagenología avanzada, como la ecocardiografía, la resonancia magnética cardíaca y el centellograma cardíaco, que pueden proporcionar información detallada sobre su estructura y función. La integración de estos métodos, adicionalmente a

la evaluación clínica, puede mejorar la detección temprana y el manejo de la enfermedad, lo que a su vez puede llevar a mejores resultados clínicos para los pacientes.

Aunque la evaluación del VD mediante ecocardiografía o resonancia magnética ha sido objeto de mayor estudio, se ha investigado poco sobre la utilidad del centellograma cardíaco. (Figura 1 y 2)

Recientemente, se ha publicado un artículo que subraya la importancia del compromiso del VD en relación con el pronóstico de la enfermedad. Este estudio se centró en la cuantificación del VD a través del centellograma con bisfosfonatos utilizando imágenes de tomografía computarizada por emisión de fotón único (SPECT).

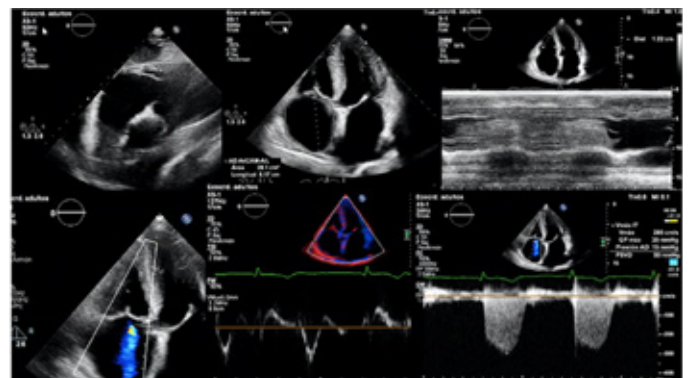


Figura 1: Imágenes de Ecocardiografía Doppler transtorácico focalizado en la evaluación del VD por parámetros clásicos de cavidades derechas (Línea superior y línea media)

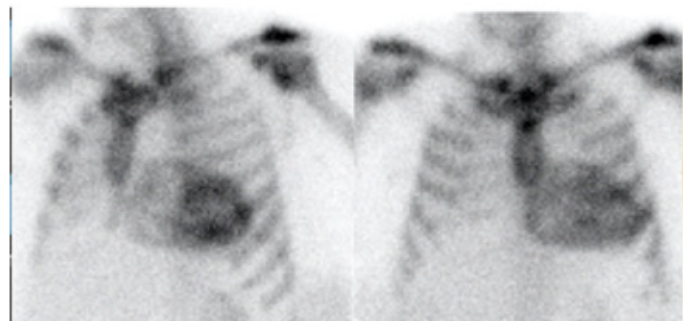


Figura 2: Centellograma cardíaco con ^{99m}Tc – HMDP en cámara gamma donde se evidencia captación intensa del VD.

Este trabajo multicéntrico reunió a 1422 pacientes con diagnóstico de amiloidosis cardíaca por transtirretina (AC-TTR). Se utilizó la clasificación de Perugini para definir la captación cardíaca: 0 para ausencia de captación, 1 para captación leve (menor que la ósea), 2 para captación moderada (igual a la ósea), y 3 para alta captación (mayor que la ósea). En cuanto al grado de captación del VD, se

dividió en dos grupos: focal (afectando sólo el segmento basal de la pared libre del VD) o difuso (extendiéndose más allá del segmento basal) según las imágenes SPECT.

El resultado principal del estudio fue la mortalidad por todas las causas. Se observó que en los pacientes con captación difusa del VD, independientemente del grado de compromiso del VI según la escala de Perugini, se asoció con un peor pronóstico.⁸

Esta asociación sugiere que la evaluación del VD en pacientes con AC-TTR puede proporcionar información adicional sobre el pronóstico y la progresión de la enfermedad, lo que puede ser crucial para la estratificación del riesgo y la optimización del manejo clínico.

Nuestro grupo de trabajo se encuentra actualmente llevando a cabo un estudio destinado a determinar la prevalencia del compromiso del VD en pacientes con (AC-TTR), así como a establecer una clasificación cuali-cuantitativa que permita evaluar la extensión de esta afectación y correlacionarla con los hallazgos obtenidos en el ecocardiograma Doppler color. Estudiamos a un total de 104 pacientes con AC-TTR, diagnosticados mediante centellograma cardíaco, y observamos una prevalencia significativa de compromiso del VD. Además, identificamos una correlación entre la afectación del VD

y el pronóstico de los pacientes, independientemente del compromiso del ventrículo izquierdo VI.⁹

En conclusión, el compromiso del ventrículo derecho en la AC-TTR es un hallazgo relevante que no debe pasarse por alto.

En la última década ha habido un auge en el interés de esta patología, desencadenada en parte por el advenimiento de la centellografía cardíaca con fosfonatos como biopsia no invasiva y por otro lado, por el surgimiento de distintas opciones terapéuticas específicas. Algunas de las cuales todavía siguen en proceso de investigación. Lo cual va a significar un desafío en el futuro: ¿Cómo reconocer qué pacientes se benefician más del tratamiento?, ¿en qué momento iniciarlo?, ¿qué fármaco utilizar? y si es posible combinarlos ya que actúan en distintos puntos del proceso fisiopatológico subyacente que determina a la enfermedad. Para esto consideramos que podría servir la evaluación del compromiso del VD, ya que constituye un parámetro que determina el pronóstico de los pacientes.

Las técnicas de imagen cardíaca, fundamentalmente el centellograma cardíaco por su precocidad, desempeñan un papel fundamental en la detección y evaluación de esta afectación, lo que permite un enfoque integral en el manejo de los pacientes. Se necesita más investigación para comprender completamente la implicancia del compromiso del ventrículo derecho en la AC-TTR.

BIBLIOGRAFÍA

1. Medarametla GD, Kahlon RS, Mahitha L, et al. Cardiac amyloidosis: evolving pathogenesis, multimodal diagnostics, and principles of treatment. *EXCLI J*. 2023;22:781-808. Published 2023 Aug 3. doi:10.17179/excli2023-6284
2. Dorbala S, Ando Y, Bokhari S, et al. ASNC/AHA/ASE/EANM/HFSA/ISA/SCMR/SNMMI expert consensus recommendations for multimodality imaging in cardiac amyloidosis: part 1 of 2—evidence base and standardized methods of imaging. *J Nucl Cardiol* 2019; 26: 2065–2123.
3. Garcia-Pavia P, Rapezzi C, Adler Y, et al. Diagnosis and treatment of cardiac amyloidosis: a position statement of the ESC Working Group on Myocardial and Pericardial Diseases. *Eur Heart J* 2021; 42: 1554–1568.
4. Tini G, Milani P, Zampieri M, et al. Diagnostic pathways to wild-type transthyretin amyloid cardiomyopathy: a multicentre network study. *Eur J Heart Fail*. 2023;25(6):845-853. doi:10.1002/ehf.2823.
5. Scirpa R, Cittadini E, Mazzocchi L, et al. Risk stratification in transthyretin-related cardiac amyloidosis. *Front Cardiovasc Med*. 2023;10:1151803. Published 2023 Mar 21. doi:10.3389/fcvm.2023.1151803
6. Spaccavento A, Rodríguez MDR, Meretta A, Elissamburu P, Carvelli V, Gobbo M, Rosa D, Masoli O, Conde D, Costabel JP. Prevalence of transthyretin amyloid cardiomyopathy in patients admitted for acute heart failure. *Curr Probl Cardiol*. 2024 Mar;49(3):102385. doi: 10.1016/j.cpcardiol.2024.102385. Epub 2024 Jan 4.
7. Tana M, Tana C, Palmiero G, et al. Imaging findings of right cardiac amyloidosis: impact on prognosis and clinical course. *J Ultrasound*. 2023;26(3):605-614. doi:10.1007/s40477-023-00789-1
8. Porcari A, Fontana M, Canepa M, et al. Clinical and Prognostic Implications of Right Ventricular Uptake on Bone Scintigraphy in Transthyretin Amyloid Cardiomyopathy. *Circulation*. 2024;149(15):1157-1168. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.123.066524
9. Carvelli MV, Corneli M, Gobbo M, Elissamburu P, Costabel JP, Perez Balaño N, Meretta A, Masoli O. Impacto pronóstico del compromiso del ventrículo derecho en pacientes con amiloidosis TTR. XII Congreso Argentino de Ecocardiografía e Imágenes Cardiovasculares SAC 2024.

16. VALORACIÓN ECOCARDIOGRÁFICA DE LA PATOLOGÍA PULMONAR TROMBOEMBÓLICA

Dra. Rosina Arbucci - Dra. Sandra Isabel Díaz.

Introducción

La patología tromboembólica incluye tanto la trombosis venosa profunda (TVP) como la embolia pulmonar (EP), con consecuencias clínicas que van desde eventos tromboembólicos agudos hasta complicaciones crónicas como la hipertensión pulmonar. La patología tromboembólica pulmonar (TEP) es una entidad muy relevante por su potencial morbimortalidad. Su diagnóstico precoz y preciso es crucial para iniciar el tratamiento adecuado y mejorar los resultados clínicos de los pacientes, y para eso la ecocardiografía es una herramienta fundamental.

Fundamentos de la Ecocardiografía en la Evaluación TEP

La ecocardiografía desempeña un papel esencial en la valoración del TEP.

La American Society of Echocardiography (ASE) recomienda la ecocardiografía como modalidad inicial para evaluar la presencia de trombo en las cavidades cardíacas y sus consecuencias hemodinámicas (ASE, 2020).¹

Hallazgos Ecocardiográficos en TEP

Los hallazgos ecocardiográficos incluyen la presencia de dilatación del ventrículo derecho (VD), trombos intracardíacos y la evaluación de la función ventricular derecha e izquierda. Además, la detección de signos indirectos de EP, como el colapso de la arteria pulmonar, pueden ser de gran utilidad clínica. Dada la peculiar geometría del VD, no existe un único parámetro ecocardiográfico que proporcione información rápida y fiable sobre su tamaño o función. Por esto, los criterios ecocardiográficos para el diagnóstico de TEP difieren entre estudios.

En pacientes con descompensación hemodinámica (no trasladables a angiotomografía pulmonar) el hallazgo de dilatación o disfunción del VD, especialmente signos ecocardiográficos más específicos como el signo "60/60", signo de McConnell o trombos en cavidades derechas se asocian a peor pronóstico y justifican una reperfusión de urgencia en pacientes con probabilidad clínica alta para TEP, sin otras causas de sobrecarga de presión del VD. (Guía ESC, 2019)³ La presencia de un trombo en tránsito en cavidades derechas es un marcador de mal pronóstico y su hallazgo es diagnóstico de TEP. Su asociación con foramen oval permeable adiciona el riesgo de embolia sistémica paradójica. Estudios previos han demostrado que la ecocardiografía es altamente sensible y específica para la detección de trombos en las cámaras cardíacas, especialmente en pacientes con alta sospecha clínica de EP (Goldhaber, 2018).²

Hallazgos ecocardiográficos de sobrecarga/disfunción del VD en TEP agudo:

Esquematisados en la figura 1.

- **Signo de McConnell:** Hipoquinesia/aquinesia de la pared

libre del VD con preservación de la región apical en vista de 4 cámaras apical. (Figura 2). Signo sugestivo de TEP masivo. Se ha reportado elevada especificidad y valor predictivo positivo (VPP), aún en pacientes con enfermedad cardiorrespiratoria previa. Aunque debe asociarse a otros signos de sobrecarga derecha para evitar falsos positivos en pacientes con infarto del VD. ³

- **Trombo en cavidades derechas:** Presente en menos del 4% de los TEP agudos. Aumenta el riesgo de mortalidad a corto plazo, con tasas cercanas al 20%.

- **Signo "60/60":** Tiempo de aceleración pulmonar <60 msec con un notch mesosistólico, asociado a un gradiente pico sistólico de la válvula tricúspide >30 y <60 mmHg. Presenta un elevado valor predictivo positivo, incluso en pacientes con alteraciones estructurales previas del VD o patología pulmonar de base.³

- **Dilatación del VD:** Un índice VD/VI > 1 en vista de 4 cámaras apical, un diámetro basal > 41 mm y medial > 35 mm en vista apical de 4 cámaras focalizada en VD, indican dilatación del VD y peor pronóstico.⁷

- **Movimiento anterior sistólico del septum y septum aplanado en diástole** sugieren sobrecarga de volumen del VD.

- **Excursión sistólica del plano del anillo tricúspideo (TAPSE) <16 mm y Fracción de Acortamiento del VD <35** indican disfunción sistólica del VD.

- **Velocidad S del anillo tricúspideo por Doppler tisular <9.5 cm/s:** medida en pared libre indica disfunción sistólica del VD. Baja sensibilidad como hallazgo individual, ya que se ha observado un valor normal en pacientes con TEP hemodinámicamente estables.

Evaluación Hemodinámica y Doppler en la EP

El uso del Doppler en la ecocardiografía aporta información crucial sobre el impacto hemodinámico en TEP. Los hallazgos Doppler, como el aumento en la presión sistólica de la arteria pulmonar (PSAP) y la dilatación del VD, son indicadores importantes de la gravedad y la respuesta al tratamiento en pacientes con EP aguda.

Pruszczyk y Torbicki (2018)⁴ destacan la importancia del Doppler en la evaluación de la EP, especialmente para identificar pacientes con alto riesgo de complicaciones y requerimientos terapéuticos específicos.

Seguimiento y Evaluación Longitudinal por Ecocardiografía

La ecocardiografía desempeña un papel fundamental en el seguimiento longitudinal de los pacientes con TEP. Permite la evaluación de la respuesta al tratamiento anticoagulante, la detección de complicaciones como la hipertensión pulmonar crónica y la optimización de la terapia en casos complejos.

Estudios han demostrado que la ecocardiografía seriada es útil para evaluar la resolución de los trombos intracardíacos y la recuperación de la función ventricular en pacientes con TEP

tratado (Kucher, 2018).5

Strain en TEP

El análisis del strain miocárdico evalúa la deformación miocárdica, y es de utilidad en la valoración precoz de la mecánica ventricular y disfunción cardíaca. Según la Sociedad Europea de Cardiología (ESC, 2020)3, ofrece múltiples ventajas en la valoración del TEP. Permite una evaluación más sensible de la disfunción ventricular derecha, que es comúnmente afectado en el TEP agudo; puede detectar de forma temprana alteraciones sutiles en la contractilidad miocárdica asociadas al TEP crónico y la hipertensión pulmonar. Estudios han demostrado que el strain del VD es un predictor pronóstico importante en pacientes con TEP, con un valor añadido en la estratificación del riesgo y la toma de decisiones terapéuticas (Kovacs et al., 2019)6. Se recomienda su inclusión en la evaluación rutinaria de pacientes con sospecha o diagnóstico de TEP, especialmente en aquellos con factores de riesgo de disfunción ventricular derecha. La ASE y la European Association of Cardiovascular Imaging (EACVI) han publicado directrices que respaldan el uso del strain en la valoración de la función ventricular en TEP (ASE/EACVI, 2018)7. Sus limitaciones son: variabilidad interobservador, dependencia del operador y la necesidad de estandarización en los métodos de análisis. Continúan en vigencia protocolos de estudio para mejorar la reproducibilidad y la precisión (D'Alto et al., 2020).8

Inteligencia artificial en TEP

La inteligencia artificial (IA) ha emergido como una herramienta

prometedora en la valoración del TEP mediante ecocardiografía. Estudios recientes demostraron el potencial de la IA para mejorar la detección temprana, la precisión diagnóstica y la toma de decisiones clínicas en pacientes con TEP. En un estudio realizado por Gupta et al. (2020)9, se desarrolló un algoritmo de IA basado en aprendizaje profundo para la detección automática de TEP en imágenes ecocardiográficas. Este algoritmo mostró alta sensibilidad y especificidad en la identificación de patrones ecocardiográficos asociados con TEP.

Liu et al. (2021)10 realizaron un análisis de datos clínicos y ecocardiográficos utilizando técnicas de IA para predecir el riesgo de complicaciones en éstos pacientes. Éstos revelaron que el uso de modelos predictivos basados en IA permitió una estratificación más precisa del riesgo y una mejor identificación de pacientes con mayor probabilidad de desarrollar disfunción ventricular derecha y otras complicaciones.

En definitiva, estas técnicas mejoran la eficiencia diagnóstica y la calidad de la atención médica en TEP.

Conclusiones

La ecocardiografía desempeña un papel fundamental en la valoración del TEP, permitiendo un diagnóstico preciso, una evaluación pronóstica adecuada y un seguimiento terapéutico óptimo. Aún se requieren más estudios para mejorar la estandarización de las técnicas ecocardiográficas y su integración en algoritmos diagnósticos y terapéuticos.

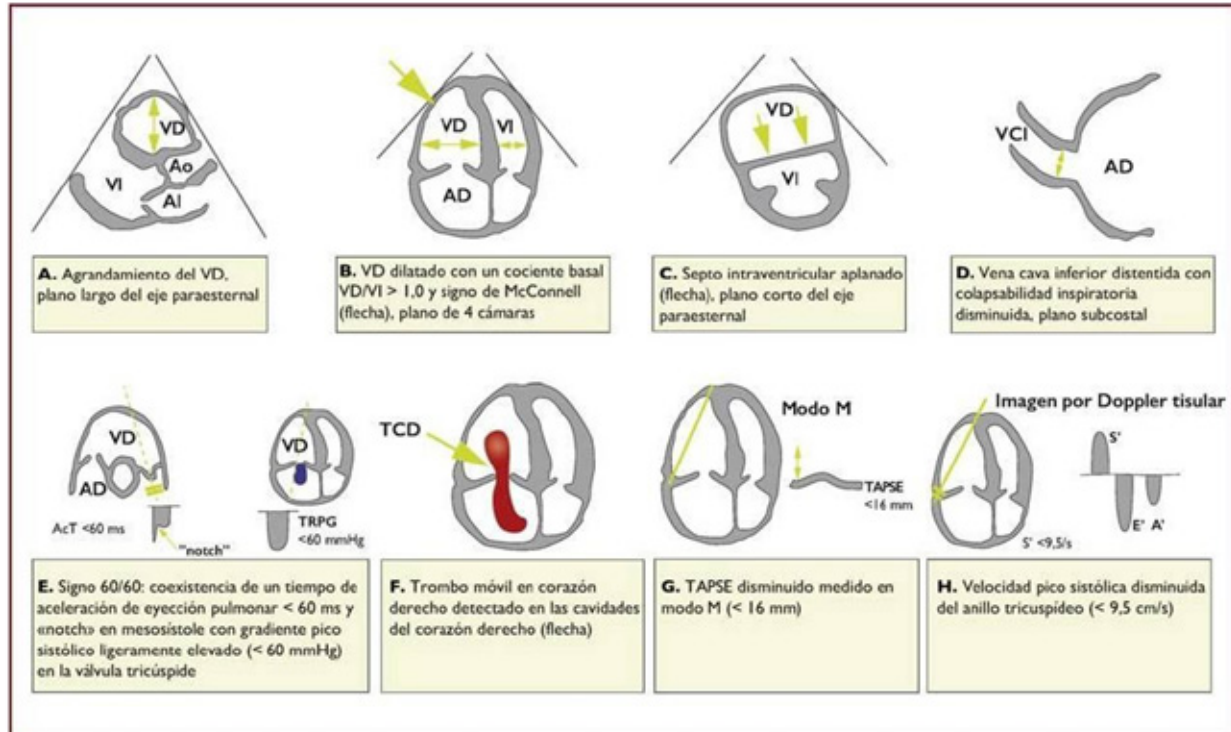


Figura 1: Representación gráfica de los parámetros de ecocardiografía transtorácica para la evaluación de la sobrecarga de presión del ventrículo derecho. Fuente: Rev Esp Cardiol. 2020;73(6):497.e1–497.e58

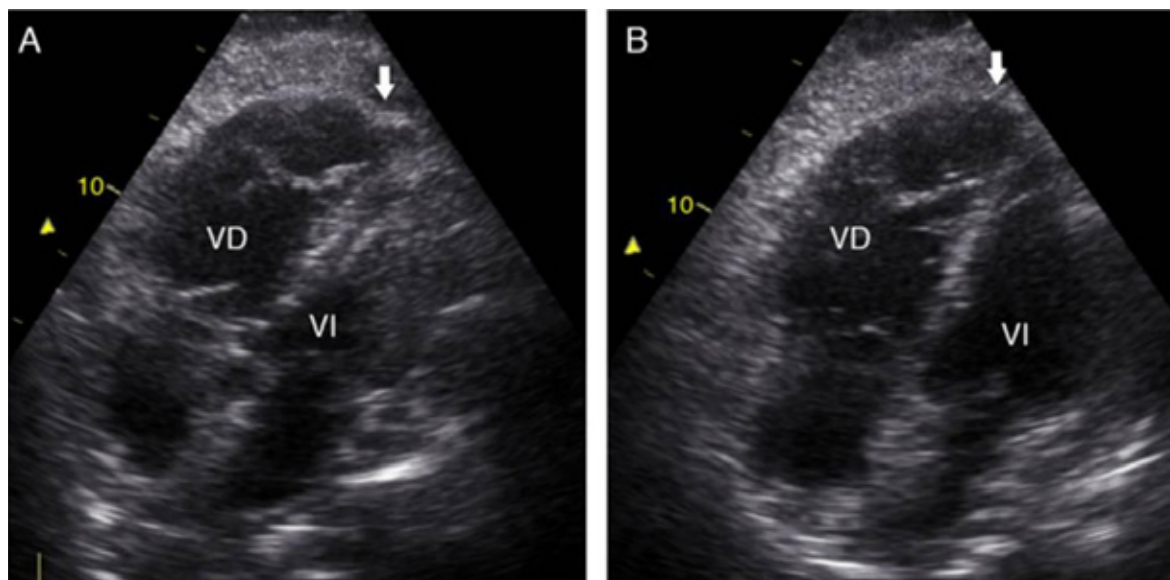


Figura 2: Signo de Mc Connell: La imagen de 4 cámaras en sístole muestra acinesia de la pared libre del VD con hipercinesia del ápex (flecha). B) Imagen de 4 cámaras en diástole, dilatación del VD, ápex de VD (flecha). Fuente: Cardiocore, vol. 48, núm. 1.

BIBLIOGRAFÍA

1. American Society of Echocardiography (ASE). (2020). Recommendations for the evaluation of left ventricular diastolic function by echocardiography: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *Journal of the American Society of Echocardiography*, 33(5), 577-617.
2. Goldhaber, S. Z. (2018). Echocardiography in the management of pulmonary embolism. *Annals of internal medicine*, 168(7), 528-534.
3. European Society of Cardiology (ESC 2019). ESC Guidelines for the diagnosis and management of acute pulmonary embolism. *Rev Esp Cardiol*. 2020;73(6):497.e1-497.e58
4. Pruszczyk, P., & Torbicki, A. (2018). Transthoracic echocardiography in the diagnosis and risk stratification of patients with acute pulmonary embolism. *European Respiratory Journal*, 51(3), 1702217.
5. Kucher, N. (2018). Echocardiographic findings in patients with suspected acute pulmonary embolism and inconclusive multislice computed tomography. *Journal of the American College of Cardiology*, 51(10), 1125-1132.
6. Kovacs, G., Berghold, A., Scheidl, S., & Olschewski, H. (2019). Pulmonary arterial pressure during rest and exercise in healthy subjects: a systematic review. *European Respiratory Journal*, 34(4), 888-894.
7. American Society of Echocardiography (ASE) & European Association of Cardiovascular Imaging (EACVI). (2018). Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the ASE and EACVI. *Journal of the American Society of Echocardiography*, 31(2), 233-271.
8. D'Alto, M., Romeo, E., Argiento, P., et al. (2020). Speckle-tracking analysis of left ventricular systolic function and prediction of outcome in pulmonary arterial hypertension. *American Journal of Cardiology*, 110(7), 1073-1078.
9. Gupta, A., Smith, R., Johnson, M., et al. (2020). Deep learning-based detection of pulmonary embolism on echocardiography. *Journal of Cardiovascular Imaging*, 25(3), 123-129.
10. Liu, Y., Wang, Z., Chen, L., et al. (2021). Artificial intelligence-based risk prediction models for complications in pulmonary embolism patients. *Journal of Clinical Cardiology*, 38(2), 78-84.

17. TC EN LA ENFERMEDAD TROMBOEMBÓLICA PULMONAR UNA MIRADA MÁS ALLÁ DEL TROMBO

Dra. Vanina Martinez - Dra Melisa Sanchez - Dr Pablo Garcia Pacho.

Introducción

La enfermedad tromboembólica venosa (ETE) es una entidad clínica que engloba 2 cuadros: la trombosis venosa profunda (TVP) de extremidades inferiores y el tromboembolismo pulmonar (TEP).

El TEP representa la tercera causa de muerte cardiovascular y se considera entre las principales causas de muerte intrahospitalaria (1). Los síntomas y signos de TEP son comunes a otras patologías, por lo que los métodos complementarios, guiados por la sospecha clínica (scores de probabilidad), son fundamentales para el diagnóstico.

La angiotomografía computada multidetector de arteria pulmonar (TCAP) es un método rápido, seguro y de elección para confirmar el diagnóstico de TEP y evaluar diagnósticos alternativos. Asociada a la TC venografía (VTC) para detectar TVP, tiene una sensibilidad del 90% y una especificidad del 95%. Cuando se combina con la probabilidad clínica, el valor predictivo positivo aumenta al 96% si la probabilidad clínica es alta o baja y al 92% cuando la probabilidad es intermedia (2).

Para el diagnóstico de TEP es necesario la detección del trombo, mediante la observación de un defecto de llenado en el vaso pulmonar. De acuerdo a la localización anatómica de los mismos pueden ser centrales (arteria principal, ramas derecha e izquierda, arteria interlobar y lobar) o periféricos (vasos segmentarios y subsegmentarios), siendo los centrales y bilaterales los de mayor riesgo.

También se los puede clasificar como agudos, crónicos o combinados. Se consideran agudos cuando están en el centro del vaso, pudiendo provocar dilatación del mismo y, si son más excéntricos, presentan un ángulo agudo respecto a la luz vascular. Se observa en el eje largo del mismo. En los trombos crónicos, en general, el defecto de llenado se localiza en la periferia formando un ángulo obtuso con la pared del vaso, tienen morfología de banda lineal, red o trombo mural excéntrico y se pueden observar signos de recanalización (3). En las extremidades inferiores, también se puede visualizar e intentar localizar los defectos de repleción en el sistema venoso profundo, diagnósticos de TVP.

El evento tromboembólico supone un aumento brusco de precarga para el ventrículo derecho (VD). De modo compensatorio este se dilata aumentando la precarga. Un fallo en este proceso adaptativo condiciona la aparición de insuficiencia cardíaca, considerándose el TEP como de alto riesgo. En estos casos la mortalidad aumenta de forma significativa, por lo que es de gran utilidad realizar una adecuada valoración pronóstica inicial. La TCAP también proporciona varios parámetros para estimar la gravedad y realizar estratificación de riesgo o valoración pronóstica (4). Para ello además de valorar la presencia y localización del trombo, es fundamental determinar signos imagenológicos indirectos sugestivos de hipertensión pulmonar precapilar y signos de sobrecarga de cavidades derechas. También debe evaluarse la

afectación parenquimatosa y otros hallazgos asociados.

Signos sugestivos de hipertensión pulmonar precapilar

• Aumento del diámetro de la arteria pulmonar

Debido a la elevación de las presiones a nivel del árbol pulmonar, se genera un aumento del calibre de la arteria pulmonar, que se ve preferentemente cuanto más grave y extenso es el TEP. La arteria pulmonar en condiciones normales debe tener un calibre inferior al de la aorta ascendente ($AP < AO$), con un valor absoluto menor a 30 mm. Esta debe medirse en un plano axial donde se bifurca en la rama derecha e izquierda, en ángulo recto a su eje largo (figura 1). Aumenta la especificidad, si además se encuentra una relación arteria-bronquio segmentario mayor de 1:1 en la mayoría de los lóbulos pulmonares

• Hipertrofia de la pared libre del VD

Una pared ventricular mayor a 4 mm indica habitualmente un cuadro de hipertensión pulmonar y por lo tanto de TEP, crónica (figura 2).

Signos de sobrecarga cardíaca derecha

La presencia de sobrecarga cardíaca y fallo cardíaco derecho, es el principal factor pronóstico, y se relaciona con mayor morbimortalidad. Se observa dilatación de las cavidades derechas y reflujo de contraste intravenoso a la vena cava inferior y venas suprahepáticas.

• Dilatación de ventrículo derecho

La relación VD/VI es la variable cuantificable más extendida y la única aceptada para estratificar el riesgo del TEP agudo, según las guías de la Sociedad Europea de Cardiología (tabla 1).

Las medidas del VD se realizan en eje de 4 cámaras o en el plano axial (figura 3). El diámetro transversal máximo de cada ventrículo se define como la distancia desde el endocardio de la pared libre hasta el endocardio del septo interventricular en aquel corte en el que la cavidad de cada ventrículo sea de mayor tamaño. Normalmente la cavidad del VD debe ser menor a la del ventrículo izquierdo (VI).

Una relación $VD/VI > 0.9$ en 4 cámaras o > 1 en axial, indica dilatación del mismo y se ha asociado con un mayor riesgo de muerte intrahospitalaria, muerte dentro de los 30 días y con complicaciones graves precoces tanto en pacientes inestables como estables hemodinámicamente (5).

• Tabique interventricular rectificado

El septo está curvado hacia el VD en condiciones normales dado el gradiente de presión normal interventricular, que va de izquierda a derecha. Tras un TEP aumenta el volumen y la presión del VD, pero al estar limitado el espacio que ocupan ambos ventrículos por pericardio no distensible, se invierte el gradiente normal de presión interventricular. Al dirigirse desde el VD hacia el VI, el septo se aplanan y posteriormente se invierte hacia el VI. Algunos autores confieren un elevado valor pronóstico a este signo (5).

• Otras variables

El aumento del diámetro de venas cavas, ácigos, seno coronario y el reflujo de contraste intravenoso a la vena cava inferior y a las venas suprahepáticas refleja la repercusión retrógrada cardiovascular y algunos autores le confieren un valor pronóstico (5).

Afectación parenquimatosa

La afectación parenquimatosa del TEP es inespecífica y no se ha vinculado con efectos adversos. Pueden encontrarse

1). Infarto, más frecuente en los lóbulos inferiores y en las zonas periféricas como consolidación triangular en forma de cuña, con base pleural, baja atenuación central y sin reforzamiento con el contraste. La presencia de hipodensidades centrales sin seguir un patrón de ramificación bronquial son altamente sugestivas de infarto pulmonar.

2). Hemorragia pulmonar, manifiesta como zona irregular de mayor atenuación o en vidrio despulido.

3). Oligohemia del segmento afectado o defectos de perfusión (visualizadas con TC de doble energía/dual).

4). Atelectasias, generalmente lineales.

5). Derrame pleural.

Otro hallazgos

El campo de visión de TCAP no se limita únicamente a la arterias pulmonares y en consecuencia, más allá de la visualización directa del trombo, puede revelar otras etiologías de dolor de pecho y disnea. También se puede observar la presencia de hallazgos asociados como nódulos o masas en órganos aledaños (figura 4), adenopatías, etc.

Conclusión

La utilidad de la TCAP está dada no solo por su capacidad para el diagnóstico de TEP, mediante la visualización del trombo, sino también para evaluar la funcionalidad del VD. La presencia de signos de disfunción ventricular parece ser un factor de pronóstico adverso identificando a pacientes como alto riesgo para presentar un desenlace fatal. Evaluar y facilitar esta información al clínico asistencial es de utilidad para el manejo de los pacientes.

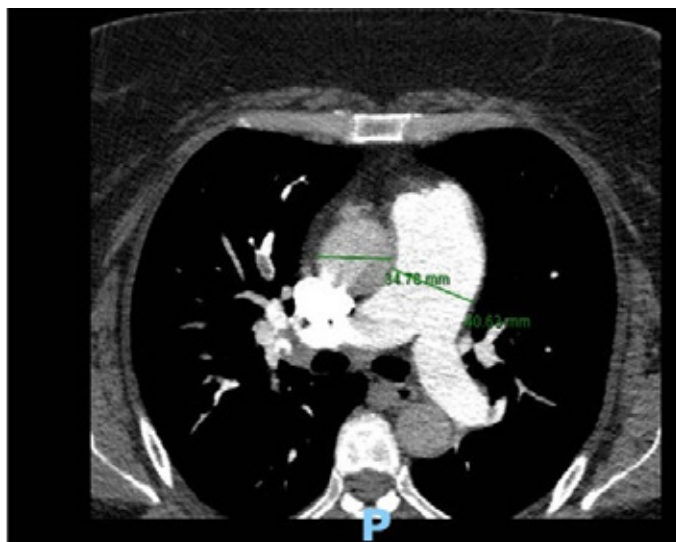


Figura 1



Figura 2

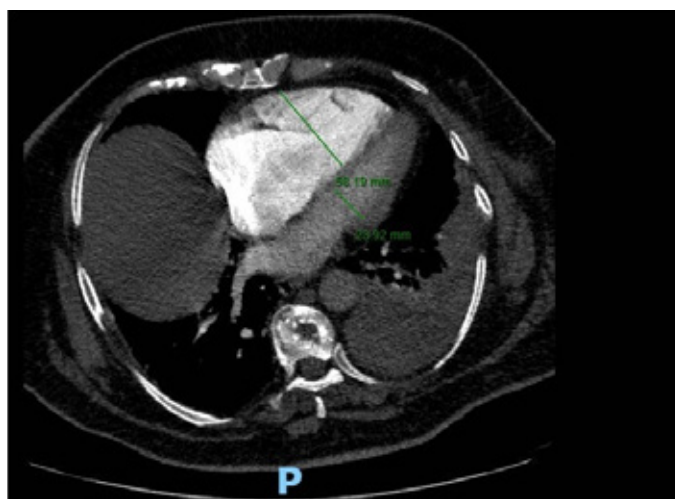


Figura 3

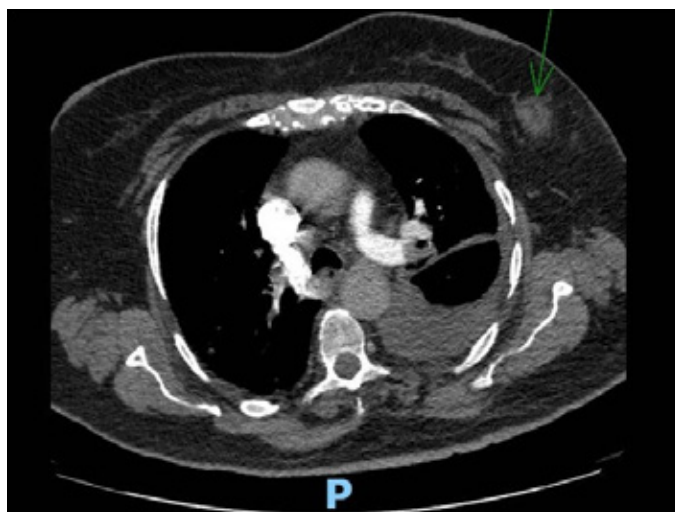


Figura 4

Tabla

Clasificación de la gravedad de la embolia pulmonar y el riesgo de muerte precoz (hospitalaria y a los 30 días)

Riesgo de muerte precoz		Indicadores de riesgo			
		Inestabilidad hemodinámica ^a	Parámetros clínicos de la gravedad de la TEP y/o comorbilidades: clase PESI III-V o PESIs > 1	Disfunción del VD en ETT o en angio-TC ^b	Alta concentración de troponinas cardíacas ^c
Alto		+	(+) ^d	+	(+)
Intermedio	Intermedio-alto	—	+	+	+
	Intermedio-bajo	—	+	Uno positivo o ninguno	
Bajo		—	—	—	Evaluación opcional; si se realiza, es negativa

© ESC 2018

BIBLIOGRAFÍA

1. Consenso de enfermedad tromboembólica sac 2016. Rev Argent Cardiol 2016;84:74-91. <http://dx.doi.org/10.7775/rac.es.v84.i1.7739>
2. Stein et al. Multidetector Computed Tomography for Acute Pulmonary Embolism. Prospective Investigation of Pulmonary Embolism Diagnosis II (PIOPED II) trial. June 1, 2006 N Engl J Med 2006;354:2317-2327
3. Kimura Hayama et al. Angiotomografía computarizada multidetector: una nueva era en la evaluación de tromboembolia pulmonar. Arch Cardiol Mex 2011;81(2):137-150
4. More et al. Imaging of acute pulmonary embolism: an update. Cardiovasc Diagn Ther 2018;8(3):225-243
5. Plasencia Martinez et al. Valor pronóstico de la tomografía computarizada en la tromboembolia pulmonar aguda. Radiología. Volume 58, Issue 5, September–October 2016,



CARDIOVIT CS-200 EXCELLENCE ERGOSPIRO

El arte del diagnóstico mediante las pruebas de esfuerzo cardiopulmonar



▼
Dispositivo para la realización de pruebas de esfuerzo cardiopulmonar con calidad de investigación para uso clínico y deportivo.



18. INDAGANDO LA PERFUSIÓN PULMONAR MEDIANTE SPECT Y ESTUDIOS DE PERFUSIÓN

Dr. Jonathan Colaiacovo - Dr. Julio Napoli - Dr. Roberto Nicolas Agüero.

INTRODUCCIÓN

La enfermedad tromboembólica es a nivel mundial el tercer síndrome cardiovascular agudo más frecuente detrás del infarto de miocardio y el accidente cerebrovascular. En los estudios epidemiológicos las tasas de incidencia anual de TEP oscilan entre 39 y 115 por 100.000 habitantes.

El tromboembolismo de pulmón (TEP) es la migración y atrapamiento de trombos en la circulación pulmonar, comúnmente provenientes de las venas de los miembros inferiores, lo que se conoce como trombosis venosa profunda (TVP).(3)

Enfermedad tromboembólica: evolución y pronóstico:

El pronóstico de la enfermedad puede variar ampliamente con dependencia de la forma de presentación (tabla 1). Con respecto a la enfermedad tromboembólica aguda encontramos en uno de los extremos a el TEP de alto riesgo con una mortalidad elevada y en el otro extremo, al TEP de bajo riesgo con escasa repercusión hemodinámica, de baja mortalidad.(1;5)

Presentación clínica de la enfermedad tromboembólica pulmonar.Tabla 1 (3)

Las tasas de letalidad del TEP agudo pueden estar disminuyendo.

El mayor uso de terapias e intervenciones más efectivas y posiblemente una mejor adherencia a las guías, probablemente haya ejercido un efecto positivo en el pronóstico de TEP en los últimos años. Sin embargo, también existe una tendencia al sobrediagnóstico de TEP subsegmentario o incluso inexistente, y esto a su vez podría conducir a una caída falsa en las tasas de letalidad. (1;2;3)

La recuperación de la embolia pulmonar se asocia a complicaciones como:

- 1-Hemorragia por tratamiento anticoagulante.
- 2- Tromboembolia venosa recurrente.
- 3-Hipertensión pulmonar tromboembólica crónica .

Aproximadamente la mitad de los pacientes con TEP tienen limitaciones funcionales un año después del diagnóstico (síndrome post embolia pulmonar)

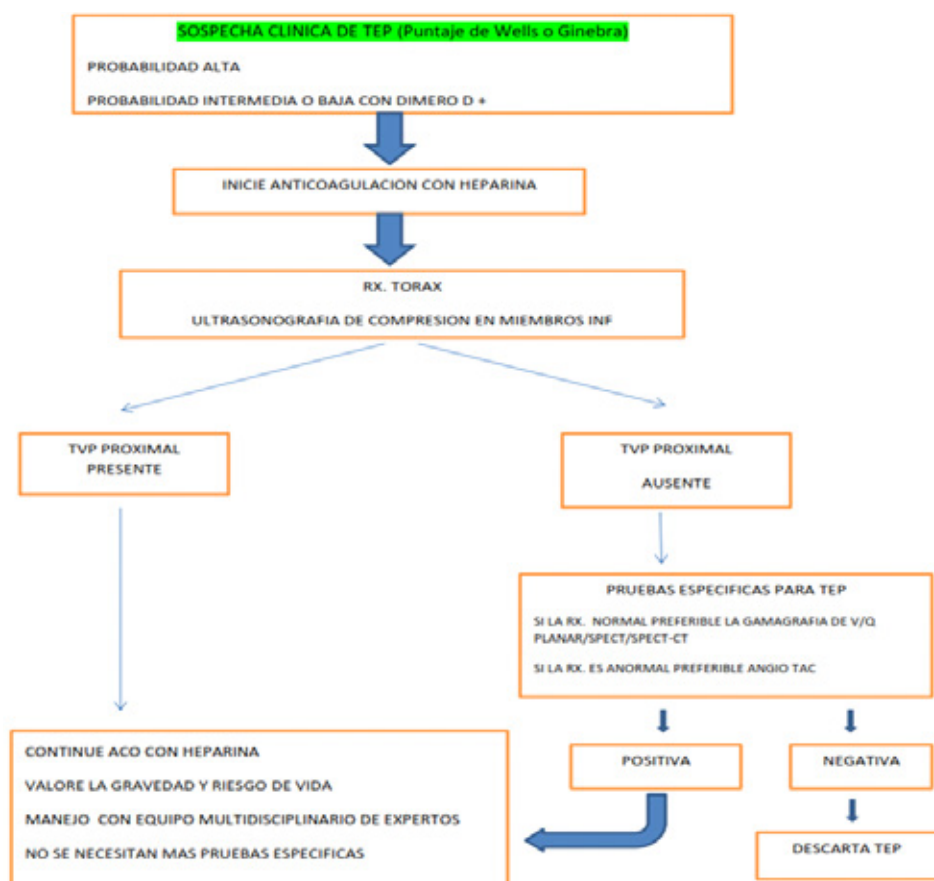
En ese contexto debemos analizar cuál es el rol de las imágenes metabólicas, en particular la evaluación de la perfusión pulmonar mediante imágenes planares y SPECT, en una primera instancia comparando sus fortalezas y limitaciones con otros métodos utilizados en esta patología.Tabla 2

Pruebas de imagen para el diagnóstico de embolia pulmonar Tabla 2 (3)

Métodos	Fortalezas	Debilidades	Radioprotección
Tomografía computada pulmonar	• Fácilmente disponible las 24 horas en la mayoría de los centros • Excelente precisión • Fuerte validación en prospectiva. estudios de resultados de gestión • Sensibilidad considerablemente menor a la del V/P SPECT (S.78%), con una especificidad comparable. • Baja tasa de resultados no concluyentes (3-5%) • Puede proporcionar un diagnóstico alternativo si el TEP es excluido • Corto tiempo de adquisición	• Exposición a la radiación • Exposición al contraste de yodo: • uso limitado en alergia al yodo e hipertiroidismo • riesgos en el embarazo y la lactancia. • contraindicado en pacientes con falla renal. • Tendencia al uso excesivo debido a la facilidad y accesibilidad • Relevancia clínica del diagnóstico de TEP subsegmentario desconocida	• Dosis efectiva de radiación 3–10 mSv • Exposición significativa a la radiación, en tejido mamario femenino joven (dosis efectiva en mama: 12-44 mGy) • Mayor exposición madre/feto en mujeres embarazadas.
Scan planar V/Q	• Casi sin contraindicaciones • Relativamente barato	• No está disponible en todos los centros. • Variabilidad interobservador en la interpretación. • Resultados reportados como índices de probabilidad • No se puede proporcionar un diagnóstico alternativo si TEP es excluido	• Menor radiación que CTPA, dosis efectiva ~2

V/Q SPECT	• Casi sin contraindicaciones • Alta sensibilidad y especificidad (cerca de 100%) • Tasa más baja de pruebas no diagnósticas (<3%) • Alta precisión según datos disponibles • Interpretación binaria (“TEP” versus “no”)	• Variabilidad de las técnicas. • Variabilidad de los criterios diagnósticos. • No se puede proporcionar un diagnóstico alternativo si TEP es excluido • Sin validación en prospectivos estudios de resultados de gestión	• Menor radiación que CTPA, dosis efectiva ~2 mSv - Dosis efectiva en mama: 0,8 mGy
Angiografía pulmonar	• Patrón oro histórico	• Procedimiento invasivo • No está disponible en todos los centros.	• Máxima radiación, dosis efectiva 10–20 mSv

A los fines de facilitar el manejo diagnóstico proponemos el siguiente algoritmo (figura 1).



PERFUSIÓN PULMONAR ¿CÓMO SE REALIZA?

El estudio de ventilación/perfusión pulmonar implica la administración de radiofármacos para evaluar la función pulmonar. Para realizar el estudio se le solicita al paciente que respire un gas radiactivo o inhale un aerosol para valorar la ventilación pulmonar (usualmente ^{99m}Tc -DTPA o Technegas). Después de la administración del radiofármaco se adquieren las imágenes. En un segundo tiempo se le administra al paciente un radiofármaco

para evaluar la perfusión pulmonar (usualmente macroagregado de albúmina marcada con ^{99m}Tc). Después de la administración del radiofármaco se adquieren las imágenes.(2)

Una vez completadas todas las imágenes, los médicos nucleares las analizan comparando la ventilación y la perfusión pulmonar, para identificar cualquier mismach en la distribución de los radiofármacos (figura 2).

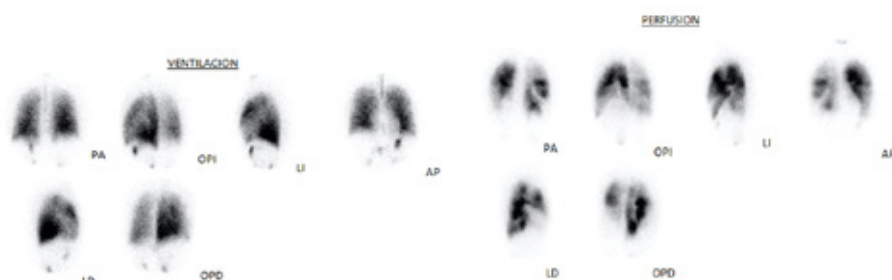


Figura 2: CENTELLOGRAMA V/Q compatible con TEP. VENTILACIÓN: imagen de ventilación realizada post inhalación de ^{99m}Tc -DTPA, se visualiza distribución homogénea en ambos campos pulmonares. PERFUSIÓN: imagen de perfusión realizada post administración EV de ^{99m}Tc MAA. Se observan defectos de perfusión tanto segmentarios como subsegmentarios en ambos campos pulmonares (mismatch).

VENTILACIÓN/PERFUSIÓN: TÉCNICA DE SPECT:

La relación del SPECT con las imágenes planares es similar a la de la TC en comparación con la radiografía, excepto que las imágenes se realizan con un gamma cámara, que gira lentamente para adquirir imágenes durante la rotación alrededor del paciente. Este método proporciona una alta resolución de contraste y una visualización tridimensional, que permite una mejor caracterización y localización de los defectos con una mejor correlación con las imágenes de la ventilación. La sensibilidad del SPECT V/Q para la detección de TEP generalmente se considera alta, con valores informados que oscilan entre el 85% y el 95%. Esto significa que el SPECT V/Q es capaz de detectar la mayoría de los casos de TEP verdaderos (7). Por otro lado, la especificidad del SPECT V/Q puede variar más y tiende a ser más baja en comparación con la sensibilidad. Se han reportado valores de especificidad en el rango del 70% al 90%. Cuando la probabilidad pretest es alta, si el estudio V/Q planar es normal deberíamos efectuar V/Q SPECT para mejorar la posibilidad de encontrar mismatch.(4,5,8 y 10)

La Tomografía computarizada por emisión de fotón único (SPECT) fusionada con CT (SPECT/CT) agrega mejor resolución de contraste por lo cual esto se traduce en diagnósticos más certeros y menor diferencia inter-observador, también el aporte de la anatomía provee diagnósticos diferenciales en caso de la exclusión diagnóstica de TEP. Es preferible el uso de esta metodología que si está disponible es la más completa para la evaluación de los pacientes.(4)

La Asociación Europea de Medicina Nuclear recomienda el uso de gammagrafía pulmonar V/Q SPECT y se sugiere fuertemente el uso de SPECT/CT para imágenes de perfusión. (8) (figura 3)

Como limitantes de esta metodología se describen: la variabilidad de técnicas y criterios diagnósticos en su realización, su falta de validación en estudios prospectivos, la dificultad para plantear diagnósticos diferenciales alternativos cuando no se fusiona con CT y la utilización de radiación. En este último punto la dosis es menor que la utilizada en TC pulmonar.

Una población en particular que se beneficia de la metodología son las pacientes embarazadas, donde está sugerido implementar el SPECT V/Q pulmonar por sobre la angiotomografía pulmonar como modalidad diagnóstica de elección (6) .

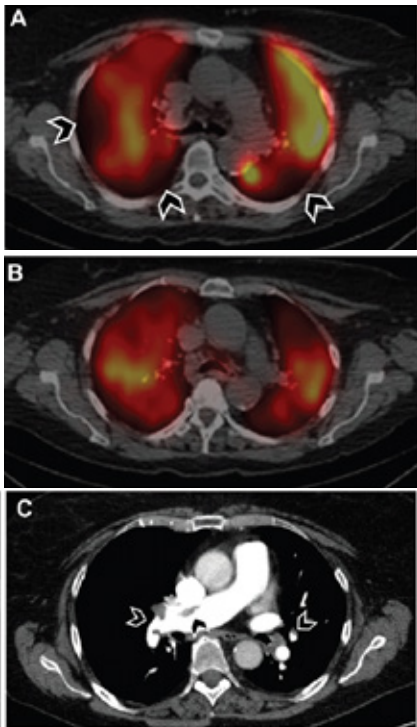


Figura 3: Adaptado Ventilation-Perfusion Scan: A Primer for Practicing Radiologists Émbolos pulmonares en SPECT/CT en una mujer de 79 años con enfermedad pulmonar tromboembólica crónica. (A) La imagen SPECT/CT axial con 99mTc-MAA muestra múltiples defectos de perfusión subsegmentarios dispersos en forma de cuña (puntas de flecha) en ambas longitudes. B) SPECT/CT axial con 99mTc-DTPA La imagen de ventilación muestra ventilación preservada en las áreas de perfusión ausente. (C) La angiografía por TC axial muestra múltiples embolias pulmonares (puntas de flecha)

INTERPRETACIÓN DE LAS IMÁGENES

Los estudios SPECT de V/Q pulmonar se clasifican en tres grupos de acuerdo a los hallazgos:

Tabla 3: Diagnóstico de TEP MEDIANTE V/Q SPECT según las pautas EANM 2019

INTERPRETACIÓN	RESULTADO DE LAS IMÁGENES
TEP PRESENTE	
TEP AUSENTE	Perfusión normal Defectos V/Q coincidentes , inversos o no coincidentes de cualquier tamaño, forma o número en ausencia de mismatch.
NO DIAGNÓSTICO	Anomalías generalizadas de la ventilación-perfusión no típicas de TEP

Este sistema llamado trinario sugerido por la Guía Europea de MN, por su simplicidad facilita la interpretación por parte de los médicos y es el que más disminuye los estudios no diagnósticos.(2)

PUNTOS A TENER EN CUENTA PARA EL DIAGNÓSTICO

- 1) Es más probable que las coincidencias triples, Rx Tx, ventilación y perfusión (maches) en los lóbulos inferiores se deban a TEP que coincidencias triples en los lóbulos superiores.
- 2) Un hallazgo poco común en la exploración V/Q es la hipoperfusión pulmonar unilateral como causa de TEP (<2% de los casos).
- 3) Un estudio V/Q positivo no es específico de TEP agudo y también puede ser visto en TEP crónico, por lo que es importante revisar estudios V/Q previos.
- 4) La probabilidad de TEP se determina combinando el resultado de la prueba con la probabilidad pre test.
- 5) El centello V/Q es más apropiado que la CTPA para detectar enfermedad pulmonar tromboembólica crónica como causa de hipertensión pulmonar.(2)
- 6) Para minimizar la dosis de radiación se recomienda en mujeres embarazadas utilizar el protocolo de dos días comenzando con la perfusión.(6)

CONCLUSIONES:

Las guías recomiendan fuertemente la utilización de la técnica combinada de gammagrafía V/Q SPECT ya que mejora la caracterización y localización de los defectos de perfusión y logra una mejor correlación con los defectos de ventilación. Por otra parte, en la población de pacientes afectados por tromboembolismo crónico la gammagrafía tiene una mayor sensibilidad y especificidad en el diagnóstico de Hipertensión

pulmonar crónica (HTP). Así también cuando el estudio es normal tiene la enorme utilidad de prácticamente descartar el TEP crónico. Por lo expuesto, el papel que el método radioisotópico tenía inicialmente en el diagnóstico del evento agudo de TEP, se ha

desplazado a mejorar la potencia diagnóstica en situaciones particulares y ha adquirido enorme relevancia en la evaluación de cuadros crónicos relacionados al fenómeno tromboembólico.

BIBLIOGRAFÍA

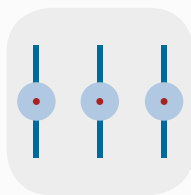
1. Konstantinides SV, Meyer G, Becattini C, et al. 2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of acute pulmonary embolism developed in collaboration with the European Respiratory Society (ERS). Eur Respir J 2019; 54: 1901647
2. 2-Derenoncourt et al. Ventilation-Perfusion Scan: A Primer for Practicing Radiologists. RadioGraphics 2021; 41:2047–2070
3. 3-Guía ESC 2019 para el diagnóstico y tratamiento de la embolia pulmonar aguda Rev Esp Cardiol. 2020;73(6):497.e1–497.e58
4. 4-The Task Force for the diagnosis and management of acute pulmonary embolism of the European Society of Cardiology (ESC) European Heart Journal (2020) 41, 543_603
5. Susan R. Kahn, M.D., and Kerstin de Wit, M.B., Ch.B., M.D. N Engl J Med 2022;387:45-57. Pulmonary Embolism.
6. N Engl J Med 2019;380:1139-49. Pregnancy-Adapted YEARS Algorithm for Diagnosis of Suspected Pulmonary Embolism.
7. Lisa Duffett, A Castellucci, Melissa A Forgie. BMJ: first published as 10.1136/bmj.m2177 on 5 August 2020 Pulmonary embolism: update on management and controversies
8. The PIOPED Investigators. Value of ventilation/perfusion scan in acute pulmonary embolism: results of the prospective investigation of pulmonary embolism diagnosis (PIOPED). JAMA 1990;263:2753–2759
9. Bajc, M., Schümichen, C., Grüning, T. et al. EANM guideline for ventilation/perfusion single-photon emission computed tomography (SPECT) for diagnosis of pulmonary embolism and beyond. Eur J Nucl Med Mol Imaging 46, 2429–2451 (2019). Tunariu N, Gibbs SJ, Win Z, Gin-Sing W, Graham A, Gishen P, et al. Ventilation-perfusion scintigraphy is more sensitive than multidetector CTPA in detecting chronic thromboembolic pulmonary disease as a treatable cause of pulmonary hypertension. J Nucl Med. 2007;48(5):680-4.

Hacemos el examen cardiovascular más sencillo

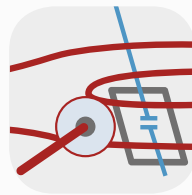
esaote



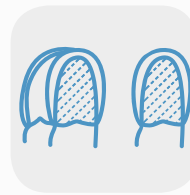
eScan



easyMode



eDoppler



Auto EF
por I.A.



Xstrain 2D



Xstrain 4D



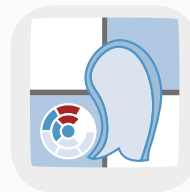
Hyperdoppler



CMM



TVM



Eco Estrés



QIMT



QAS



MYLAB 9 EXP | MYLAB X8 | MYLAB X75 | MYLAB OMEGA

www.tecnoimagen.com.ar

19. ECOCARDIOGRAFÍA EN LAS CARDIOPATÍAS CONGÉNITAS MÁS FRECUENTES DEL ADULTO

Dra. María Eugenia Delle Donne.

INTRODUCCION

La prevalencia de las cardiopatías congénitas en adultos aumentó significativamente, siendo en muchos casos diagnosticados por primera vez en este rango etario. La ecocardiografía sigue siendo el método de primera línea para el diagnóstico de cardiopatías congénitas. Nos brinda información sobre la anatomía cardíaca, orientación del corazón, tipo de conexión entre aurículas y ventrículos, origen de las grandes arterias, presencia de shunts, morfología y tamaño de las cámaras y presencia o no de patología valvular. 1;4 A continuación desarrollaremos brevemente la evaluación inicial de las cardiopatías congénitas más frecuentes.

COMUNICACIÓN INTERAURICULAR:

Los tipos de comunicación interauricular (CIA) incluyen: FIGURA 1

La ecocardiografía permite identificar la presencia de shunt y en lo posible, el tipo de CIA. Para ello, se deben utilizar múltiples ventanas que permitan visualizar el tamaño, forma y ubicación de la CIA (principalmente vistas subxifoidea, eje corto de grandes vasos, apical de cuatro o cinco cámaras), así como su relación con las estructuras circundantes (aorta, venas cavas, venas pulmonares, válvulas mitral y tricúspide y seno coronario). 2

Es importante valorar su repercusión hemodinámica ya que esto tendrá implicancia terapéutica. Para ello, se debe evaluar la presencia de sobrecarga de volumen del ventrículo derecho (VD). En este punto se debe resaltar un concepto clave: la dilatación de cavidades derechas puede ser el primer hallazgo inesperado en un paciente con CIA no diagnosticada. La presencia de shunt debe investigarse cuando no exista otra causa que explique dicha dilatación; de no hallarse este shunt, la siguiente causa que debe buscarse es la presencia de anomalía parcial del retorno venoso pulmonar. La medida más utilizada para valorar el tamaño del VD es el diámetro diastólico en vista de 4C apical, aunque esta estimación puede ser poco precisa por la morfología de esta cavidad, y es por ello que existen medidas adicionales: longitud del VD, diámetro del tracto de entrada, relación VD/VI, etc. De todas formas, cabe aclarar que el gold standard para estimar su volumen es la resonancia magnética cardíaca. 3

Además, por Doppler color debemos evaluar la dirección del shunt, grado de insuficiencia tricuspídea y valor estimado de presión sistólica del VD. La hipertensión pulmonar severa es una contraindicación del cierre de CIA, y resulta del hiperflujo pulmonar causado por el shunt, que en grados severos puede revertir la dirección del flujo a través del defecto. De sospechar esta complicación, es útil el cálculo del Qp (flujo pulmonar) / Qs (flujo sistémico), que se realiza utilizando el diámetro del tracto de salida y VTI pulmonar y aórtico respectivamente; un Qp/Qs>1.5 se traduce en un estado de hiperflujo pulmonar. 1;2 Finalmente, de existir indicación de resolución de la CIA, específicamente del tipo ostium secundum, se debería realizar

un ecocardiograma transesofágico (ETE) para la evaluación y medición precisa del defecto y los bordes (distancia hacia la aorta, vena cava superior, vena cava inferior). El cierre percutáneo con dispositivo se ha convertido en la primera elección en este tipo de CIA, y ello es factible cuando el diámetro forzado es menor a 38 mm y existen bordes suficientes de al menos 5 mm (excepto hacia la aorta). 2

FIGURA 2

COMUNICACIÓN INTERVENTRICULAR:

Considerada la cardiopatía congénita más frecuente si excluimos la válvula aórtica bicúspide. En su forma aislada representa aproximadamente el 20% de todas las cardiopatías congénitas, y es a su vez la cardiopatía asociada más frecuentemente a síndromes cromosómicos. 1

La ecocardiografía es la técnica diagnóstica clave, ya que en general permite el diagnóstico y la evaluación de la gravedad de la enfermedad. Las CIV pueden clasificarse en:

- Subvalvulares: subtricuspídeas (70% de este grupo y a su vez, CIV más frecuente en general), subaórtica (20%, siendo parte de la Tetralogía de Fallot), subpulmonar (7%), posterior o tipo canal (3%).
- Musculares: medioventriculares (60%), apicales (15%), posteriores (15%), infundibular (10%). 4,6

FIGURA 3

Los hallazgos que deben informarse al realizar este estudio son: ubicación, número y tamaño de los defectos, dirección del shunt, gradiente VI/VD (esto clasificará a la CIV en pequeña y restrictiva, o grande y no restrictiva), grado de sobrecarga de volumen del VI y su función sistólica y presión sistólica de la arteria pulmonar estimada (grado de hipertensión pulmonar). Todos ellos serán criterios importantes que tendrán implicancia en el tratamiento. Por otro lado, deben evaluarse las posibles complicaciones relacionadas.

Endocarditis valvular	6 veces más frecuente que en la población normal
Ventrículo derecho con doble cámara	Por la lesión del endotelio del VD causada por jet de la CIV (visualizado en las perimembranas)
Dilatación y deterioro en la función sistólica del VI	Debido a un aumento en la presión sistólica y diastólica del VI, el grado de CIV puede aumentar y causar sobrecarga de volumen.
Insuficiencia aórtica progresiva	En las CIV subaórtica hay riesgo de prolapso de la cúspide coronaria derecha o no coronaria por efecto Venturi que genera el jet.
Estenosis subaórtica	

Tabla/Imagen 4: Complicaciones relacionadas a la CIV (1)

VÁLVULA AÓRTICA BICÚSPIDE

El diagnóstico de válvula aórtica bicúspide (VAB) se realiza de forma sencilla mediante ecocardiografía desde la ventana paraesternal izquierda y eje corto de grandes vasos, demostrando la existencia de sólo dos comisuras. Este método debería realizar diagnóstico, describir el tipo de válvula bicúspide, presencia o no de calcificación, funcionamiento (apertura/cierre, grado de estenosis y/o insuficiencia), e incluir dimensiones de la aorta y existencia o no de coartación (debido a la íntima relación con las aortopatías). 4

Existen tres tipos de VAB a identificar:

1). VAB por fusión de cúspides: 90-95% de los casos; se caracteriza por la presencia de 3 senos de Valsalva y fusión de 2 de las 3 cúspides con presencia de un rafe entre ambas (pudiendo estar o no calcificado). Existen tres fenotipos según la fusión: derecha-izquierda (70-80%), derecha-no coronariana (20-30%) e izquierda- no coronariana (3-6%). De ser posible, debería informarse el grado de simetría o asimetría de la VAB, ya que resulta de importancia al cirujano cardiovascular para determinar la posibilidad de realizar plástica vs reemplazo valvular. Esta viene determinada por el ángulo entre las comisuras de la valva no fusionada, considerándose simétrica si el ángulo es entre 160-180 grados y asimétrica si es menor a 159 grados (siendo esta última situación técnicamente más desafiante para realizar una plástica aórtica). 5

2). VAB con dos senos de Valsalva (“pura”): 5-7% de los casos; se caracteriza por la existencia de dos cúspides de igual tamaño, cada una ocupando 180 grados de la circunferencia, en dos senos de Valsalva (es decir no existe “fusión” ni rafe medio). Se presenta como dos fenotipos principales según su apertura: latero-lateral, anteroposterior. 5

3). VAB por fusión parcial de dos cúspides: es una forma incompleta o frustra, y se produce por un pequeño rafe que resulta en dos cúspides con <50% de fusión. Debido a su apertura triangular, es más difícil su diagnóstico y por lo tanto su prevalencia es incierta. 5

FIGURA 5

En cuanto al fenotipo de las aortopatías, la dilatación puede presentarse a nivel de la aorta ascendente (principalmente en la porción tubular, siendo este el 70% de los casos), o involucrando la raíz aórtica (principalmente en la porción sinusal, y afectando posiblemente el anillo aórtico). Este último fenotipo es asociado con mayor riesgo de disección de aorta. 7

Dra Delle Donne, María Eugenia;

e-mail: meugenia.delledonne@gmail.com

Staff del servicio de Ecocardiografía y Doppler Vascular, Hospital Universitario Fundación Favaloro.

BIBLIOGRAFÍA

1. Baumgartner H, Budts W, Chessa M, Deanfield J, Eicken A, Holm J, Iserin L, Meijboom F, Stein J, Szatmari A, Trindade PT, Walker F; Guía ESC 2020 para el tratamiento de las cardiopatías congénitas del adulto. Grupo de Trabajo sobre el tratamiento de las cardiopatías congénitas del adulto de la Sociedad Europea de Cardiología (ESC) RevEspCardiol. 2021;74(5):436.e1–436.e1
2. Frank E. Silvestry, MD, FASE, Chair, Meryl S. Cohen, MD, FASE, Co-Chair, Laurie B. Armsby, MD, FSCAI, Nitin J. Burkule, MD, et Al. Guidelines for the Echocardiographic Assessment of Atrial Septal Defect and Patent Foramen Ovale: From the American Society of Echocardiography and Society for Cardiac Angiography and Interventions. J Am SocEchocardiogr 2015;28:910-58
3. KarimaAddetia, MD, FASE, Tatsuya Miyoshi, MD, Rodolfo Citro, MD, MasaoDaimon, MD, PhD, Pedro Gutierrez Fajardo, MD, FASE, Ravi R. Kasliwal, MD, et Al. Two-Dimensional Echocardiographic Right Ventricular Size and Systolic Function Measurements Stratified by Sex, Age, and Ethnicity: Results of the World Alliance of Societies of Echocardiography Study .Journalofthe American SocietyofEchocardiography. 2021
4. Alday LE, Maisuls HR, Abella I, Ackerman J, Benjamín M, Biancolini F y cols. Consenso para el diagnóstico y tratamiento de las Cardiopatías Congénitas del Adulto 2021. Rev Argent Cardiol 2022;90 (Suplemento 4):1-00. <http://dx.doi.org/10.7775/rac.es.v90.s4>
5. Hector I Michelena, Alessandro Della Corte, Arturo Evangelista, Joseph J Maleszewski, William D Edwards et Al. International consensus statement on nomenclature and classification of the congenital bicuspid aortic valve and its aortopathy, for clinical, surgical, interventional and research purposes. EuropeanJournalof Cardio-ThoracicSurgery 60 (2021) 448–476
6. Laura Mercer-Rosa, MD Mohamed A. Seliem, MD, et Al. Illustration of the Additional Value of Real-time 3-dimensional Echocardiography to Conventional Transthoracic and Transesophageal 2-dimensional Echocardiography in Imaging Muscular Ventricular Septal Defects: Does This Have Any Impact on Individual Patient Treatment?. Journal of the American Society of Echocardiography. March 21, 2006
7. Olivier Milleron, MD , Paul Masi, MD, et Al. Aortic Root Anatomy Is Related to the Bicuspid Aortic Valve Phenotype. Journal of the American Society of Echocardiography. November 30, 2021.

20. DESCIFRANDO EL LABERINTO DE LAS CARDIOPATÍAS CONGÉNITAS DEL ADULTO MEDIANTE TC Y RMC

Dra. Lucía Rodríguez Eyras.

Los avances en la detección y tratamiento médico han llevado a una disminución significativa en la mortalidad entre los pacientes con enfermedad cardíaca congénita (ECC). Como resultado, la población de pacientes con ECC del adulto (CCA) está creciendo constantemente. En este contexto, las imágenes cardíacas avanzadas desempeñan un papel crucial en el seguimiento morfológico y funcional de estos pacientes, tanto para aquellos que han sido intervenidos quirúrgicamente a una edad temprana como para aquellos que no han sido diagnosticados previamente (1).

La resonancia magnética cardíaca (RMC) es una técnica fundamental en la evaluación no invasiva de pacientes con cardiopatías congénitas complejas. Brindándonos una detallada valoración anatómica y funcional, permitiendo la cuantificación precisa de la función ventricular, el análisis de flujos y la caracterización tisular. En pacientes con un seguimiento prolongado y múltiples estudios seriados, como es común en estos casos, se recomienda especialmente el uso de pruebas de imagen no ionizantes como la RM. (2)

En las cardiopatías congénitas, el análisis volumétrico y de la contractilidad del ventrículo derecho (VD) es primordial, ya que frecuentemente la afectación se concentra en las cavidades derechas debido a lesiones obstructivas, como ocurre en la tetralogía de Fallot y la atresia pulmonar, o a la sobrecarga de volumen en el caso de lesiones que resultan en el desarrollo de un ventrículo derecho sistémico, como en la transposición de grandes arterias (TGA) corregida o la D-TGA corregida con switch auricular. Además, un grupo considerable de pacientes desarrolla hipertensión pulmonar secundaria a la cardiopatía congénita, lo que repercute en la función del VD. Es de vital importancia en el seguimiento de pacientes con tetralogía de Fallot, para valorar la insuficiencia pulmonar y su repercusión sobre ventrículo derecho, volumen diastólicos mayor a 160 ml/m² se considera punto a partir de cual la recuperación del ventrículo derecho es mas improbable.

La resonancia magnética (RM) se considera el estándar de referencia en la cuantificación del tamaño y la función del ventrículo derecho (VD). La adquisición de imágenes en sangre blanca de cine-RM SSFP o eco de gradiente, en múltiples planos paralelos contiguos sobre las cavidades cardíacas en el eje corto o axial, permite la segmentación de los contornos endocárdico y epicárdico de las cavidades cardíacas en múltiples fases del ciclo para determinar la función sistólica mediante el cálculo del volumen telediastólico y telesistólico, sin asunciones geométricas e independientemente de la morfología ventricular compleja que presentan habitualmente los pacientes con cardiopatía congénita(3). Algunos estudios sugieren una mayor precisión en la cuantificación del tamaño del VD mediante la adquisición de secuencias de cine-RM en el plano axial en pacientes con cardiopatía congénita(4,5).

Las secuencias cine-RM de contraste de fase con codificación de velocidad proporcionan una evaluación de las características del flujo sanguíneo a través de los vasos, en el plano valvular o en conductos, con el objetivo de detectar y clasificar el grado de estenosis o regurgitación, así como calcular el cociente de flujos pulmonar y sistémico (Qp/Qs).

En pacientes con una anatomía compleja, la adquisición de secuencias tridimensionales en sangre blanca con navegación respiratoria es de gran utilidad. Esto se debe a que ofrecen la posibilidad de realizar reconstrucciones multiplanares fuera de línea con un gran detalle anatómico, gracias a grosores de corte significativamente menores en comparación con las secuencias bidimensionales habituales (6). Además, se puede complementar la evaluación anatómica de las estructuras vasculares con la adquisición de imágenes de angio-RM tridimensionales con contraste convencional o multifásico.

La caracterización tisular mediante el estudio de realce tardío puede revelar la presencia de fibrosis focal, vinculada con alteraciones electromecánicas, disfunción ventricular y un pronóstico desfavorable. Es fundamental conocer los antecedentes quirúrgicos, ya que muchos de los focos fibrosos son secundarios a cambios cicatriciales posquirúrgicos. Por último las técnicas de T1 mapping proporcionan información sobre la fibrosis intersticial miocárdica presente en algunas formas de cardiopatía congénita (7,8).

La Tomografía computada multislice (TCMS) ofrece ciertos aspectos a tener en cuenta en este grupo de pacientes. A pesar del uso de radiación y contraste yodado, es una alternativa en pacientes que requieren evaluaciones seriadas a lo largo de su seguimiento de cara a definir conducta terapéutica. Por su alta resolución espacial isotrópica, es una excelente alternativa para representar relaciones anatómicas complejas y permite realizar excepcionales reconstrucciones tridimensionales. Esta técnica es de elección en pacientes con sospecha de nacimientos anómalos de arterias coronarias y de gran utilidad en pacientes con válvula aórtica bicúspide, para valorar anatomía valvular, diámetros aórticos y presencia de coartación. La TCMC permite tener un amplio campo de visión y proporciona una excelente visualización del árbol traqueobronquial y el abdomen superior, que pueden verse implicados en estos pacientes. Los artefactos por movimiento son limitados en comparación con la RMC, y la calidad de la imagen solo se ve ligeramente afectada por dispositivos metálicos implantados (marcapasos, desfibriladores, injertos, stents) (9).

Dado que la obtención de imágenes en pacientes con CCA puede ser un desafío, es fundamental que tanto la RMC como la TCMS sean realizadas por profesionales experimentados en imagen cardiovascular, en estrecha colaboración con cardiólogos especializados en CCA y/o cirujanos cardíacos. Estos estudios

se llevan a cabo con varios propósitos, incluyendo diagnóstico, guía para tratamientos intervencionistas o quirúrgicos, y evaluación postoperatoria de complicaciones. En la mayoría de los casos, es necesario complementar la información

proporcionada por la ecocardiografía y ambos métodos (TCMS, RMC), adaptando el seguimiento a las necesidades individuales de cada paciente.

BIBLIOGRAFÍA

1. Gaemperli, Oliver, and others (eds), EACVI Handbook of Cardiovascular CT, The European Society of Cardiology Series (Oxford, 2022; online edn, ESC Publications, 1 Nov. 2022).
2. Burchill LJ, Huang J, Tretter JT, et al. Noninvasive Imaging in Adult Congenital Heart Disease. *Circ Res* 2017; 120 (6): 995-1.014.
3. Kilner PJ, Geva T, Kaemmerer H, et al. Recommendations for cardiovascular magnetic resonance in adults with congenital heart disease from the respective working groups of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J* 2010; 31 (7): 794-805.
4. Clarke CJ, Gurka MJ, Norton PT, et al. Assessment of the accuracy and reproducibility of RV volume measurements by CMR in congenital heart disease. *JACC Cardiovasc Imaging* 2012; 5 (1): 28-37.
5. Fratz S, Schuhbaeck A, Buchner C, et al. Comparison of accuracy of axial slices versus short-axis slices for measuring ventricular volumes by cardiac magnetic resonance in patients with corrected tetralogy of Fallot. *Am J Cardiol* 2009; 103 (12): 1.764-1.769.
6. Fratz S, Chung T, Greil GF, et al. Guidelines and protocols for cardiovascular magnetic resonance in children and adults with congenital heart disease: SCMR expert consensus group on congenital heart disease. *J Cardiovasc Magn Reson* 2013; 15: 51.
7. Broberg CS, Huang J, Hogberg I, et al. Diffuse LV Myocardial Fibrosis and its Clinical Associations in Adults With Repaired Tetralogy of Fallot. *JACC Cardiovasc Imaging* 2016; 9 (1): 86-87.
8. Plymen CM, Sado DM, Taylor AM, et al. Diffuse myocardial fibrosis in the systemic right ventricle of patients late after Mustard or Senning surgery: an equilibrium contrast cardiovascular magnetic resonance study. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2013; 14: 963-968.
9. Han BK, Rigsby CK, Hlavacek A, Leipsic J, Nicol ED, Siegel MJ, et al. Computed tomography imaging in patients with congenital heart disease, part I and II: rationale and utility. An Expert Consensus Document of the Society of Cardiovascular Computed Tomography (SCCT): endorsed by the Society of Pediatric Radiology (SPR) and the North American Society of Cardiac Imaging (NASCI). *J Cardiovasc Comput Tomogr* 2015; 9: 472-92.

esaote

MyLab™ OMEGA

CONFIANZA INMEDIATA



RÁPIDO Y SENCILLO



DOS CONECTORES



PANTALLA TÁCTIL



AMPLIA CONECTIVIDAD



MONITOR
GIRATORIO DE 15,6"



HERRAMIENTAS
CARDIOVASCULARES
AVANZADAS



AUTOMATIZACIÓN



120 MINUTOS DE
AUTONOMÍA



21. VALORACIÓN DE LA FUNCIÓN DIASTÓLICA EN SITUACIONES ESPECIALES

Dra. Marcela Altamirano - Dr. Matías Paniagua - Dra. Silvia Makhoul.

La evaluación de la función diastólica (FD) y de las presiones de llenado del ventrículo izquierdo (VI) por ecocardiografía a través de la integración de parámetros ecocardiográficos, ha ganado relevancia ante el nuevo enfoque del estudio de insuficiencia cardíaca con FE preservada (ICFp), cuya alteración tiene implicancias pronósticas.

Sin embargo, hay condiciones clínicas especiales donde las mediciones habituales no se ajustan o no son suficientes para determinarla, por lo que debemos combinarlas con otros parámetros, adicionando las técnicas ecocardiográficas avanzadas.

Recomendaciones para valorar la función diastólica en escenarios especiales (Tabla 1):

Enfermedad Valvular Mitral

Insuficiencia Mitral (IM) moderada o de mayor gravedad (AORE $\geq$ a 0.3cm2): utilizar parámetros que no reflejen el aumento del flujo diastólico temprano resultante de la IM, como la duración AR -a >30 mseg (aumento de la LVEDP), TRIV < 60 mseg (aumento de la LAP medio) (3). Estos parámetros son confiables para predecir el aumento de la PFDVI independientemente de la FEVI.

Estenosis mitral de cualquier severidad: usar la relación del TRIV/ T E-e' <4 , ya que puede predecir una PCWP > 15 mmHg (2). (Figura 6).

Calcificación del anillo mitral moderado a grave (más de 1/3 de la circunferencia del anillo o invasión del orificio mitral) (3): Relación E/A con el TRIV: La relación E/A sigue siendo un indicador válido de la presión en la AI, una relación < 0.8 indica una presión media de la AI normal y si es >1.8 indicaría una presión AI media elevada. Valores entre 0.8-1.8 requieren la medición del TRIV, un valor de 80 ms separaría una presión media de la AI en normal o aumentada. (3) (figura 1).

Enfermedad valvular aórtica (1)

Insuficiencia aórtica grave (aguda o crónica): evitar que el jet de la Insuficiencia Aórtica (IAo) interfiera en las mediciones del flujo transmitral. Utilizar las mediciones habituales.

IAo Aguda grave. Indican aumento de PFDVI: tiempo de llenado diastólico corto del VI, cierre prematuro de la válvula mitral y/o IM diastólica.

IAo Crónica grave: el llenado diastólico temprano, con un TD corto de la onda E se correlacionan con aumento de PFDVI.

Fibrilación Auricular (FA):

Es necesario realizar 10 mediciones consecutivas de la velocidad de la onda E mitral, debido a la variabilidad de los intervalos RR. Una alternativa, es tomar 3 velocidades de la onda E y e' no consecutivas, siempre y cuando no tengan una variación de su amplitud mayor del 10% al 20%.

Cuando la FEVI se encuentra disminuida, el TD mitral (≤ 150 ms) predice presiones incrementadas de llenado y un resultado clínico adverso. Otras mediciones que se pueden utilizar son: la velocidad máxima de la onda E mitral (≥ 1.900 cm/s2), el TRIV (≤ 65 ms), el TD de la velocidad diastólica venosa pulmonar

159 (≤ 220 ms), el cociente E/Vp (≥ 1.4) y el cociente E/e' (≥ 11) que predicen una PFDVI ≥ 15 mmHg. Un parámetro sencillo para estimar el aumento de la presión de la AI es la falta de variabilidad de la V.pico de la onda E a pesar de RR variables (1).

Bloqueo AV 1° grado, BCRI, Estimulación VD y TRC

En pacientes con bloqueo AV de primer grado, las variables estándar probablemente sigan siendo válidas mientras que no haya fusión de las ondas E y A mitral. La precisión de las velocidades del anillo mitral y de la relación E/e' disminuye en presencia de BCRI, estimulación del VD y en TRC. Si sólo está presente la velocidad de la onda A mitral, y existe reflujo tricuspídeo, se puede utilizar su velocidad máxima (>2.8 m/seg) como indicador de las presiones de llenado del VI.

Taquicardia Sinusal (>100 lpm)

En esta situación las velocidades de las ondas E y A pueden estar fusionadas, la presencia de una pausa compensadora, luego de un latido prematuro, suele separar ambas velocidades, haciendo posible la evaluación de la FD. Otros parámetros para evaluar el aumento de las presiones de llenado en taquicardia: TRIV ≤ 70 mseg es específico (79%), relación E/e' >14 (tiene alta especificidad, pero baja sensibilidad). En pacientes con FEVI $<50\%$, un patrón de llenado temprano del flujo transvalvular mitral es indicativo de aumento de las presiones.

Trasplante Cardíaco

Es común en las primeras etapas postrasplante (PTxC), un patrón de llenado restrictivo, teniendo FEVI conservada y una función diastólica normal (los corazones de los donantes suelen ser individuos jóvenes sanos) (1). En reposo las presiones de llenado del VI pueden ser normales, pero puede tener un gran aumento de la PFDVI durante el ejercicio (1). Para evaluar rechazo celular agudo (RCA) se pueden utilizar la velocidad del anillo mitral lateral, la cual tiene un alto valor predictivo negativo (VPN). Se ha demostrado que la suma de las velocidades de las ondas s'+e' con un valor ≥ 23 cm/seg, descartaría RCA. J.G. Artaza y col. observaron que el uso del SLG de ambos ventrículos, con puntos de corte de -15.5% y -17% para el SLG del VI y el SLG de la pared libre del VD respectivamente poseen un alto valor predictivo negativo para RCA.

Miocardopatía hipertrófica (MCH) (fig. 3)

Las variables en pacientes con MCH son el cociente E/e' promedio (>14), el volumen indexado de la AI (>34 mL/m2), la velocidad de la onda reversa auricular de la vena pulmonar (duración de Ar-A ≥ 30 mseg) y la velocidad máxima de la IT (>2.8 m/seg). Los parámetros se pueden aplicar independientemente de la presencia o ausencia de obstrucción dinámica del TSVI o de IM, excepto en pacientes con IM más que moderada, en los que solo la duración del Ar-A y la velocidad máxima del jet de la IT siguen siendo válidas.

Si más de la mitad de las variables (total de variables disponibles tres o cuatro) cumplen con los valores de corte, reflejan que la PFDVI está elevada y hay disfunción diastólica.

Miocardopatía Restrictiva (fig 4):

Una fisiopatología restrictiva en la evaluación del flujo del tracto de entrada del VI no implica la presencia en si de una miocardiopatía restrictiva. A su vez las miocardiopatías restrictivas en sus estadios iniciales no necesariamente se manifestarán con un patrón restrictivo del inflow mitral, sino con un patrón de lleno mitral de compatible con disfunción diastólica Grado I o II. En pacientes con enfermedad avanzada, la disfunción diastólica de grado III (restrictiva) se caracteriza por una relación E/A mitral > 2.5, TD de la pendiente de la onda E < 150 ms, TRIV < 50 ms y disminución de las velocidades e' septal y lateral (3-4 cm/s).

Hipertensión arterial Pulmonar

En este contexto las nuevas guías recomiendan medir la relación E/e' lateral, cuando esta es igual o mayor de 11 se correlaciona con aumento de PFDVI, aunque deberá confirmarse con cateterismo derecho.

Técnicas avanzadas:

Strain de la AI en la fase de reservorio (SRAI):

Se puede utilizar el SRAI como parámetro adicional para la evaluación de las presiones de llenado del VI como tercer parámetro, cuando falta alguno de los otros tres criterios y los dos restantes son inconsistentes (figura 5) (9-10). Los valores normales en individuos sanos están en el rango del 36-47% (9). El punto de corte para diferenciar entre la presión de llenado del VI normal y elevada fue del 18% (PCWP elevada > 12mmHg) o del 16% cuando se utiliza una PCWP ≥ 15 mmHg o PFDVI ≥ 16mmHg). Algunos investigadores, han propuesto diferentes valores para discriminar los grados de disfunción diastólica (DD), considerando función diastólica normal cuando el SRAI > 35%, DD grado I con SRAI 25-35% y DD grado 2 con SRAI < 25% (10). En pacientes

con IC con FEVI preservada, el SRAI tiene mejor correlación con la PWCP que los otros parámetros estándar, como la relación E/e' y el vol. indexado de AI. Un valor de SRAI < 24% se correlaciona con un riesgo 2.9 veces mayor de presentar IC en pacientes con factores de riesgo para la misma. (8,9,10)

Mediciones Invasivas:

La medición de las presiones de llenado inferidas a partir de las imágenes, han sido válidas a lo largo del tiempo mediante su correlación con el cateterismo derecho (método de referencia para valorar las presiones). Esta modalidad sería la última instancia para la confirmación de la ICFeP.

El abordaje invasivo está indicado cuando existen datos discordantes y/o insuficientes entre las diferentes modalidades de imágenes, el cuadro clínico, los péptidos natriuréticos, entre otros.

Conclusiones:

Existen situaciones en la práctica cotidiana que llevan a realizar medidas alternativas para poder estimar las presiones de llenado del VI Según los criterios de diagnóstico ecocardiográfico de DD, este no será concluyente en 3 de cada 8 casos (37,5%). Lógicamente se advierte que en la interpretación de los hallazgos en las técnicas de imágenes es conveniente integrar los datos clínicos y de laboratorio del paciente, así como el razonamiento fisiopatológico de los datos encontrados.

El advenimiento de las técnicas de evaluación de la deformación miocárdica, han aportado un nuevo eslabón en el estudio de la disfunción diastólica, la cual tiene gran importancia diagnóstica y pronóstica, particularmente en situaciones complejas.

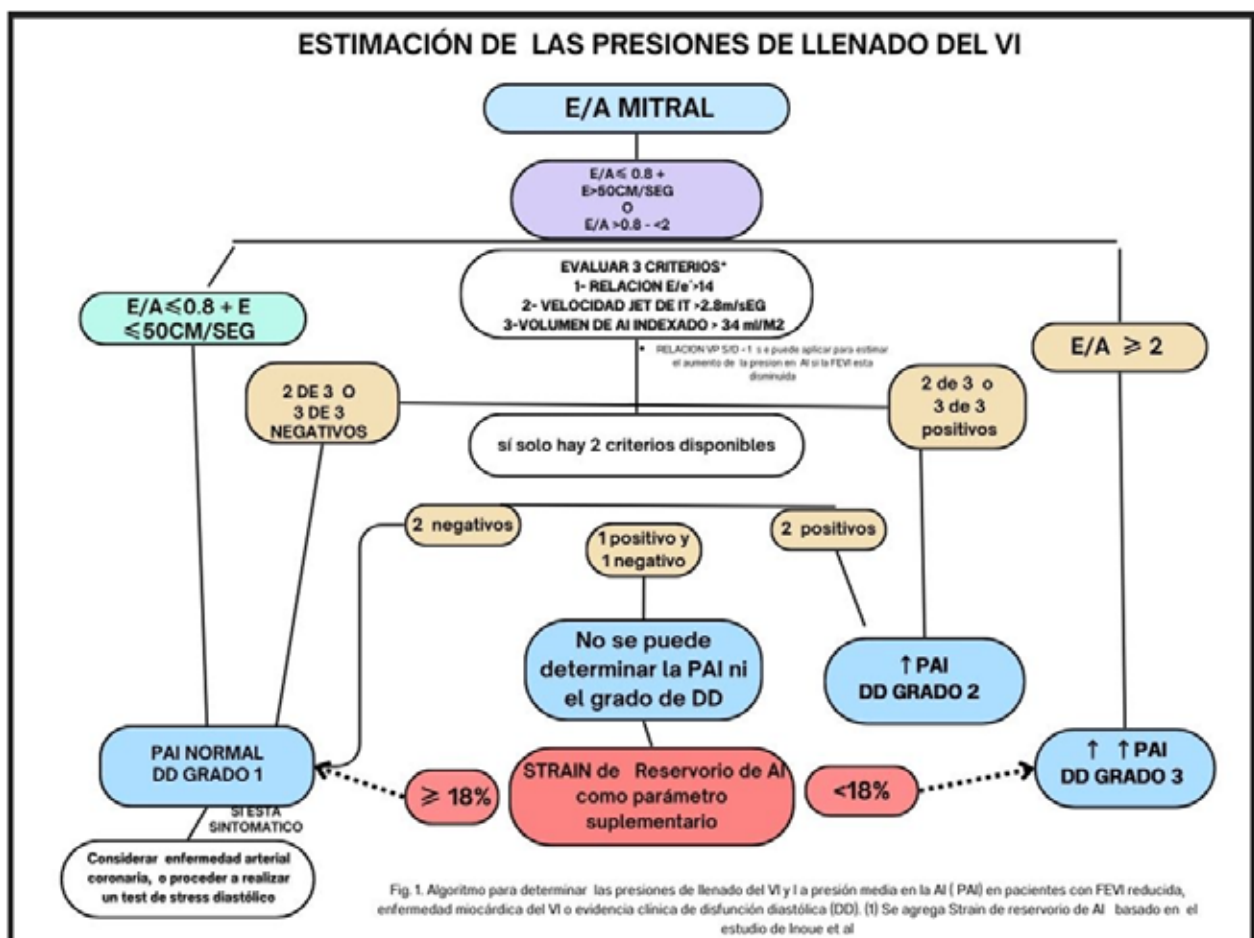


Figura 1: El algoritmo no debe aplicarse en ninguna de las siguientes condiciones: fibrilación auricular, BRI/TRC/MPD, MCH, IM grave/EM/MAC, prótesis o reparación de VM, alto GC, dispositivo de asistencia IV.

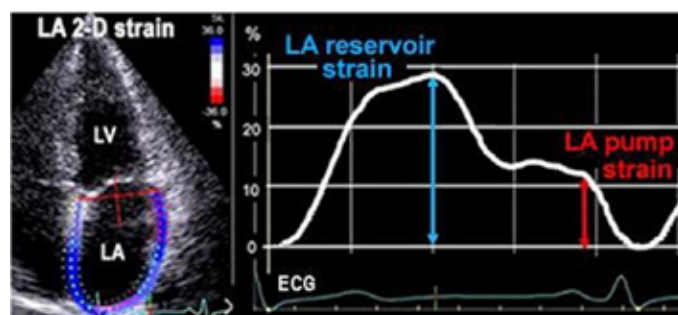
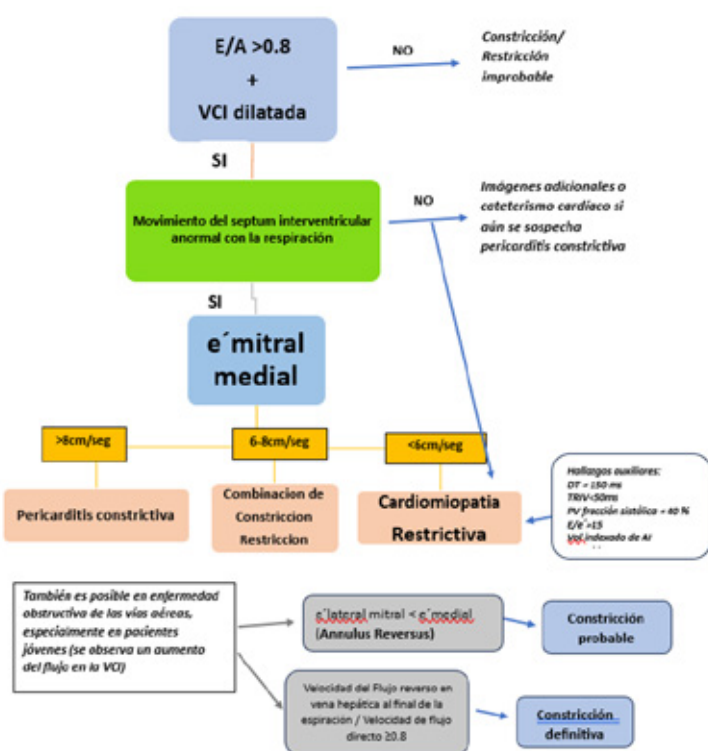
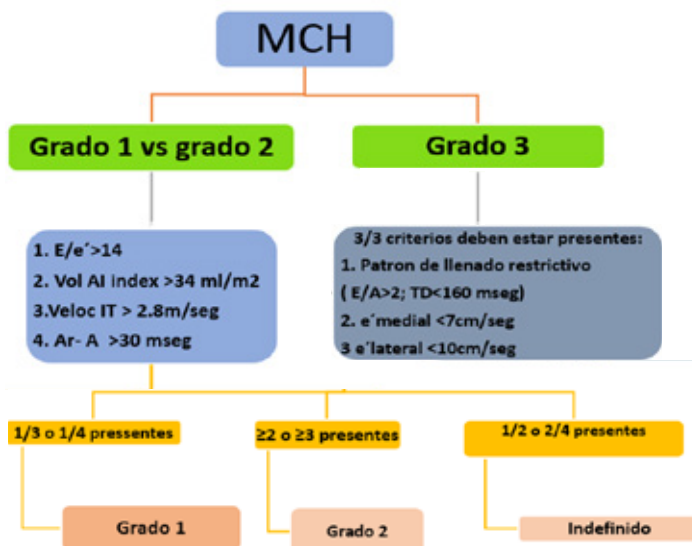
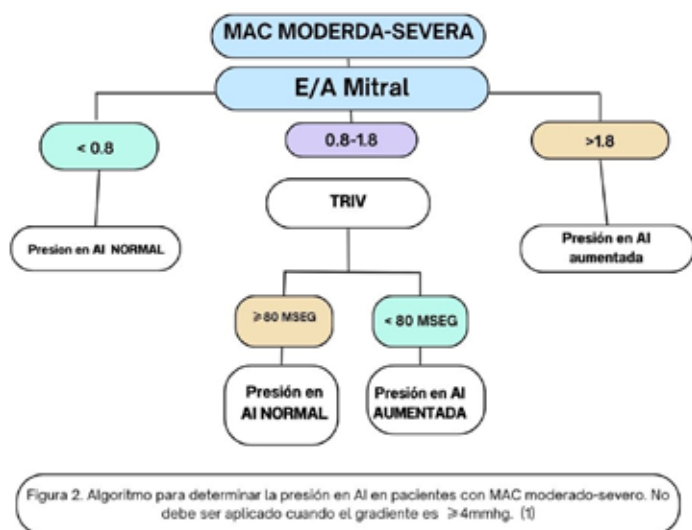


Figura 5: Deformación auricular izquierda mediante speckle tracking. Panel izquierdo: imagen ecocardiográfica (vista apical de cuatro cámaras) que muestra el ventrículo izquierdo (VI) y la aurícula izquierda (LA) con una región de interés codificada por colores para el strain de AI. Panel derecho: trazado de l strain de AI junto con ECG. El strain de Reservoir esta indicado con la línea azul y el strain de Bomba indicado con la línea roja. (9)

Tabla 1: Evaluación de las presiones de llenado del VI en poblaciones especiales (1)

FA (1,9)	Pico de aceleración máxima de la velocidad E mitral (≥ 1900 cm/seg ²) IVRT (≥ 65 ms) TD de la velocidad diastólica venosa pulmonar (≤ 220 ms) Relación E/Vp ($\geq 1,4$) Relación E/e' septal (≥ 11)
Taquicardia sinusal (1)	El patrón de flujo de entrada mitral con llenado temprano predominante del VI en pacientes con FE < 50%, TRIV ≤ 70 mseg es específico (79%) La fracción de llenado diastólico de la Vena pulmonar $\leq 40\%$ es específico (88%) Relación E/e' > 14 (este punto de corte es altamente específico, pero tiene baja sensibilidad) E/A parcial o totalmente fusionadas: la presencia de un periodo compensatorio después de un latido prematuro produce una separación de ambas velocidades que pueden usarse para evaluar la función diastólica.
MCH (1)	Relación E/e' (>14) Ar-A (≥ 30 mseg) Pico reflujo tricuspídeo > 2.8 m/seg) Volumen AI (>34 ml/m ²)
Miocardiopatía restrictiva (1)	TD <140 mseg E/A mitral > 2.5 TRIV < 50 mseg (alta especificidad) E/e' > 14
HTP de causa no cardíaca (1)	E/e' lateral puede ser aplicada para determinar si hay causa cardíaca del aumento de las presiones en la arteria pulmonar Si está presente una etiología cardíaca E/e' lateral es >13; mientras que en pacientes con HTP de causa no cardíaca suele tener un valor < 8
Estenosis mitral (9)	TRIV <60 mseg (alta especificidad) TRIV/TE/e' < 4.2 Velocidad onda A mitral >1.5m/seg
Insuficiencia mitral (1)	Ar-A ≥ 30 mseg TRIV <60 mseg (altamente específico) TRIV/TE/e' < 5.6 (puede ser aplicado para predecir las presiones de llenado en pacientes con IM y normal FE) Relación E/e' > 14 puede ser considerada Solo en pacientes con fey deteriorada

Es recomendable un enfoque integral, que incluya la estimación de la PSAP utilizando la velocidad máxima de la señal espectral del jet de la IT (>2.8m/seg) y vol AI index (>34 ml/m²). Las conclusiones no deben ser basadas en únicas mediciones. Los comentarios de especificidad se refieren a la predicción de presiones de llenado > 15 mmHg. Tener en cuenta que el vol AI index para hacer inferencias sobre la presión en la AI es limitado en: atletas, pacientes con FA y/o aquellos con enfermedad de la válvula mitral.

BIBLIOGRAFÍA

- Nagueh SF, Appleton CP, Gillebert TC, Marino PN, Oh JK, Smiseth OA, Waggoner AD, Flachskampf FA, Pellikka PA, Evangelista A. Recommendations for the evaluation of left ventricular diastolic function by echocardiography. J Am Soc Echocardiogr. 2009 Feb;22(2):107-33. doi: 10.1016/j.echo.2008.11.023. PMID: 19187853.
- Diwan A, McCulloch M, Lawrie GM, Reardon MJ, Nagueh SF. Doppler estimation of left ventricular filling pressures in patients with mitral valve disease. Circulation 2005;111:3281-9.
- Abudiab MM, Chebrolu LH, Schutt RC, Nagueh SF, Zoghbi WA. Doppler echocardiography for the estimation of LV filling pressure in patients with mitral annular calcification. JACC Cardiovasc Imaging 2017;10:1411-20
- Nagueh SF, Mikati I, Kopelen HA, Middleton KJ, Quinones MA, Zoghbi WA. Doppler estimation of left ventricular filling pressure in sinus tachycardia. A new application of tissue Doppler imaging. Circulation 1998;98:1644-50.
- Sohn DW, Kim YJ, Kim HC, Chun HG, Park YB, Choi YS. Evaluation of left ventricular diastolic function when mitral E and A waves are completely fused: role of assessing mitral annulus velocity. J Am Soc Echocardiogr 1999;12:203-8
- Inoue K, Khan FH, Remme EW, Ohte N, Garcia-Izquierdo E, Chetrit M et al. Determinants of left atrial reservoir and pump strain and use of atrial strain for evaluation o
- Sherif F. Nagueh, Safi U. Khan, Left Atrial Strain for Assessment of Left Ventricular Diastolic Function: Focus on Populations With Normal LVEF, JACC: Cardiovascular Imaging, Volume 16, Issue 5, 2023, Pages 691-707,ISSN1936-878X. <https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2022.10.011>.(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1936878X22006489>)
- Smiseth OA, Baron T, Marino PN, Marwick TH, Flachskampf FA. Imaging of the left atrium: pathophysiology insights and clinical utility. Eur Heart J Cardiovasc Imaging. 2021 Dec 18;23(12):2-13. doi: 10.1093/ehjci/jeab191. PMID: 34601594
- Otto A Smiseth, Tomasz Baron, Paolo N Marino, Thomas H Marwick, Frank A Flachskampf, Imaging of the left atrium: pathophysiology insights and clinical utility, European Heart Journal - Cardiovascular Imaging, Volume 23, Issue 1, January 2022, Pages 2–13, <https://doi.org/10.1093/ehjci/jeab191>
- Potter EL, Ramkumar S, Kawakami H, Yang H, Wright L, Negishi T et al. Association of asymptomatic diastolic dysfunction assessed by left atrial strain with incident heart failure. JACC Cardiovasc Imaging 2020;13:2316–26.
- Abhvinav Diwan, Marti McCulloch, Gerald M. Lawrie, Michael J. Reardon and Sherif F. Nagueh. Doppler Estimation of Left Ventricular Filling Pressures in Patients With Mitral Valve Disease.<https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.104.508812>Circulation. 2005;111:3281–3289

FUJIFILM

Value from Innovation

SCENARIA View

Ofrece una vista magnífica.
Compruébelo usted mismo.



TECNOIMAGEN

www.tecnoimagen.com.ar

22. MIOCARDIOPATÍA CIRRÓTICA - NUEVOS CRITERIOS ECOCARDIOGRÁFICOS

Dra. Graciela Reyes - Dra. Gisela Streitenberger.

La cirrosis hepática (CH) causa 1,16 millones de muertes anuales siendo la undécima causa de mortalidad global con proyecciones de aumento debido a la obesidad y enfermedades hepáticas relacionadas con el alcohol (1). La hipertensión portal (ascitis, hidrotórax hepático, síndrome hepatorenal, gastropatía por hipertensión portal y várices gastroesofágicas con sangrado), se asocia a un 50% de mortalidad al año. (1,2)

Se denomina miocardiopatía cirrótica (CCM) a la enfermedad hepática terminal (EHT) sin antecedentes de enfermedad cardíaca (EC). Los criterios diagnósticos (CD) de CCM 2005 se basan en parámetros ecocardiográficos para detectar disfunción cardíaca subclínica. Sin embargo, los avances tecnológicos han llevado a la propuesta de nuevos CD que incorporan tecnologías ecocardiográficas más recientes. (1)

La CCM cursa con disfunción diastólica (DD) y/o disminución de la respuesta contráctil ante el estrés, prolongación del intervalo QT (>440 milisegundos), y alteraciones como dilatación biventricular, engrosamiento septal, fibrosis y edema de la fibra endocárdica, hipertrofia del ventrículo derecho y aumento de la presión pulmonar. (3,4)

La insuficiencia cardíaca (IC) se caracteriza por síntomas relacionados con la disminución de la función del ventrículo izquierdo (VI) y compromiso de la función sistólica (FS) y diastólica independientemente de la fracción de eyección del VI (FEVI). Apesar de esto, la FEVI sigue siendo vital para clasificar la IC, especialmente en la distinción entre la IC con FEVI reducida (ICFEr) e IC con FEVI preservada (ICFEp) y su evaluación terapéutica. Los ensayos clínicos que han demostrado reducción en la mortalidad se centran en pacientes con ICFEr. Aunque en la ICFEr se define un punto de corte en FEVI $\leq 40\%$ y la ICFEp con FEVI $\geq 50\%$, para CCM el punto de corte es de 55% debido a las características fisiológicas que incluyen una FEVI normal o supranormal en reposo que puede revelar disfunción sistólica (DS) latente durante el ejercicio. (1)

El espectro de la IC abarca varios estadios en la CCM, desde el estadio A, con alto riesgo de EC estructural y asintomáticos, hasta el estadio D, que engloba a pacientes con IC refractaria al tratamiento. (Tabla 1)

La introducción de la evaluación de la deformación miocárdica mediante la técnica de Strain (ST) ha posibilitado la detección de DS latente en reposo evitando así la necesidad de someter al paciente a otras formas de estrés.

Tabla 1: Estadios de Cardiomiopatía cirrótica en el espectro de Insuficiencia Cardíaca.

Estadio	Insuficiencia Cardíaca (IC)	Características	Observaciones
A	Alto riesgo de IC	Sin PE. Sin Síntomas	Diabéticos. Hipertensos. Síndrome metabólico
B	Alto riesgo de IC	Con PE. Sin síntomas	Remodelado del ventrículo izquierdo
C	IC	Con PE. Sintomáticos	Dilatación ventricular
D	ICR	Sin respuesta al tratamiento médico o con dispositivos convencionales	Miocardiopatía refractaria que requiere trasplante cardíaco o soporte mecánico

ICR: Insuficiencia Cardíaca Refractaria. PE: Patología estructural.

En la EHT a pesar de la circulación hiperdinámica, las estimaciones de velocidad basadas en e' (E/e' y e' septal) aún pueden tener valores pronósticos.

El volumen indexado de la aurícula izquierda (VIAI) pre trasplante Hepático (TH) >34 ml/m² (límite superior normal en la población general (PG) = 34 ml/m²) mostró asociación con un aumento de 10 veces en la mortalidad en el primer año post TH con una tendencia (sin significancia estadística) a IC congestiva (HR, 7.61; IC del 95%, 0.99-58.5; P=0.051). Un VIAI >41 ml/m² se asoció con un riesgo de mortalidad 5 veces mayor en cualquier momento post TH (en contraste con un límite de 34 para la mortalidad en el primer año). (Figura 2)

Estos hallazgos respaldan otros estudios en poblaciones sin CH que muestran un VIAI aumentado como predictor independiente de

alta mortalidad por todas las causas.

Aunque el límite inferior normal para el strain longitudinal global (SGL) en la PG es un valor absoluto de 18%, se ha descrito que valores de SGL inferiores a 20.5% están asociados con un aumento de 6 veces en la enfermedad arterial coronaria (EAC) post-TH y la IC congestiva. Estos umbrales relativamente más altos pueden reflejar una disminución de la resistencia vascular sistémica, lo que conduce a una disminución de la poscarga y a hipercontractilidad basal en pacientes con EHT. (Figura 1). El gasto cardíaco conservado muestra compromiso ante situaciones de estrés y es entonces cuando los pacientes muestran DS como lo que sucede posterior a la colocación de un catéter transyugular o en el post TH. (7) Es importante destacar que el SGL ha demostrado en la PG ser un marcador pronóstico más reproducible y superior para la evaluación

de la contractilidad cardíaca en comparación con la FEVI y por lo tanto ha sido recomendado para pruebas ecocardiográficas de rutina en las guías de la ASE 2015. (2,6,8)

La reserva contráctil anormal, definida como la incapacidad para aumentar la FEVI en >5% en respuesta al estrés, si bien se considera un marcador de EAC difusa o respuesta hipertensiva, puede indicar DS subclínica del VI. Además, la reserva diastólica anormal en la prueba de ejercicio puede identificarse por un aumento en E/e' sugiriendo un aumento de las presiones de llenado; esto se observa en pacientes con IC con ICfEp así como en aquellos con otras enfermedades del miocardio como la CCM.

Técnicas ecocardiográficas como la imagen por Doppler tisular (TDI) y de Speckle Tracking tienen la ventaja de mayor sensibilidad diagnóstica que la FEVI aún en reposo. El speckle tracking estudia la deformación miocárdica bi y tridimensional mediante el seguimiento de marcadores acústicos naturales (speckles) y su alteración indica DS. (9)

Las nuevas recomendaciones del consorcio de CCM sugieren la evaluación del SGL (normal $\geq 18\%$, valor absoluto) para detectar DS del VI en pacientes con CH que han conservado la FEVI (valor normal >50 %). La disminución de la FEVI o del SLG en ausencia de EC conocida debe considerarse diagnóstico de CCM. (Tabla 2 y Fig. 2)

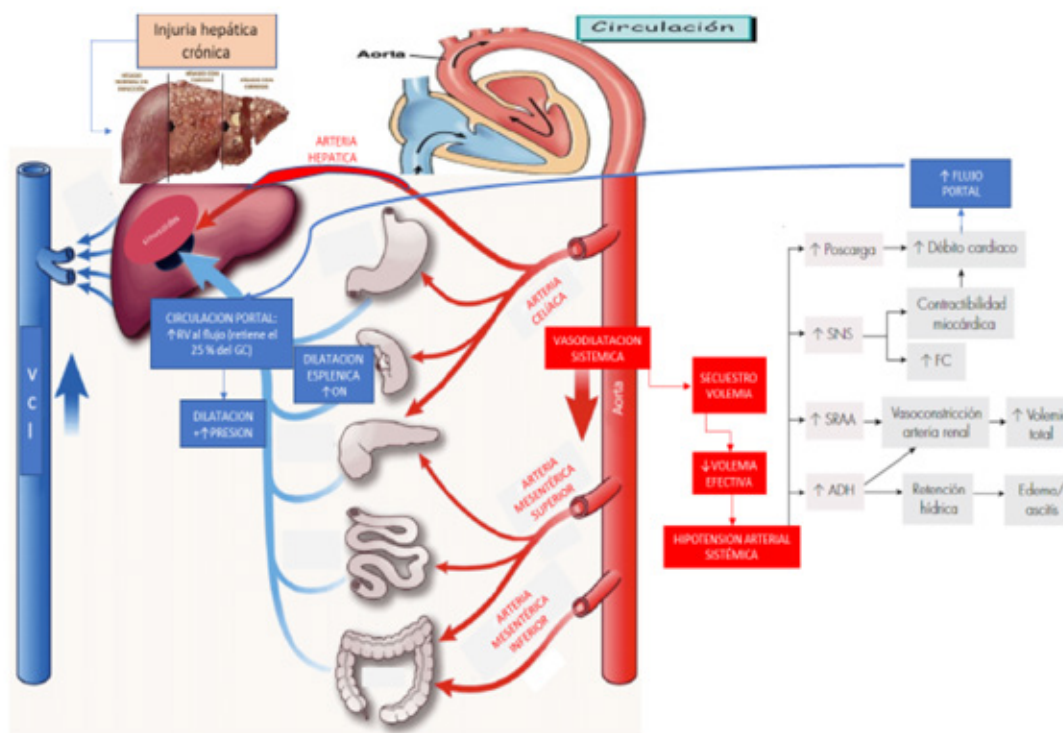


Figura 1: Alteraciones fisiopatológicas de la CCM. Tomado y adaptado de (9) ON: Óxido nítrico. ADH: hormona antidiurética; SRAA: sistema renina-angiotensina-aldosterona; SNS: sistema nervioso simpático; FC: frecuencia cardíaca.

Tabla 2: Criterios diagnósticos de CCM del congreso mundial de Gastroenterología 2005 y nuevos criterios propuestos por el Consorcio en CCM en 2019. Tomado y adaptado de (1) *FEVI: Fracción de eyección del Ventriculo izquierdo; **SGL: Strain Global longitudinal; + AI: Aurícula Izquierda; ++ IT: Insuficiencia Tricuspídea; ® RC: Resonancia Cardíaca

Redefinición de criterios de Miocardiopatía Cirrótica	
Congreso mundial de Gastroenterología Criterios 2005	Criterios propuestos por el Consorcio en Miocardiopatía Cirrótica 2019
Disfunción sistólica (cualquiera de los siguientes criterios) • Escasa respuesta contráctil en el Estrés con ejercicio • FEVI* <55%	Disfunción sistólica (cualquiera de los siguientes criterios) • FEVI <50% • Valor absoluto del SGL** <18% o >22%
Disfunción diastólica (cualquiera de los siguientes criterios) • Tiempo de desaceleración >200 mseg. • Tiempo de relajación isovolumétrica >80 mseg • E/A <1	Disfunción diastólica (3 o + de los siguientes criterios) • E' septal >7 cm/seg • E/e' > 15 • Volumen de AI* >34 mL/m² • Vel. Máx IT** >2,8 m/seg
Criterios de soporte • Alteraciones electrofisiológicas • Alteración de la respuesta cronotrópica • Desacoplamiento electromecánico • QT prolongado • Dilatación de aurícula izquierda • Aumento de la masa miocárdica • Aumento del BNP • Aumento del Pro-BNP • Aumento de troponina	Áreas de investigación futura que requieren mayor validación • Respuesta cronotrópica o inotrópica anormal • Cambios electrocardiográficos • Desacoplamiento electromecánico • Aumento de la masa miocárdica • Biomarcadores séricos • RC® (aumento del volumen extracelular como subrogante de fibrosis miocárdica)

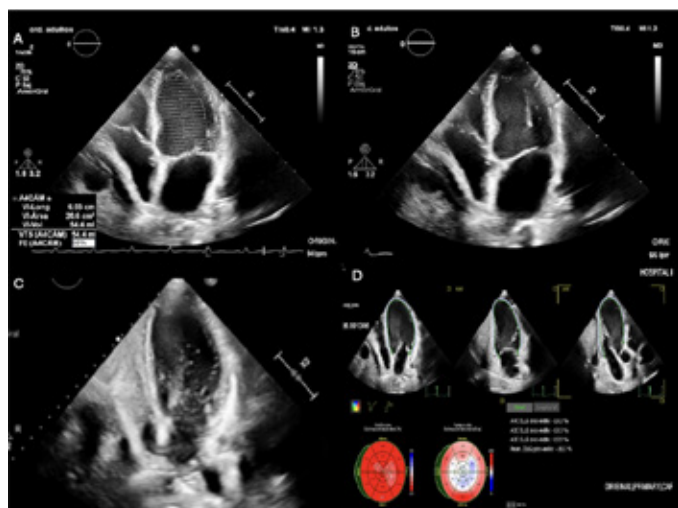


Figura 2: Algunos de los criterios ecocardiográficos en un caso de CCM con shunt intrapulmonar. A. FEVI 50%; B Dilatación de aurícula izquierda. C. Signos indirectos de shunt intrapulmonar (pasaje de burbujas a cavidades izquierdas entre el 3er y 6to latido post inyección). D. SGL con valor absoluto de 18%

Según los nuevos CD basados en su mayoría en variables ecocardiográficas, la CCM es menos frecuente de lo documentado previamente aunque afecta a aproximadamente un tercio de los candidatos a TH. La CCM como la DD aumentan significativamente el riesgo de nuevas EC post TH. Los CD de CCM y su asociación con EC podrían diferir de las recomendaciones establecidas para la PG, por lo que se requieren más datos específicos sobre los afectados con EHT. Dada la gravedad de los resultados en pacientes con CCM, es crucial un seguimiento y manejo más rigurosos post TH. Para validar estos hallazgos se necesitan estudios más amplios con diseños prospectivos y seguimientos a largo plazo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Izzy M, Van Wagner LB, Lin G, Altieri M, et al. Cirrhotic Cardiomyopathy Consortium. Redefining Cirrhotic Cardiomyopathy for the Modern Era. *Hepatology*. 2020; 71(1):334-345. doi: 10.1002/hep.30875. Epub 2019 Oct 11. Erratum in: *Hepatology*. 2020 Sep;72(3):1161. PMID: 31342529; PMCID: PMC7288530
2. Izzy M, Soldatova A, Sun X, Angirekula M, Mara K, Lin G, Watt KD. Cirrhotic Cardiomyopathy Predicts Posttransplant Cardiovascular Disease: Revelations of the New Diagnostic Criteria. *Liver Transpl*. 2021 Jun;27(6):876-886. doi: 10.1002/lt.26000. PMID: 33533556.
3. Kaur H, Premkumar M. Diagnosis and Management of Cirrhotic Cardiomyopathy. *J Clin Exp Hepatol*. 2022 Jan-Feb;12(1):186-199. doi: 10.1016/j.jceh.2021.08.016. Epub 2021 Aug 21. PMID: 35068798; PMCID: PMC8766707.
4. Wiese S, Hove JD, Bendtsen F, Møller S. Cirrhotic cardiomyopathy: pathogenesis and clinical relevance. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol*. 2014 Mar;11(3):177-86. doi: 10.1038/nrgastro.2013.210. Epub 2013 Nov 12. PMID: 24217347.
5. Van der Meer P, Gaggin HK, Dec GW. ACC/AHA Versus ESC Guidelines on Heart Failure: JACC Guideline Comparison. *J Am Coll Cardiol*. 2019 Jun 4;73(21):2756-2768. doi: 10.1016/j.jacc.2019.03.478. PMID: 31146820.
6. Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, Afilalo J, Armstrong A, Ernande L, et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J Am Soc Echocardiogr* 2015;28:1-39.e14.
7. Leal-Alvarado TM, Escalante-Sandoval I, Gálvez-Romero JL, et al. Physiopathological and diagnostic aspects of cirrhotic cardiomyopathy. *Arch Cardiol Mex*. 2020; 90(2):169-177. English. doi: 10.24875/ACM.19000166. PMID: 32459210
8. NaguehSF, Smiseth OA, Appleton CP, Byrd BF, 3rd, Dokainish H, Edvardsen T, et al. Recommendations for the evaluation of left ventricular diastolic function by echocardiography: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2016;17:1321-1360.
9. González-Domínguez E, Córdova D, Abad P, et al. Cardiomiopatía en el paciente con cirrosis hepática: artículo de revisión. *Hepatología* 2022; 3:131-142. <https://doi.org/10.52784/27112330.154>. Recibido el 25 de agosto de 2021; aceptado el 15 de noviembre de 2021. Editora Médica Colombiana S.A., 2022

23. ROL DE LA TC EN LA VALORACIÓN DE LA PLACA VULNERABLE

Dra. Mercedes E. Carlini Vlahovich.

La enfermedad cardiovascular continúa siendo la principal causa de morbilidad a nivel mundial, la incidencia permanece en ascenso a pesar del continuo desarrollo de métodos diagnóstico y terapéuticos con los que contamos en la actualidad¹.

En relación a la aterosclerosis coronaria, se han identificado distintas morfologías de placa, según las características histopatológicas predominantes en las lesiones. Podemos distinguir placas fibrosas, las cuales son consideradas estables y placas complicadas, consideradas inestables; relacionadas estas últimas con eventos como muerte súbita o la presencia de trombo agudo, evidenciado en múltiples estudios post mortem².

Cómo bien sabemos, la inflamación a nivel endotelial cumple un rol fundamental en la progresión de la placa y contribuye además a la inestabilidad de la misma³.

Se define como placa vulnerable a aquella lesión coronaria pasible de desencadenar un evento obstructivo agudo. Las placas vulnerables son consideradas de alto riesgo y son lesiones que predisponen al desarrollo de trombosis⁴. Diversos estudios han traído a la luz ciertas características que presentan las placas con mayor predisposición a ruptura. Presentan un centro necrótico, cubierto por una fina capa fibrosa. En el estudio PROSPECT, en el cual se incluyeron pacientes con síndrome coronario agudo de manera prospectiva, que fueron sometidos a realizarse angiografía coronaria y estudios de imágenes, a mayoría de los eventos fueron originados en placas angiográficamente no obstructivas, compuestas por material fibro lipídico recubierto por una fina capa fibrosa. El aumento de tamaño de la placa, la presencia de procesos inflamatorios continuos dentro de la misma, el estrés externo y otros factores pueden favorecer en conjunto, la rotura de la capa fibrosa⁵. Así mismo, la rotura de la placa por sí sola no provoca un evento cardiovascular agudo, sino que deben presentarse en simultáneo otros factores importantes, cómo la dinámica del flujo coronario, la disregulación neurohormonal, la disfunción fibrinolítica intrínseca y factores ambientales.

La angiotomografía coronaria, permite distinguir, evaluar y caracterizar las placas ateroscleróticas que pueden ser obstructivas o no obstructivas, pero de igual manera ambas deben recibir la conducta terapéutica apropiada. Si bien, se suele suponer que las lesiones obstructivas o más severas serán las causantes de los eventos agudos, hemos aprendido a partir de los ensayos SCOT HEART y PROMISE, que las lesiones que más eventos causaron, fueron las lesiones no obstructivas. En el estudio SCOT HEART⁶, se describió como el mejor predictor de infarto de miocardio a la presencia de placas de baja densidad por sobre el score de calcio, el volumen de la placa y la severidad de la estenosis. De la misma manera en el estudio PROMISE⁷, se evidenció que las placas de alto riesgo, que son aquellas que presentan remodelado positivo,

baja densidad y presentan focos de calcificación se asociaron con mayor tasa de eventos cardiovasculares.

Las placas ateroscleróticas vinculadas a síndromes coronarios agudos se caracterizan por un grado de estenosis luminal variable, remodelación vascular positiva y baja atenuación (<30 UH). Aún sin mediar un síndrome coronario agudo, las características descriptas anteriormente, señalan la vulnerabilidad de la placa⁸.

El concepto de remodelado vascular hace referencia a la presencia de una diferencia entre el sitio de la lesión comparativamente con un segmento proximal sin lesiones. Remodelado positivo se considera cuando el diámetro en el segmento de la lesión sea al menos 10% mayor que el segmento sano.

En un estudio en el cual se incluyeron 1059 pacientes a los cuales se les realizó angiotomografía coronaria, se evaluaron las lesiones halladas, en búsqueda de la presencia de las dos características principales de vulnerabilidad. En un seguimiento de 27 meses, se valoraron las características de las lesiones presentes en aquellos pacientes que sufrieron un síndrome coronario agudo. En vista de los resultados, los investigadores concluyeron que la presencia de placas de baja atenuación y con remodelado positivo aún sin ocasionar una estenosis severa, se asocian a mayor riesgo de sufrir un evento cardiovascular agudo, en comparación con aquellos pacientes con lesiones que no presentan las características de vulnerabilidad, aunque la severidad fuera mayor⁹.

Con la realización de la angiotomografía coronaria es posible estratificar de mejor manera el riesgo, así como también es de gran utilidad para llevar adelante el seguimiento y valoración del tratamiento. En el estudio PARADIGM, que evaluó comparativamente las lesiones presentes en pacientes sometidos a tratamiento con estatinas versus pacientes que no recibían estatinas. Se pudo observar mediante la realización de una angiotomografía coronaria al inicio y a los 2 años de seguimiento, que aquellos pacientes que recibieron estatinas tuvieron una progresión de mayor lentitud en el crecimiento de las placas, mayor velocidad de calcificación y menor cantidad de placas caracterizadas como de alto riesgo¹⁰.

El éxito de la prevención consiste en evitar la ocurrencia de eventos cardiovasculares agudos, para esto los profesionales nos valemos de diferentes scores de riesgo con los cuales estratificamos a cada paciente, estableciendo estrategias terapéuticas en base a ello. La angiotomografía coronaria, es un método del cual disponemos y que nos brinda información valiosa en cuanto a la caracterización de la placa, la cual en asociación a los scores de riesgo permite valorar de mejor manera el riesgo individual y brindar el tratamiento médico óptimo.

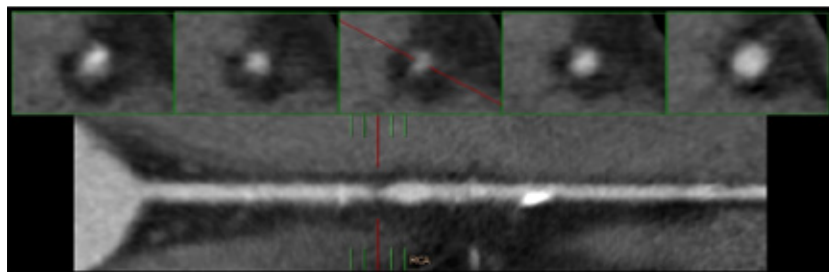
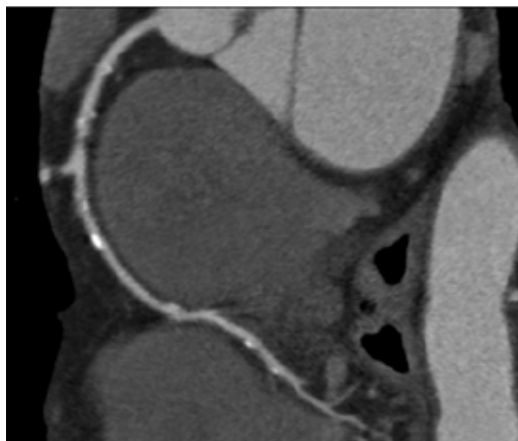


Figura 1: Arteria CD, con placa no cálcica focal concéntrica, de baja densidad (<30 UH) que impresiona severa a nivel de la unión del segmento proximal y medio; y placas cálcicas y mixtas leves a nivel proximal, medio y distal.

BIBLIOGRAFÍA

1. Global, Regional, and National Burden of Cardiovascular Diseases for 10 Causes, 1990 to 2015. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2017;70:1–25
2. Lessons from sudden coronary death: a comprehensive morphological classification scheme for atherosclerotic lesions. *Arterioscler Thromb Vasc Biol.* 2000;20:1262–1275.
3. B-cell-specific depletion of tumour necrosis factor alpha inhibits atherosclerosis development and plaque vulnerability to rupture by reducing cell death and inflammation. *Cardiovasc. Res.* 2016;111:385–397.
4. Vulnerable plaque: Definition, diagnosis, and treatment. *Cardiol. Clin.* 2010;28:1–30.
5. PROSPECT Investigators A prospective natural-history study of coronary atherosclerosis. *N Engl J Med.* 2011;364:226–235.
6. Pathology of the vulnerable plaque. *J Am Coll Cardiol.* 2006;47:C13–8.
7. Coronary Artery Plaque Characteristics Associated With Adverse Outcomes in the SCOT-HEART Study. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2019;73:291–301.
8. Use of High-Risk Coronary Atherosclerotic Plaque Detection for Risk Stratification of Patients with Stable Chest Pain: A Secondary Analysis of the PROMISE Randomized Clinical Trial. *JAMA Cardiol.* 2018;3:144–152. doi: 10.1001/jamacardio.2017.4973.
9. Multislice computed tomographic characteristics of coronary lesions in acute coronary syndromes *J Am Coll Cardiol*, 50 (2007), pp. 319-326
10. Computed Tomographic Angiography Characteristics of Atherosclerotic Plaques Subsequently Resulting in Acute Coronary Syndrome. *Journal of the American College of Cardiology* Volume 54, Issue 1, 30 June 2009, Pages 49-57
11. Effects of Statins on Coronary Atherosclerotic Plaques: The paradigm Study. *JACC Cardiovasc. Imaging.* 2018;11:1475–1484. doi: 10.1016/j.jcmg.2018.04.015.

esaote

MyLabTM

Resalta el ultr
del ultrasonido

Exclusiva herramienta de análisis
de cinética de flujo intracardíaco:
HyperDoppler



TECNOIMAGEN
www.tecnoimagen.com.ar

24. MIOCARDIOPATÍA HIPERTRÓFICA

LO QUE NO DEBE FALTAR EN EL INFORME DE LA RMC

Dr. Michael Salamé.

La miocardiopatía hipertrófica (MCH) es la miocardiopatía más frecuente con una prevalencia estimada de 1:500.1-2. Se la considera la causa más frecuente de muerte súbita (MS) en individuos jóvenes y atletas.2 La tasa de mortalidad anual en la población general es <1% pudiendo llegar hasta 3-6% en centros de referencia. Por lo que la estratificación del riesgo de MS es importante e involucra factores clínicos y de imágenes.2 Ver tabla 1

Factores Clínicos	Factores imagenológicos
Arritmia ventricular	Grosor y patrón de Hipertrofia ventricular izquierda
Síncope	Presencia y mecanismo de obstrucción al tracto de salida (OTSVI)
Presión arterial en el ejercicio	Fibrosis miocárdica.
Historia familiar de muerte súbita (MS)	Aneurismas apicales
Mutaciones familiares	Tamaño de aurícula izquierda.

Tabla 1

El diagnóstico se realiza principalmente por métodos de imágenes, siendo el ecocardiograma la primera herramienta por su fácil disponibilidad. Los criterios hoy aceptados son:

- >15 mm en cualquier segmento ventricular en fin de diástole.
- Relación septo/ pared posterior > 1.3
- Espesores >13 mm en pacientes con antecedentes familiares de MCH.

La resonancia magnética (RM) juega un rol complementario al definir el pronóstico del paciente, a través de su mejor capacidad de resolución espacial y caracterización tisular. En los siguientes párrafos se detallan los puntos más importantes que deberían ser valorados y reportados en una resonancia cardiaca.

Hipertrofia ventricular izquierda

Fisiológicamente es el aumento de la masa de miocardio ya sea por mayor número de miocitos y/o el tamaño de estos. En los pacientes con MCH coexisten ambos escenarios, en conjunto con la disposición espacial de los miocitos que está desordenada, disarray, alterando no solo la función contráctil sino la diastólica.

Como se mencionó previamente, el primer método de imagen es el ecocardiograma, sin embargo, presenta limitaciones técnicas para valorar el ápice y la pared lateral en algunos pacientes, incluso en muchos casos puede sobrestimar espesores. El espesor parietal y su localización son importantes para el definir el riesgo de MS de un paciente. Se ha descrito que un espesor parietal >30 mm se asoció a mayor riesgo de muerte súbita1.

La RM presenta mayor resolución espacial, permitiendo medir los espesores ventriculares, valorar la masa y volúmenes ventriculares. Por otra parte, existen diferentes variantes reportadas de MCH en base al patrón de su hipertrofia, siendo importante remarcarlo en el informe por su asociación con muerte súbita. La variante morfológica más asociada con riesgo de muerte súbita es la variante septal asimétrica con OTSVI. En las formas localizadas de MCH es importante remarcar que el cálculo de la masa ventricular puede ser normal. La variante apical que muchas veces es de difícil diagnóstico por ecocardiograma cursa con pronóstico más benigno en comparación con la variante septal asimétrica para muerte súbita. (Figura 1).

En las presentaciones de MCH con obstrucciones medio-ventriculares y apicales se pueden desarrollar aneurismas apicales y también están asociados a mayor riesgo muerte súbita.

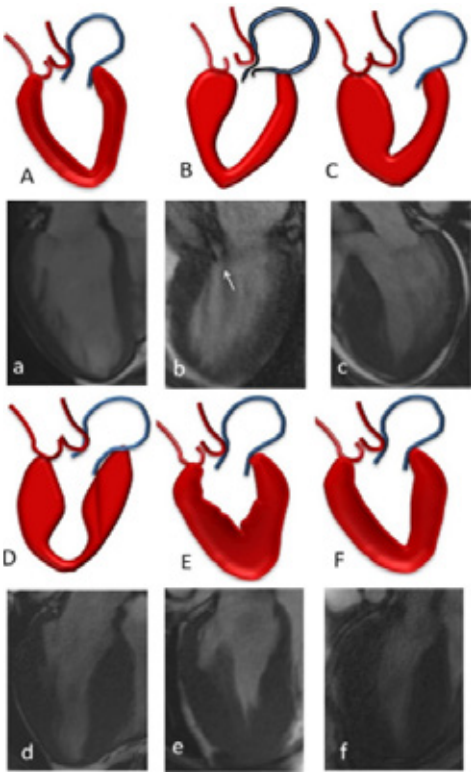


Figura 1: Patrones de hipertrofia ventricular izquierda en MCH. A, a: normal. B, b Septo sigmoideo con movimiento anterior sistólico (flecha blanca). C, c: septo reverso. D,d: Hipertrofia medio-ventricular. E, e: MCH apical. F,f: MCH simétrica. Fuente: Noureldin, R. A., Liu, S., Nacif, M. S., Judge, D. P., Halushka, M. K., Abraham, T. P., Ho, C., & Bluemke, D. A. (2012). The diagnosis of hypertrophic cardiomyopathy by cardiovascular magnetic resonance. Journal of cardiovascular magnetic resonance : official journal of the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance, 14(1), 17. <https://doi.org/10.1186/1532-429X-14-17>

Aparato mitral y Obstrucción dinámica al tracto de salida.

La ecocardiografía es el mejor método para valorar la OTSVI con medición de flujos y gradientes. Se ha demostrado que el mecanismo subyacente es un combinado entre el aumento del espesor y las anormalidades estructurales del aparato mitral. Se ha demostrado que los pacientes con MCH presentan alteraciones en el aparato mitral, incluso en ausencia de espesores incrementados³. Las valvas son más elongadas especialmente la anterior, que junto con los espesores septales incrementados explican la fisiopatología del movimiento anterior sistólico (SAM) y el mecanismo de la insuficiencia mitral que se observa en el ecocardiograma. En un estudio se demostró que la inserción de las cuerdas tendinosas en la base de la válvula mitral, la longitud de la válvula mitral (>25mm) y una movilidad aumentada de músculos papilares bífidos con su inserción más apical se asoció con OTSVI dinámica independiente de otros factores (incluido el espesor septal)⁴. Todas estas características pueden ser fácilmente valoradas con la RM, dando un contexto estructural en este mecanismo, más allá de la medición del gradiente obstructivo.

Fibrosis miocárdica

La MCH cursa con la presencia de fibrosis miocárdica en el 50% de los casos y está descrito como parcheado e intramiocárdico

en los segmentos de mayor hipertrofia. Ver Figura 2. Muchos estudios han demostrado la relación proporcional entre el grado de fibrosis con el riesgo de muerte súbita, desarrollo de insuficiencia cardíaca y aumento de la mortalidad de todas las causas. Se han desarrollado software de cuantificación porcentual con respecto a la masa miocárdica total. Pacientes con >15% de fibrosis presentan mal pronóstico por riesgo aumentado de muerte súbita.¹

En aquellas variantes con presencia de gadolinio más difusa y sospecha de formas concéntricas de MCH, la secuencia T1 mapping junto con el cálculo del volumen extracelular es una herramienta útil para el diagnóstico diferencial con miocardiopatías infiltrativas y otras fenocopias.

El T1 mapping es una secuencia que evalúa el tiempo de relajación longitudinal de los tejidos y se estima en milisegundos. Los principales determinantes son la presencia de edema, fibrosis y el campo magnético del resonador (variando entre resonadores de 3Tesla y 1.5Tesla). En la MCH al existir una hipertrofia de miocitos el espacio extracelular aumenta proporcionalmente, teniendo valores de T1 mapping mucho menores que en aquellas miocardiopatías infiltrativas (amiloidosis) en que el aumento del espacio extracelular es por aumento del depósito sin una hipertrofia real con un T1 mapping mucho mayor.

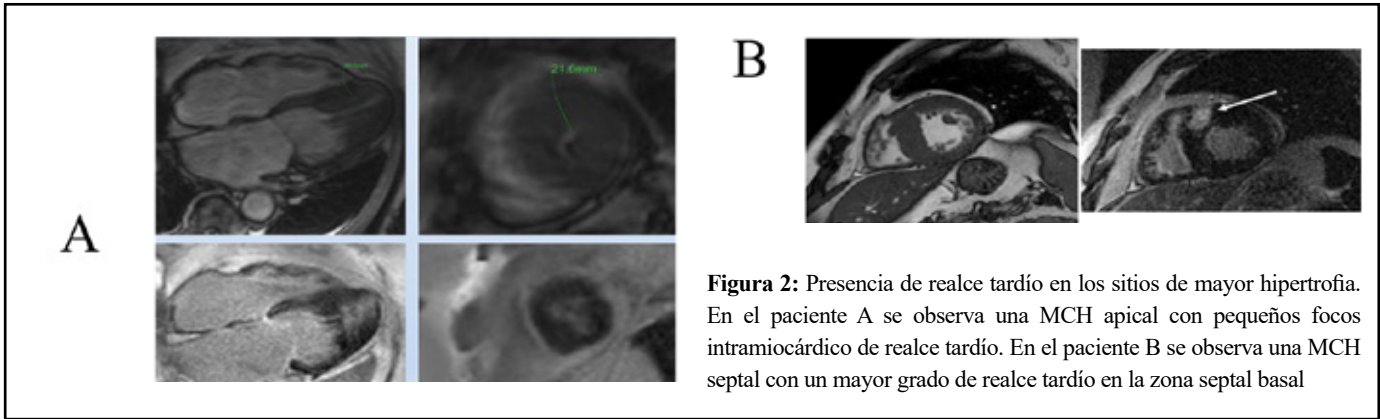


Figura 2: Presencia de realce tardío en los sitios de mayor hipertrofia. En el paciente A se observa una MCH apical con pequeños focos intramiocárdico de realce tardío. En el paciente B se observa una MCH septal con un mayor grado de realce tardío en la zona septal basal

Otros hallazgos

En los pacientes en que presentan genotipo positivo y/o alta sospecha de MCH es importante remarcar que se han descritos cambios morfológicos incipientes que requieren un seguimiento más estricto.

- Hipertrofia de músculos papilares: Como se detalló previamente, la hipertrofia puede ser el signo inicial en pacientes con sospecha de MCH. En otros escenarios se han descritos músculos papilares supernumerarios e implante más apical.
- Presencia de criptas: Se observan como invaginaciones de la pared que no necesariamente son específicas de MCH. Las criptas pueden estar presentes en paciente con espesores normales. En estudio de Maron y colaboradores, se describieron en los segmentos basales y posteriores del ventrículo izquierdo sin presentar fibrosis y con contractilidad normal.⁵
- Disarray miocárdico: La alteración espacial y disposición de los miocitos puede ser valorada con la secuencia de Tagging. Las alteraciones del Tagging tienen correlación con el strain por ecocardiograma en las zonas de mayor hipertrofia que presentan menor acortamiento.

En la tabla 3 se presentan los principales elementos en un informe de RM junto con la correspondiente secuencia en un paciente con miocardiopatía hipertrófica.

Datos relevantes	Secuencia
Hipertrofia ventricular	Secuencias de cine (T1-T2)
OTSVI y aparato mitral	Contraste de fase y secuencias de cine (T1-T2)
Fibrosis miocárdica	Secuencia inversión-recuperación - Realce tardío(gadolinio)
Volumen extracelular	Secuencia de T1 mapping pre y pos-contraste

BIBLIOGRAFÍA

1. Nagueh SF, Phelan D, Abraham T, et al. Recommendations for Multimodality Cardiovascular Imaging of Patients with Hypertrophic Cardiomyopathy: An Update from the American Society of Echocardiography, in Collaboration with the American Society of Nuclear Cardiology, the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance, and the Society of Cardiovascular Computed Tomography. J Am Soc Echocardiogr. 2022;35(6):533-69.
2. Maron BJ, Gardin JM, Flack JM, Gidding SS, Kurosaki TT, Bild DE. Prevalence of hypertrophic cardiomyopathy in a general population of young adults. Echocardiographic analysis of 4111 subjects in the CARDIA Study. Coronary Artery Risk Development in (Young) Adults. Circulation 1995; 92:785-789.
3. Klues HG, Maron BJ, Dollar AL, Roberts WC. Diversity of structural mitral valve alterations in hypertrophic cardiomyopathy. Circulation 1992; 85: 1.651-1.660.
4. Patel, P., Dhillon, A., Popovic, Z. B., Smedira, N. G., Rizzo, J., Thamarasani, M., Agler, D., Lytle, B. W., Lever, H. M., & Desai, M. Y. (2015). Left Ventricular Outflow Tract Obstruction in Hypertrophic Cardiomyopathy Patients Without Severe Septal Hypertrophy: Implications of Mitral Valve and Papillary Muscle Abnormalities Assessed Using Cardiac Magnetic Resonance and Echocardiography. Circulation. Cardiovascular imaging, 8(7), e003132.
5. Maron, M. S., Rowin, E. J., Lin, D., Appelbaum, E., Chan, R. H., Gibson, C. M., Lesser, J. R., Lindberg, J., Haas, T. S., Udelson, J. E., Manning, W. J., & Maron, B. J. (2012). Prevalence and clinical profile of myocardial crypts in hypertrophic cardiomyopathy. Circulation. Cardiovascular imaging, 5(4), 441-447. <https://doi.org/10.1161/CIRCIMAGING.112.972760>.

TECNOIMAGEN



mindray

¡Somos representantes exclusivos de Mindray para ecógrafos dedicados!

Terapia Intensiva, Quirófano y Emergencias.



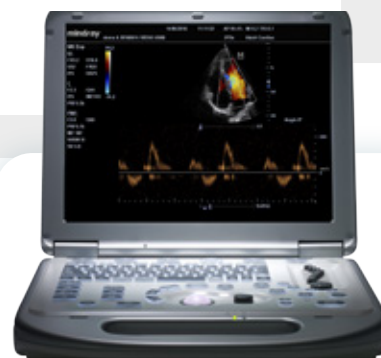
TE7

SENCILLO
INTELIGENTE
ENFOCADO EN POC



ME7

CALIDAD
EFICIENCIA
PORTABILIDAD



M6

PRECISO
VERSÁTIL
MÓVIL



TECNOIMAGEN
www.tecnoimagen.com.ar

25. RESONANCIA CARDÍACA Y DISPOSITIVOS CARDÍACOS

Dra. Julieta Denes - Dra. Candela Oestereicher.

El uso de la resonancia cardiaca (RMC) ha aumentado en los últimos años de manera significativa, posicionándose entre los estudios de primera línea para la valoración y seguimiento de diversas patologías cardíacas. Dos de los grupos de pacientes con indicación más frecuente de RMC son los que padecen de arritmias y miocardiopatías, de los cuales un porcentaje significativo son portadores de dispositivos cardíacos electrónicos implantables (CEI) (1).

Los pacientes portadores de CEI suelen requerir una RMC en algún momento del seguimiento de su enfermedad, ya sea para la evaluación de su patología de base o de los efectos secundarios que el dispositivo pudiera provocar. Dicha situación resulta paradójica, dado que la RMC y los CEI son una combinación dificultosa a la hora de realizar el estudio y de la cual surgen distintos interrogantes: ¿es seguro hacerle una RMC a un paciente con CEI?, ¿son todos los CEI plausibles de RMC?, ¿genera el campo magnético alteraciones en la programación del CEI?, ¿cómo mejoramos o evitamos los artificios generados por los distintos componentes del CEI en la imagen?.

Seguridad de los CEI al realizar RMC

Al realizar una RMC, se deben tener ciertas precauciones cuando el paciente es portador de un CEI. Esto es debido a la posible interferencia electromagnética entre los materiales ferromagnéticos presentes en el CEI y el campo magnético generado por el resonador.

Las posibles complicaciones en los CEI al exponerse a dicho campo magnético son las siguientes:

- **Desplazamiento:** extremadamente infrecuente, es posible cuando el generador contiene material ferromagnético.
- **Calentamiento y lesión del tejido circundante:** el campo electromagnético podría inducir corriente eléctrica a través de los catéteres, que transmiten energía en forma de calor.
- **Interferencia con el funcionamiento del CEI:** estimulación asincrónica, sobresensado, reseteo eléctrico y agotamiento de la batería (2).

Sin embargo, debido a que los pacientes portadores de CEI suelen requerir una RMC en la evolución de su miocardiopatía, se han realizado perfeccionamientos en su composición y software para lograr la compatibilidad (3).

Tipos de CEI

Existen tres tipos de CEI en cuanto al perfil de seguridad ante una RMC (2):

- 1) **Compatible:** siempre puede someterse a RMC de manera segura.
- 2) **Condicional:** aquellos que tienen modificaciones tanto en el hardware como en el software para poder ser sometidos a RMC de manera segura bajo condiciones específicas.
- 3) **No condicional:** aquellos con los que no se puede garantizar la seguridad del estudio.

Se deben tener en cuenta de manera individual y conjunta al generador y demás componentes para determinar la compatibilidad del CEI, debiendo ser la totalidad de los componentes válidos los mismos idealmente de la misma marca y con una combinación válida para RMC. A su vez, a la hora de realizar el estudio, deberían

respetarse los parámetros de campo magnético y tasa de absorción (SAR) validadas para cada modelo (4).

Existe a la fecha un gran número de estudios observacionales prospectivos que demuestran la seguridad de realizar una resonancia en distintas áreas (cerebro, tórax, columna lumbar), en pacientes portadores de CEI condicionales y no condicionales, tanto en resonadores 1,5T como 3T. No se reportaron complicaciones significativas en la programación de los CEI, y la tasa de eventos adversos fue mínima, tomando las medidas de precaución necesarias (5,6). Una revisión sistemática que incluyó 5099 pacientes con CEI no condicionales, encontró una tasa de 0,3% de síntomas menores, un 1,6% de reseteo eléctrico (en dispositivos colocados previo al año 2006), sin muertes o complicaciones mayores (7). Por lo tanto, en los pacientes del segundo y tercer grupo, se debe evaluar el riesgo/beneficio de realizar la RMC, y en centros con experiencia que tomen los recaudos necesarios, podría llevarse a cabo el estudio de manera segura.

Dentro de los portadores de un CEI no condicional, existe un subgrupo de pacientes que tienen catéteres fracturados, abandonados, o que poseen inserción epicárdica. Estas variantes son las que más riesgo de sobrecalentamiento y lesión tisular conllevan. En estos pacientes no hay evidencia suficiente para garantizar la seguridad al realizar una RMC (1).

Es preciso mencionar que está indicado utilizar resonador 1,5T para los pacientes que sean portadores de CEI no condicional; siendo preferible sobre el 3T que para quienes portan CEI condicionales, con el objetivo de disminuir los artificios generados por el campo (1). Asimismo debe tenerse en cuenta el límite de SAR admitido para cada CEI, que si bien se recomienda que sea menor a 2 W/kg en portadores de CEI, debe individualizarse y tener en cuenta que al descender este parámetro puede disminuir la calidad de la imagen (3).

Sugerencias para realizar una RMC segura en pacientes con CEI

Previo al examen:

- Verificar que el dispositivo haya sido implantado hace más de 6 semanas.
- Averiguar marca y modelo del CEI (generador y catéteres). Evaluar si es condicional o no condicional.
- Ante dudas, realizar radiografía de tórax para evaluar la presencia de catéteres abandonados.
- Se sugiere resonador 1,5 T.
- Control del CEI por electrofisiología: ¿es dependiente de la estimulación del marcapasos?

Durante el examen:

- Consulta con electrofisiología: programar dispositivo en modo compatible y seguro (modo RM / DOO o VOO, y desactivar terapias en caso de CDI).
- Obtener consentimiento informado del paciente.
- Realizar estudio en horario que haya médico cardiólogo presente.
- Realizar monitoreo continuo de ECG, saturación de oxígeno, contacto visual y verbal con el paciente.
- Debe haber presente personal capacitado en ACLS, idealmente

carro de paro cardiorrespiratorio con marcapasos percutáneo.

- No superar SAR de 2 W/kg.

Posterior al examen:

- Interrogar y reprogramar CEI inmediatamente luego del examen.

Cómo mejorar imagen y artificios:

Si bien es posible realizar con seguridad una RMC en pacientes que portan CEI compatibles o condicionales, estos presentan un desafío al momento de adquirir las imágenes por generar diversos artificios y así disminuir el rédito diagnóstico.

Los artificios son el aumento o pérdida de señal, o la distorsión de la misma sin un sustento anatómico.

Se originan de dos maneras:

- Por susceptibilidad magnética: los materiales ferromagnéticos dentro del imán disminuye la homogeneidad del campo magnético.

- Por corriente de Foucault: los pulsos de radiofrecuencia generan corrientes eléctricas en los materiales metálicos.

En general se presenta como bandas de aumento y desaparición de señal alrededor del elemento metálico (Figura 1). Es importante reconocerlas como artefactos para no confundir con imágenes patológicas. La magnitud del artefacto va a depender de la distancia del CEI al mediastino, pudiendo observarse distorsión de la imagen hasta a 12 cm del generador (2) (mayor artefacto con los que se colocan del lado izquierdo), de ciertas características del CEI (tamaño, composición), de la intensidad del campo y de la secuencia utilizada (8).

Tips y trucos para optimizar la imagen en pacientes con CEI.

En primer lugar, se sugiere adecuar el protocolo de RMC al motivo del pedido, realizando secuencias dirigidas e imprescindibles en cada caso, evitando alargar el estudio innecesariamente.

Una vez optimizado el protocolo, se debe procurar aumentar la distancia entre el CEI y el área a resonar. Siendo el área a estudiar la cardiotorácica y suponiendo la ubicación del generador en

hemitórax izquierdo, algunas de las maniobras propuestas son colocar por encima de la cabeza del paciente el brazo homolateral al generador y adquirir las imágenes en inspiración profunda (2).

Adentrándonos en la planificación y optimización de las secuencias del protocolo para disminuir los artefactos, estas son algunas de las recomendaciones con las que contamos a la fecha en la bibliografía:

- **Secuencias de CINE:** la secuencia spoiled echo-gradient (SGE) es una alternativa descrita para mejorar la imagen. Se propone también adquirir las secuencias de CINE post contraste endovenoso para mejor detección del endocardio, aumentar el ancho de banda y disminuir la resolución (9). (Tabla 1).

En nuestra práctica diaria, nuestro grupo de trabajo, utiliza la secuencia de contraste de fase en reemplazo de las secuencias de CINE para reducir el artefacto en la imagen, obteniendo de este modo un resultado con menor señal (imagen de menor calidad), pero menos ruido, permitiendo de esta forma hacer una valoración estructural de estos pacientes más acertada (figura 2).

- **Secuencias de T1 y T2:** se trata de secuencias menos sensibles a los artefactos producidos por los CEI, obteniendo buena calidad de imagen (2).

- **Secuencias de realce tardío:** Se recomienda ampliar el ancho de banda mediante Wideband (WB), que permite desplazar el artefacto por fuera del campo o reducirlo (10). La desventaja de esta secuencia es que no se encuentra aún disponible en todos los centros. No se recomienda la utilización de single-shot, dado que son más propensas a los artefactos (figura 3).

Conclusiones.

Si bien quienes portan un CEI resultan un desafío a la hora de realizar una RMC, actualmente existen múltiples herramientas para realizar el estudio de manera segura, y facilitar tanto la adquisición del estudio como su análisis posterior, pudiendo así ofrecer un método diagnóstico y de seguimiento de buena calidad para estos pacientes.

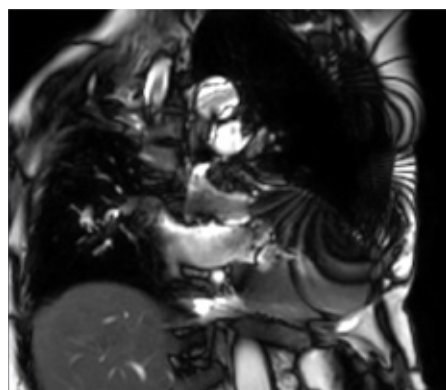
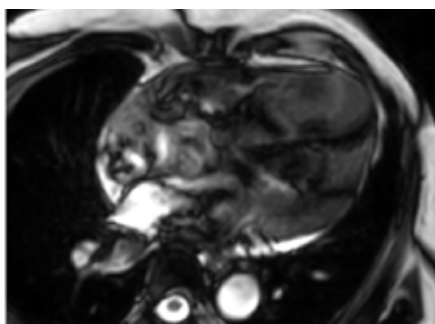


Figura 1: Secuencia CINE, dos cámaras en paciente con CEI en hemitórax izquierdo.

Figura 2: Utilización de secuencia de contraste de fase en reemplazo de secuencias de CINE.

A: Secuencia CINE. cuatro cámaras



B: Contraste de fase. Cuatro cámaras

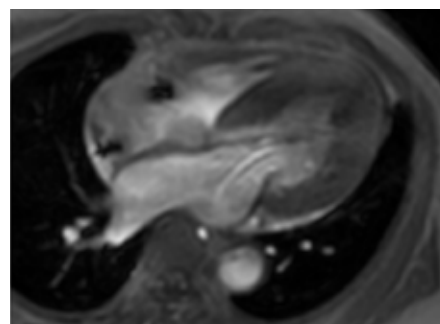
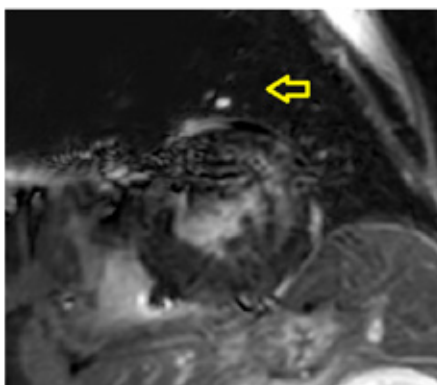
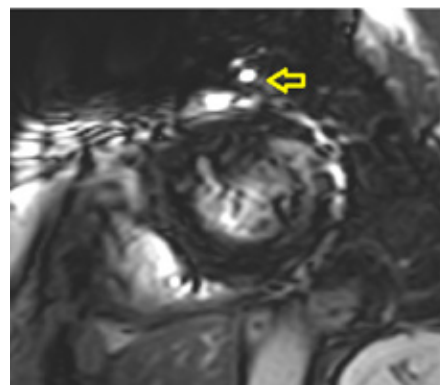


Figura 3:



A: Secuencia de realce tardío. Artefacto señalado con flecha amarilla.



B: Single-shot. Artefacto señalado con flecha amarilla.

Figura 1: Nomenclatura de secuencia de spoiled echo-gradient (SGE) según equipo disponible:

Secuencia	Philips	Siemens	GE	Toshiba
SGE	T1-FFE	FLASH	SPGR MPSPGR	RF-spoiled FE

BIBLIOGRAFÍA

1. D. Kim, J.D. Collins, J.A. White et al. SCMR expert consensus statement for cardiovascular magnetic resonance of patients with a cardiac implantable electronic device. *Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance* 26 (2024) 100995
2. M. Barreiro-Pérez et al. Resonancia magnetica para portadores de dispositivos cardiovasculares. Consenso SEC-GT CRMTC/SEC-Asociación del Ritmo Cardíaco/SERAM/ SEICAT. *Rev Esp Cardiol.* 2023;76(3):183–196
3. Symons R, Zimmerman SL, Bluemke DA. CMR and CT of the Patient With Cardiac Devices: Safety, Efficacy, and Optimization Strategies. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2019;12:890–903.
4. Glikson M, Nielsen JC, Kronborg MB, et al. 2021 ESC Guidelines on cardiac pacing and cardiac resynchronization therapy. *Eur Heart J.* 2021;42:3427–3520.
5. Barison A, Baritussio A, Cipriani A, et al. Cardiovascular magnetic resonance: What clinicians should know about safety and contraindications. *Int J Cardiol.* 2021;331:322–328.
6. Deshpande S, Kella D, Padmanabhan D. MRI in patients with cardiac implantable electronic devices: A comprehensive review. *Pacing Clin Electrophysiol.* 2021;44:360–372
7. A.D. Shah, M.A. Morris, D.S. Hirsh, M. Warnock, Y. Huang, M. Mollerus, F.M. Merchant, A.M. Patel, D.B. Delurgio, A.U. Patel, et al. Magnetic resonance imaging safety in nonconditional pacemaker and defibrillator recipients: a meta-analysis and systematic review. *Heart Rhythm*, 15 (7) (2018), pp. 1001-1008
8. Saremi F, Grizzard JD, Kim RJ. Optimizing cardiac MR imaging: practical remedies for artifacts. *Radiographics.* 2008;28:1161–1187.
9. Simonetti OP, Gross DC. Cardiovascular Magnetic Resonance in Patients with Magnetic Resonance-Conditional Cardiac Implantable Electronic Devices: What Can We See? *Circ Cardiovasc Imaging.* 2016;9:e004970.
10. Stevens SM, Tung R, Rashid S, et al. Device artifact reduction for magnetic resonance imaging of patients with implantable cardioverter-defibrillators and ventricular tachycardia: late gadolinium enhancement correlation with electroanatomic mapping. *Heart Rhythm.* 2014;11:289–298



Medilog® AR

Holter avanzado, eficiente y fiable



TECNOIMAGEN
www.tecnoimagen.com.ar



26. ECOCARDIOGRAFÍA E INTELIGENCIA ARTIFICIAL (IA)

Dra. Pamela Jacob - Dr. Rodrigo Cano García.

Inteligencia artificial (IA) se ha convertido en una palabra de moda como consecuencia de avances técnicos disruptivos y resultados experimentales impresionantes, especialmente en el campo del análisis y procesamiento de imágenes. En medicina, las especialidades médicas donde las imágenes son centrales, como la radiología, la patología o la oncología, han aprovechado la oportunidad y se han desplegado esfuerzos considerables en investigación y desarrollo para transferir el potencial de la IA a aplicaciones clínicas. La IA se está convirtiendo en una herramienta cada vez más común para las tareas típicas de análisis de imágenes médicas, como el diagnóstico, la segmentación o la clasificación. La clave para un uso seguro y eficiente de las aplicaciones clínicas de IA depende, en parte, de profesionales informados.

En la intersección entre la medicina y la tecnología, la IA ha demostrado ser una herramienta invaluable para mejorar la precisión, eficiencia y alcance del ecocardiograma. Al aplicar algoritmos avanzados de aprendizaje automático y análisis de datos a las imágenes ecocardiográficas, ofrece una serie de beneficios que están transformando radicalmente la práctica clínica. Uno de los mayores beneficios de en ecocardiografía es su capacidad para proporcionar diagnósticos asistidos más precisos y oportunos. Los algoritmos de IA pueden analizar grandes conjuntos de datos de imágenes ecocardiográficas y detectar patrones y anomalías que pueden pasar desapercibidos para el ojo humano. Esto permite una identificación más rápida y precisa de condiciones cardíacas, incluso en casos de enfermedades complejas o poco comunes.

Por otro lado, la IA en ecocardiografía también mejora la eficiencia y productividad en entornos clínicos. Los algoritmos de IA pueden procesar grandes volúmenes de imágenes en cuestión de segundos, liberando tiempo para los médicos y

permitiéndoles centrarse en la interpretación de resultados y la toma de decisiones clínicas. Siendo especialmente beneficioso en entornos donde los recursos son limitados o la carga de trabajo es alta. Otro aspecto crucial es la capacidad para ofrecer recomendaciones de tratamiento personalizadas basadas en el análisis de datos. Al identificar patrones y correlaciones en los resultados ecocardiográficos y los datos clínicos del paciente, puede ayudar a los médicos a desarrollar planes de tratamiento específicos y adaptados a las necesidades individuales de cada paciente. Esto puede conducir a una atención más efectiva y resultados clínicos mejorados. También juega un papel fundamental en la detección temprana y la prevención de enfermedades cardíacas. Al analizar los factores de riesgo y detectar cambios sutiles en las imágenes ecocardiográficas a lo largo del tiempo, los algoritmos de IA pueden identificar signos precursores de enfermedades cardíacas y alertar a los médicos sobre la necesidad de intervención preventiva. Esto permite una atención proactiva que puede ayudar a prevenir complicaciones graves en el futuro. Además de su impacto en la práctica clínica, la IA en ecocardiografía impulsa el avance en la investigación y desarrollo de nuevas técnicas y tratamientos. Al facilitar el análisis y la interpretación de grandes conjuntos de datos, permite a los investigadores identificar nuevas asociaciones y patrones en las imágenes ecocardiográficas, lo que puede conducir a descubrimientos innovadores en el campo de la cardiología.

En resumen, el uso de la IA en el campo de la ecocardiografía ofrece una serie de beneficios significativos que están revolucionando la forma en que diagnosticamos, tratamos y prevenimos las enfermedades cardíacas. Al aprovechar su potencial, podemos mejorar la precisión diagnóstica, aumentar la eficiencia clínica y brindar una atención más personalizada y preventiva a los pacientes cardíacos en todo el mundo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Shoaib Subhan MBBS et al; Role of Artificial Intelligence and Machine Learning in Interventional Cardiology; Curr Probl Cardiol. 2023 Jul;48(7):101698. doi: 10.1016/j.cpcardiol.2023.101698. Epub 2023 Mar 14.
2. Daniel Aziz et al; The Role of Artificial Intelligence in Echocardiography: A Clinical Update; Curr Cardiol Rep. 2023 Dec;25(12):1897-1907. doi: 10.1007/s11886-023-02005-2. Epub 2023 Dec 13.
3. Coulter SA et al; Artificial Intelligence in Echocardiography; Tex Heart Inst J. 2022 Mar 1;49(2):e217671. doi: 10.14503/THIJ-21-7671.
4. Paul Jacobs; Artificial Intelligence and Echocardiography: A Genuinely Interesting Conundrum; J Cardiothorac Vasc Anesth. 2024 May;38(5):1065-1067. doi: 10.1053/j.jvca.2024.01.014. Epub 2024 Jan 24.

27. INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN RMC: ¿QUÉ FUTURO NOS ESPERA?

Dr. Federico Cintora - Dra. Jorgelina Medus.

La resonancia magnética cardíaca (RMC) ha emergido como una herramienta fundamental en el diagnóstico y seguimiento de enfermedades cardiovasculares. Su capacidad para proporcionar imágenes de alta resolución anatómica y funcional del corazón la convierte en una técnica invaluable para los médicos cardiólogos. Sin embargo, el análisis de los datos generados por la RMC puede ser complejo y requiere tiempo, lo que plantea desafíos en la interpretación precisa y reproducible de los resultados.

En este contexto, la inteligencia artificial (IA) ha surgido como una herramienta prometedora para mejorar la eficiencia y precisión del análisis. En los últimos años, las técnicas de IA basadas en Machine Learning (aprendizaje automático, en castellano) en general y Deep Learning (aprendizaje profundo, en castellano) en particular, han permitido generar modelos para segmentación automática en imágenes de RMC, utilizando algoritmos como las redes neuronales convolucionales. También existen modelos de IA entrenados que han mejorado significativamente la capacidad para detectar anomalías cardíacas y contribuir al proceso diagnóstico. Por otra parte, los algoritmos de procesamiento de imágenes basados en IA han sido implementados para reducir artefactos y mejorar la calidad general de las imágenes de RMC.

En este artículo, exploramos el estado del arte de la utilidad de la IA en la RMC, destacando sus aplicaciones actuales y futuras en el campo de la cardiología.

Aplicaciones Actuales de la Inteligencia Artificial en Resonancia Magnética Cardíaca

La IA se ha utilizado para una variedad de aplicaciones relacionadas con la RMC, desde la segmentación y cuantificación de estructuras cardíacas o el análisis de la función y deformación miocárdica, hasta la predicción de resultados clínicos.

En cuanto a la segmentación de imágenes, los algoritmos de IA han demostrado ser capaces de identificar y delinear de manera precisa estructuras cardíacas. Estos modelos de segmentación automatizada no solo reducen la carga de trabajo del cardiólogo, sino que también pueden mejorar la consistencia y precisión de las mediciones. Actualmente existen aplicaciones de uso comercial para tal fin, sin embargo este campo sigue siendo muy activo en la investigación y nuevos algoritmos intentan aprovechar la naturaleza dinámica y tridimensional de las imágenes de RMC para obtener mayor provecho en el análisis.

Además de la segmentación, la IA se ha aplicado en la cuantificación de parámetros funcionales como volumen sistólico, fracción de eyección, movimiento y deformación miocárdica. Por su capacidad para analizar grandes cantidades de datos en forma simultánea e integrada, las técnicas de aprendizaje profundo son muy prometedoras en este campo.

Integración de Inteligencia Artificial en Resonancia Magnética Cardíaca para Diagnóstico y Pronóstico

La IA también se ha utilizado para desarrollar modelos de diagnóstico asistido y modelos predictivos basados en la integración de imágenes de RMC con datos clínicos, de laboratorio y de otras modalidades de imágenes.

Existen modelos de IA entrenados que han mejorado significativamente la capacidad para detectar anomalías cardíacas y contribuir al proceso diagnóstico. Estos análisis alcanzan gran precisión (comparable con la de operadores expertos en la materia), siendo uno de los campos más activos en investigación sobre IA, aplicada al análisis de imágenes cardíacas.

Una vez entrenados, estos modelos pueden ser desplegados en entornos clínicos para asistir a los médicos en el diagnóstico de enfermedades cardíacas. Al analizar imágenes de ecocardiografía, RMC o tomografía, por ejemplo, estos sistemas de IA pueden resaltar áreas de interés, identificar posibles anomalías y proporcionar a los médicos información adicional para tomar decisiones más informadas. El potencial de la IA en este campo es enorme y sigue siendo objeto de intensa investigación. Además de mejorar la precisión en la detección de anomalías cardíacas, también se están explorando aplicaciones más avanzadas como la predicción de riesgo cardiovascular futuro, basado en análisis integrado de imágenes y datos clínicos.

Sin embargo, es importante tener en cuenta que, aunque los modelos de IA pueden ser herramientas valiosas para los profesionales de la salud, no reemplazan la experiencia y el juicio clínico de los médicos. En cambio, funcionan como asistentes poderosos que pueden ayudar a agilizar y mejorar el proceso de diagnóstico, permitiendo a los médicos centrarse en la atención al paciente y en la toma de decisiones más efectivas.

Estos modelos pueden predecir la presencia o progresión de enfermedades cardiovasculares utilizando características extraídas automáticamente de las imágenes de RMC y no evidentes a simple vista (técnica conocida como radiómica). Al combinar datos clínicos con información derivada de la RMC, los modelos de IA pueden proporcionar a los médicos una evaluación más compleja y completa del riesgo cardiovascular de un paciente y ayudar en la toma de decisiones clínicas. Este es un campo activo en la investigación, que como todo modelo predictivo requerirá validación clínica.

Desafíos y Futuras Direcciones

A pesar de los avances en la aplicación de la IA en la RMC, existen varios desafíos que deben abordarse para su adopción generalizada en la práctica clínica. Uno de los principales desafíos es la interpretación y validación de los resultados generados por los algoritmos de IA. Es crucial que estos modelos sean transparentes e interpretables para que los médicos confíen en sus resultados o recomendaciones.

Además, se requieren grandes conjuntos de datos etiquetados por expertos para entrenar y validar los algoritmos de IA de

manera efectiva. La recopilación de datos de alta calidad y la estandarización de protocolos de adquisición de imágenes son fundamentales para garantizar la robustez y generalización de los modelos de IA.

En el futuro, se espera que la IA juegue un papel aún más importante en la RMC, con avances en áreas como la detección temprana de enfermedades, la personalización del tratamiento y la optimización de la gestión de pacientes. Sin embargo, es fundamental un enfoque multidisciplinario para garantizar que la IA se integre de manera ética y efectiva en la práctica clínica, maximizando sus beneficios y minimizando los riesgos para los pacientes.

Aportes de la Sociedad Argentina de Cardiología

Desde el consejo de TC y RM cardíaca de la Sociedad Argentina de Cardiología, hemos desarrollado un proyecto de investigación para la generación de un dataset nacional de RMC y el desarrollo de una herramienta de análisis, cuantificación e interpretación automatizados de estudios, que mejorará el proceso diagnóstico en términos de productividad, eficiencia y calidad operativa, disminuyendo los tiempos y la variabilidad interobservador y ofreciendo a los pacientes resultados más rápidos y con precisión diagnóstica, comparable con la de expertos referentes.

El desarrollo de esta herramienta de apoyo diagnóstico basada en IA representa un hito significativo al utilizar por primera vez datos nacionales de la población argentina en su entrenamiento. Esta iniciativa no solo demuestra el compromiso con la investigación y la innovación dentro del ámbito científico-tecnológico nacional, sino que también garantiza la relevancia y la precisión de los resultados para la población local.

Por último queremos destacar que para que la investigación cumpla su objetivo y sea representativo de todo el ámbito nacional la colaboración de cada médico que realiza RMC es indispensable, solo con el compromiso de toda la comunidad científica podremos generar herramientas de análisis de resonancia, para la cuantificación y el análisis del trabajo miocárdico y de esta manera mejorar el trabajo diario de cada uno de los cardiólogos,

proporcionando información clínica más detallada y contribuyendo así a una atención cardiovascular más efectiva y personalizada para todos los pacientes.

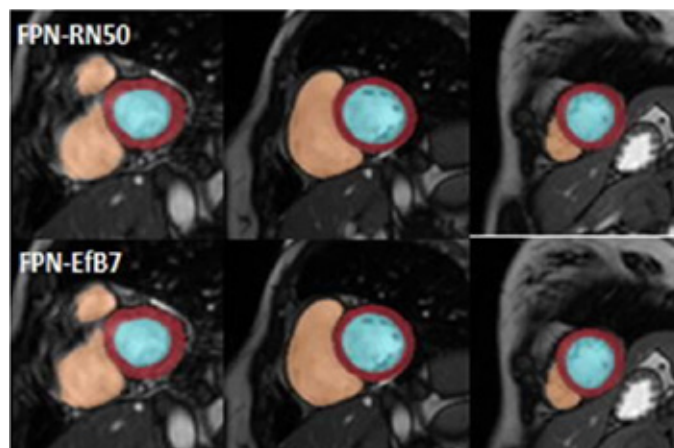


Figura 1: Resultado de la segmentación de ambos ventrículos y miocardio del VI en un caso normal, por dos de los modelos desarrollados en el proyecto de investigación del Consejo. Ambos modelos muestran gran precisión, comparable con el trazado manual por expertos.

Conclusiones

La IA ofrece un gran potencial para mejorar la eficiencia y precisión del análisis de imágenes de RMC. Desde la segmentación y cuantificación de estructuras cardíacas hasta la predicción de resultados clínicos, la IA está transformando la forma en que se utiliza la RMC en el campo de la cardiología. Sin embargo, es necesario abordar varios desafíos antes de que la IA pueda ser ampliamente adoptada en la práctica clínica. Con una colaboración continua entre médicos, científicos de datos e ingenieros, la IA tiene el potencial de revolucionar el diagnóstico y tratamiento de enfermedades cardiovasculares, mejorando así la salud y el bienestar de los pacientes.

BIBLIOGRAFÍA

1. Rajiah et al. Cardiac MRI: State of the Art. Radiology 2023; 307:3
2. Sermesant, M., Delingette, H., Cochet, H. et al. Applications of artificial intelligence in cardiovascular imaging. Nat Rev Cardiol 2021 18: 600–609.
3. Argentiero A. et al. The Applications of Artificial Intelligence in Cardiovascular Magnetic Resonance—A Comprehensive Review. J. Clin. Med. 2022 11: 2866
4. Leiner et al. Machine learning in cardiovascular magnetic resonance: basic concepts and applications. Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance; 2019 21:61
5. A. Curiale, F. Colavecchia, G. Mato. Automatic quantification of the LV function and mass: a deep learning approach for cardiovascular MRI. Comp Meth Prog Biomed 2019 169: 37-50
6. Jorge Mariscal-Harana et al. An artificial intelligence tool for automated analysis of large-scale unstructured clinical cine cardiac magnetic resonance databases; Eur Heart J Digit Health 2023 4(5): 370–383
7. M. A. Morales, W. J. Manning, y Reza Nezafat. Present and Future Innovations in AI and Cardiac MRI. Radiology 2024 310: 1
8. Lobig, F., Subramanian, D., Blankenburg, M. et al. To pay or not to pay for artificial intelligence applications in radiology. NPJ Digit. Med. 2023 6: 117

28. ECOCARDIOGRAFÍA 3D - TRANSPARENCIA TISULAR UTILIDAD EN LA PRÁCTICA CLÍNICA

Dr. Rodrigo R. Cano García - Dra. Pamela Jacob.

A pesar de los avances en la ecocardiografía 3D, aún existen limitaciones propias de la técnica, es así que nuevas herramientas como la transparencia tisular, intenta otorgar a la imagen más realismo¹. Se trata de una técnica de renderizado fotorrealista derivada de la transiluminación que a su vez se complementa con el modo color 3D². Al colocar el origen de la luz detrás de los tejidos blandos con la técnica de transiluminación, se puede mejorar su valoración u optimizar la percepción del 3D con los diferentes cambios en su ángulo de incidencia. Por otro lado, la transparencia tisular puede ser más útil cuando se quiere valorar el origen y trayecto de jets regurgitantes, o para mejorar la delineación de los bordes sobre los tejidos o defectos residuales y dispositivos implantados (Figura 1)^{2,3}. Es así que tiene un papel sumamente importante en el campo del estudio de la enfermedad cardíaca estructural y cardiopatías congénitas. Se puede valorar la utilidad técnica de la transiluminación en una mejoría de la visualización anatómica, identificación de patologías y origen de jets regurgitantes, percepción de profundidad y delineado de bordes, así también como para potenciales aplicaciones clínicas en la planificación previa al implante de dispositivos, guía intraoperatoria en enfermedades estructurales, valoración pre-ablación, identificación de fuentes embolígenas en enfermedad cerebrovascular y cuando se sospecha de endocarditis valvular o en dispositivos^{4,5}.

Para adquirir imágenes con transiluminación, se necesita primero adquirir imágenes en 2D de las estructuras que a uno le interesa, para posteriormente capturar un sector lo más estrecho posible del área de interés, preferentemente una captura multilatidos (de 4 o más latidos) para la adquisición de datos 3D y usar las herramientas de recorte para definir lo mejor que se pueda los bordes y morfología de la estructura que a uno le interese. Posteriormente activar la transiluminación y ajustar las sombras y la transparencia tisular hasta lograr la definición máxima de los bordes deseados y optimizar la visualización anatómica⁴. Las diferentes aplicaciones de las marcas que más han trabajado en éste tipo de optimización de imágenes son TruVue, TruVue Light, y TruVue Glass para EPIQ Philips, y transiluminación y transparencia tisular en los equipos Vivid de General electric^{6,7}.

Usando la técnica de transparencia tisular en comparación con el 3D solo, se realizó un estudio con ecocardiografía transesofágica con 30 expertos, donde todos percibieron una mejor anatomía de las estructuras, reconocimiento de las patologías mostradas e identificación de orígenes de jets regurgitantes, demostrado con un análisis de la varianza ($p < 0,5$) y una variación interobservador de 0,844. En cuanto a la técnica transtorácica, se observaron resultados similares en las mismas categorías, demostrado con análisis de la varianza ($p < 0,01$) y una variación interobservador de 0,808.

En cuanto a la identificación de cardiopatías congénitas y defectos estructurales (Figura 5), se realizó un estudio donde se identificaron imágenes con defectos del septum interauricular, del septum interventricular, ductus arterioso persistente, cleft mitral, estenosis valvular pulmonar, defectos completos del septum interauriculoventricular, doble orificio mitral y divertículos ventriculares, obteniéndose en este estudio imágenes de manera satisfactoria con transparencia tisular en el 95% de los casos, y un acuerdo medido con una escala likert ($p < 0,0001$), entre cirujanos cardiovasculares, cardiólogos, y ecocardiografistas, para una mejor identificación de lesiones, y mayor seguridad en la identificación de éstas patologías y su tratamiento⁶.

Para la valoración de la patología estructural de la válvula mitral (Figura 2, Figura 3), es rutinario usar la ecografía transesofágica y el 3D, ya que proveen la mejor información morfológica y fisiológica.⁽⁹⁾ Es así que la transparencia tisular es útil para mejorar el diagnóstico anatómico (valoración estructural de festones mitrales, cleft mitral), planificación pre-operatoria (evaluación de la geometría y mecánica del anillo mitral, calcificación del anillo mitral, disyunción del anillo mitral, cuantificación de la regurgitación mitral) y monitoreo intraquirófano de procedimientos (plástica mitral, anuloplastia mitral, reparación borde a borde percutánea-mitraclip (Figura 4)) y su valoración y seguimiento post-operatorio³.

El uso de ésta técnica también tiene sus limitaciones, como ser una curva de aprendizaje mayor a la técnica convencional transesofágica y transtorácica y 3D, la dificultad en la adquisición de imágenes de alta calidad por requerir una adquisición de varios ciclos cardíacos y una posición anatómica óptima del paciente, requiere además un mayor tiempo en el post-procesado y correcta adquisición de planos y cortes⁸, sumada a la disponibilidad menor de equipos capaces de procesar ésta técnica en nuestro medio por el alto costo,. Sin embargo, esperamos que en un futuro no muy lejano, sean parte de la evaluación convencional en todas las patologías y escenarios previamente mencionados.

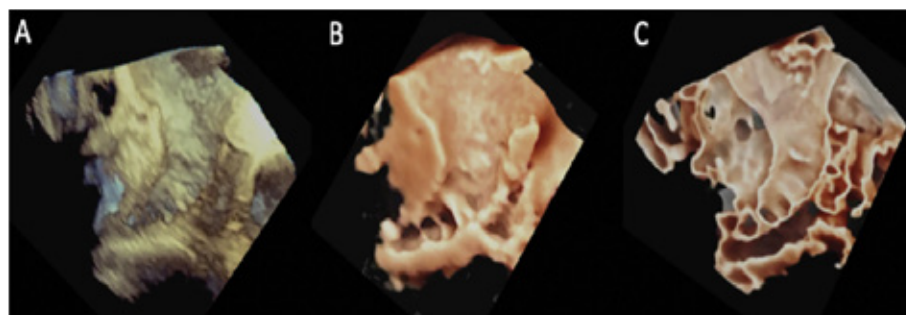


Figura 14.A: Imágen 3D B: Transiluminación, C:transparencia tisular.

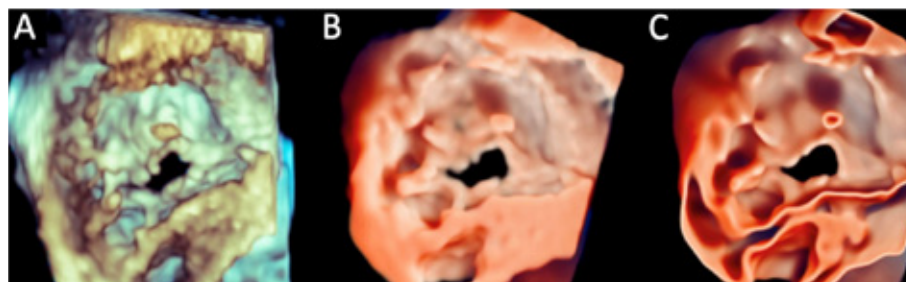


Figura 5⁸.Comunicación interauricular tipo ostium secundum: Karagodin I, Yamat M, Dow A, et al. Utility of transillumination and transparency renderings in 3D transthoracic imaging. Int J Cardiovasc Imaging. 2022;38:141–147

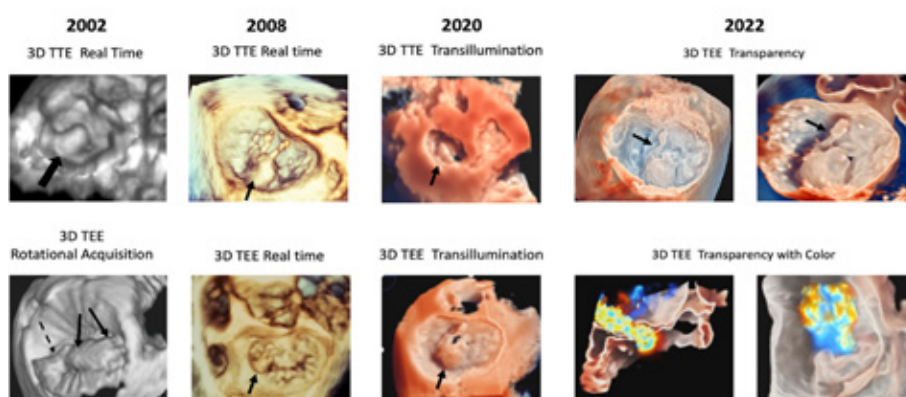


Figura 6³.Evolución de la ecocardiografía 3D y sus renderizados: KMantegazza V, Gripari P, Tamborini G, et al. 3D echocardiography in mitral valve prolapse. Front Cardiovasc Med. 2023;9:1050476

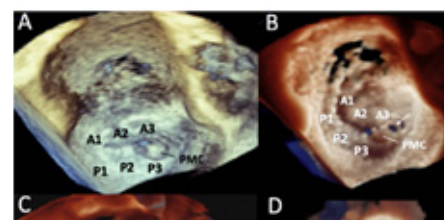


Figura 24: Prolapso y perforación de la comisura posteromedial.

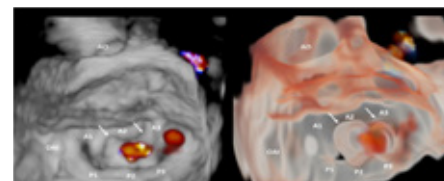


Figura 4¹ Identificación de MitraClip: Pascual Izco M, Fernández-Golfín Lobán C, Zamorano Gómez JL. Novedades en ecocardiografía 3D: una nueva herramienta de transparencia tisular. Revista Española de Cardiología. 2021;74:708posteromedial.

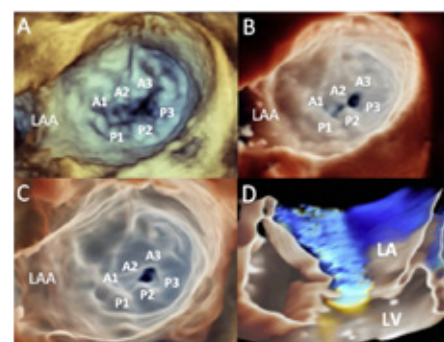


Figura 3⁵.Regurgitación mitral isquémica: Genovese D, Addetia K, Kebed K, et al. First Clinical Experience With 3-Dimensional Echocardiographic Transillumination Rendering. JACC: Cardiovascular Imaging. 2019;12:1868–1871

BIBLIOGRAFÍA

1. Pascual Izco M, Fernández-Golfín Lobán C, Zamorano Gómez JL. Novedades en ecocardiografía 3D: una nueva herramienta de transparencia tisular. Revista Española de Cardiología. 2021;74:708.
2. Barreiro-Perez M, Cruz-González I, Martin-Moreiras J, et al. Transillumination and Tissue-Transparency Photo-Realistic Echocardiography Imaging During Percutaneous Mitral Valve Interventions. JACC: Cardiovascular Interventions. 2021;14:919–922.
3. Mantegazza V, Gripari P, Tamborini G, et al. 3D echocardiography in mitral valve prolapse. Front Cardiovasc Med. 2023;9:1050476.
4. Karagodin I, Addetia K, Singh A, et al. Improved Delineation of Cardiac Pathology Using a Novel Three-Dimensional Echocardiographic Tissue Transparency Tool. Journal of the American Society of Echocardiography. 2020;33:1316–1323
5. Genovese D, Addetia K, Kebed K, et al. First Clinical Experience With 3-Dimensional Echocardiographic Transillumination Rendering. JACC: Cardiovascular Imaging. 2019;12:1868–1871
6. Sun F, Sun A, Chen Y, et al. Novel TrueVue series of 3D echocardiography: Revealing the pathological morphology of congenital heart disease. Front Physiol. 2022;13:1000007.
7. Yang HS, Bansal RC, Mookadam F, Khandheria BK, Tajik AJ, Chandrasekaran K. Practical Guide for Three-Dimensional Transthoracic Echocardiography Using a Fully Sampled Matrix Array Transducer. Journal of the American Society of Echocardiography. 2008;21:979–989.
8. Karagodin I, Yamat M, Dow A, et al. Utility of transillumination and transparency renderings in 3D transthoracic imaging. Int J Cardiovasc Imaging. 2022;38:141–147

29. LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL REVOLUCIONANDO LA CARDIOLOGÍA NUCLEAR: UN VIAJE DESDE SUS INICIOS HASTA LA VANGUARDIA

Dra. Neiva Rosane Maciel - Dr. Osvaldo Masoli.

Introducción:

La Cardiología Nuclear (CN) ha experimentado un avance vertiginoso en las últimas décadas, impulsado en gran medida por la integración de la Inteligencia Artificial (IA). Esta fusión ha transformado el panorama diagnóstico y terapéutico de las enfermedades cardíacas, ofreciendo herramientas precisas, eficientes y personalizadas para la evaluación y el manejo de pacientes.

La IA tiene importantes metas como disminuir el tiempo de adquisición y evitar artefactos para mejorar la precisión. La automatización del procesamiento de las imágenes requiere de la estandarización de los protocolos. Se espera que la integración de las imágenes con los datos clínicos a través de la IA mejore la precisión diagnóstica y pronóstica. El uso adecuado de las herramientas relacionadas a la IA podría mejorar todos los componentes del flujo de trabajo clínico y desarrollar una medicina personalizada para una mejor estrategia de tratamiento con un menor costo. La IA promete un futuro brillante pero con varios retos técnicos y éticos.

En este artículo, exploramos la fascinante trayectoria de la IA en la CN, desde sus inicios hasta la vanguardia actual.

Los albores de la IA en Cardiología Nuclear. Evaluación de la función ventricular, motilidad y engrosamiento parietal

Los primeros pasos de la IA en CN se centraron en el desarrollo de software para la evaluación de la función ventricular, la motilidad y el engrosamiento parietal. Estos sistemas, basados en técnicas de procesamiento de imágenes y aprendizaje automático, permitieron automatizar el análisis de complejos estudios de CN, como la gammagrafía con tecnecio-99m sestamibi (SPECT) y la tomografía por emisión de positrones (PET).

Guido Germano y Daniel Berman (1995) fueron pioneros en el desarrollo de softwares para el análisis de estudios Gated SPECT. Sus aportes incluyen la segmentación automática del VI en modelos tridimensionales, la delimitación de los bordes epicárdicos durante el ciclo cardíaco, la cuantificación de los volúmenes ventriculares y la fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI) tanto en reposo como el post esfuerzo.(1)

En 1997, los mismos autores desarrollaron un algoritmo cuantitativo para el software AutoQUANT y QGS, que permite la delimitación automática de los bordes endocárdicos, la cuantificación de la motilidad y el engrosamiento parietal de los 20 segmentos del VI.(2) Figura 1 y Figura 2.

Cuantificación del monto isquémico: Un salto hacia la precisión diagnóstica

Un avance significativo llegó con el desarrollo de software para la cuantificación automática del monto isquémico. Utilizando algoritmos de IA sofisticados, permitió determinar con mayor precisión la extensión del daño miocárdico en pacientes con enfermedad coronaria. Esta información de gran valor guio la toma

de decisiones clínicas, optimizando las estrategias de tratamiento y mejorando los resultados en salud.

Fue en el año 2000 cuando el grupo de Berman (Cedars-Sinai) desarrolló y validó el rendimiento diagnóstico de un nuevo algoritmo automático para la cuantificación semicuantitativa del flujo sanguíneo en el músculo cardíaco mediante SPECT. Análisis tridimensionalmente los 20 segmentos y encontró una mejor sensibilidad y especificidad en relación al método convencional de evaluación visual.(3) Figura 3.

Evaluación del análisis de fase en la insuficiencia cardíaca y la resincronización cardíaca: Nuevos horizontes en el diagnóstico y tratamiento

La IA no se detuvo allí. Su alcance se extendió a la evaluación del análisis de fase en la insuficiencia cardíaca y la resincronización cardíaca. Estos sistemas, basados en técnicas de aprendizaje profundo, permitieron analizar la sincronización del movimiento cardíaco, brindando información crucial para el diagnóstico.

En el año 2005 el grupo de Ernest Garcia (Universidad Emory) desarrolló el software Emory Cardiac Toolbox, para analizar las imágenes de SPECT gatilladas con el electrocardiograma y extraer la fase regional de contracción mecánica del VI a lo largo del ciclo cardíaco. Este software cuenta con pantalla dinámica para evaluación de la sincronía mecánica cardíaca y permite además la evaluación de la perfusión miocárdica. (4) Figura 4.

Un viaje hacia la vanguardia: Últimos desarrollos en Cardiología Nuclear e IA

En la actualidad, la IA en CN continúa evolucionando a pasos agigantados con el fin de mejorar la calidad y precisión de las imágenes. La tecnología SPECT tradicional sigue siendo una buena herramienta con ciertas limitaciones en pacientes con elevado índice de masa corporal. En estos casos la tecnología Híbrida SPECT-TC de bajas dosis permite utilizar las imágenes de transmisión para generar mapas de corrección de atenuación. (5) Recientemente se desarrollaron algoritmos basados en IA para la generación de mapas de atenuación generados computacionalmente para la corrección de atenuación de imágenes SPECT, sin imágenes tomográficas (6). Estas técnicas de corrección de atenuación también son utilizadas para estudios PET.

Otra reciente tecnología son las Cámaras SPECT CZT (detectores de estado sólido: Cadmio, Zinc, Telurio). La resolución y sensibilidad son superiores a los equipos SPECT tradicionales y los tiempos de adquisición son más cortos (7), lo que permite además cuantificar la reserva de flujo sanguíneo miocárdico (10). Algunos modelos más modernos ofrecen corrección de atenuación basada en software.

El valor pronóstico de las imágenes SPECT ha mejorado en esta era de la IA gracias a los algoritmos basados en aprendizaje profundo (Deep Learning) para predecir enfermedad coronaria obstructiva

(8) y también para predecir eventos cardiovasculares asociados a los datos clínicos del paciente.(9)

La radiomica en PET y SPECT, impulsada por IA, emerge como herramienta poderosa para el diagnóstico, pronóstico y seguimiento de enfermedades cardíacas como amiloidosis, sarcoidosis, endocarditis y vasculitis.

Cuestiones clínicas, técnicas y éticas. Desafíos y perspectivas futuras:

- Dependencia excesiva:** La confianza excesiva en la IA puede conducir a errores diagnósticos si no se combina con el juicio clínico experto.
- Datos y algoritmos:** Se necesitan bases de datos representativas y diversas para entrenar algoritmos de IA confiables y libres de sesgos.
- Ética:** Es crucial establecer límites éticos claros para el uso de la IA en la atención médica, protegiendo la privacidad y la autonomía del paciente.
- Colaboración multidisciplinaria:** Se requiere un enfoque multidisciplinario que involucre a médicos, científicos de datos, ingenieros y expertos en ética para garantizar el desarrollo y uso responsable de la IA en la CN.
- Estandarización:** La estandarización de protocolos e informes es

esencial para garantizar la calidad y la consistencia de los estudios.
-**Innovación continua:** La investigación y el desarrollo continuos son necesarios para mejorar las capacidades de la IA en la CN, abordar los desafíos existentes y explorar nuevas aplicaciones.

Conclusión

La IA ha revolucionado la Cardiología Nuclear, transformándola en una disciplina más precisa, eficiente y personalizada. Su impacto se ha extendido desde la evaluación de la función ventricular hasta la detección temprana de enfermedades cardíacas, la estratificación de riesgo cardiovascular, la predicción de eventos adversos y el desarrollo de terapias personalizadas. El futuro de la IA en Cardiología Nuclear se vislumbra aún más prometedor. Se espera que la integración completa de datos multimodales, incluyendo evaluaciones clínicas, exploraciones por imagen, información molecular y genética, registros electrónicos de salud y análisis de big data, conduzca a un enfoque holístico del paciente, optimizando el diagnóstico, tratamiento y seguimiento. En definitiva, la IA ha abierto un nuevo capítulo en la Cardiología Nuclear y ofrece un futuro brillante para el diagnóstico, tratamiento y prevención de las enfermedades cardíacas. Con un enfoque responsable y ético, la IA tiene el potencial de transformar la atención cardiovascular y mejorar la calidad de vida de millones de personas en todo el mundo.

Tabla 1: Ejemplos de aplicaciones de IA en Cardiología Nuclear de investigación del Consejo. Ambos modelos muestran gran precisión, comparable con el trazado manual por expertos.

Detección de enfermedad coronaria	Los sistemas de IA pueden analizar imágenes de SPECT y PET para identificar anomalía en el flujo sanguíneo coronario, lo que permite una detección temprana de la enfermedad coronaria.
Estratificación de riesgo cardiovascular	La IA puede utilizarse para evaluar el riesgo individual de desarrollar eventos cardíacos adversos, como infartos de miocardio o accidentes cerebrovasculares.
Predicción de eventos adversos	Los algoritmos de IA pueden predecir la probabilidad de que un paciente experimente eventos adversos, como la muerte o la hospitalización, lo que permite un mejor manejo de la enfermedad.
Desarrollo de terapias personalizadas	La IA puede utilizarse para desarrollar planes de tratamiento personalizados para pacientes con enfermedades cardíacas, optimizando la eficacia y seguridad de las terapias.

Tabla 2: De los principios a la vanguardia: Un recorrido por los hitos de la IA y la CN

Década de 1980	Desarrollo de los primeros sistemas de análisis de imagen basado en reglas
Década de 1990	Implementación de técnicas de aprendizaje automático para la evaluación de la función ventricular.
Década del 2000	Incorporación de algoritmos de inteligencia artificial para la cuantificación del monto isquémico.
Década del 2010	Aplicación de la IA en el análisis de fase para la evaluación de la sincronización ventricular.
Actualidad	Desarrollo de herramientas de IA para la detección temprana de enfermedades cardíacas, el pronóstico del riesgo cardiovascular y la personalización del tratamiento.

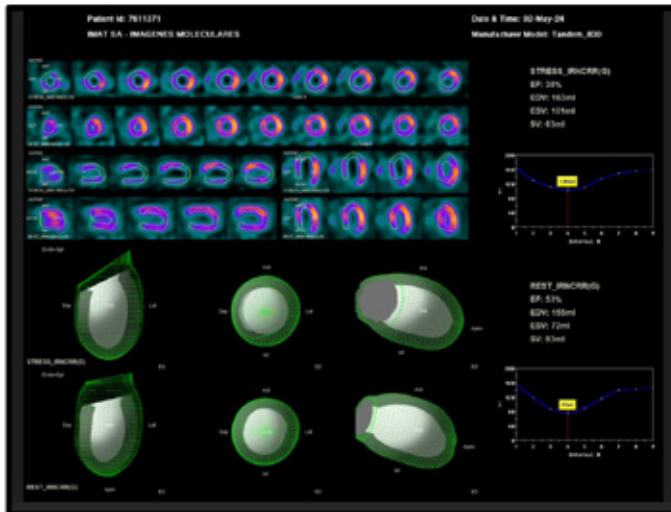


Figura 1: Paciente masculino 46 años. Estudio de perfusión miocárdica Gated-SPECT (Reposo/esfuerzo, protocolo 2 días) solicitado por Disnea. Software AutoQUANT QGS - Se evidencia caída de la Fe y aumento de los volúmenes del VI en el post esfuerzo.

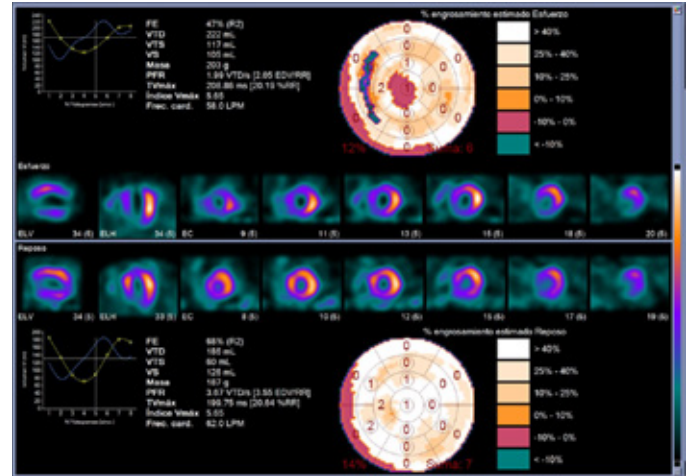


Figura 3: Perfusión miocárdica Gated SPECT. Software Emory Cardiac Toolbox. Cálculo automático del engrosamiento parietal en reposo y post esfuerzo, en porcentaje del miocardio.

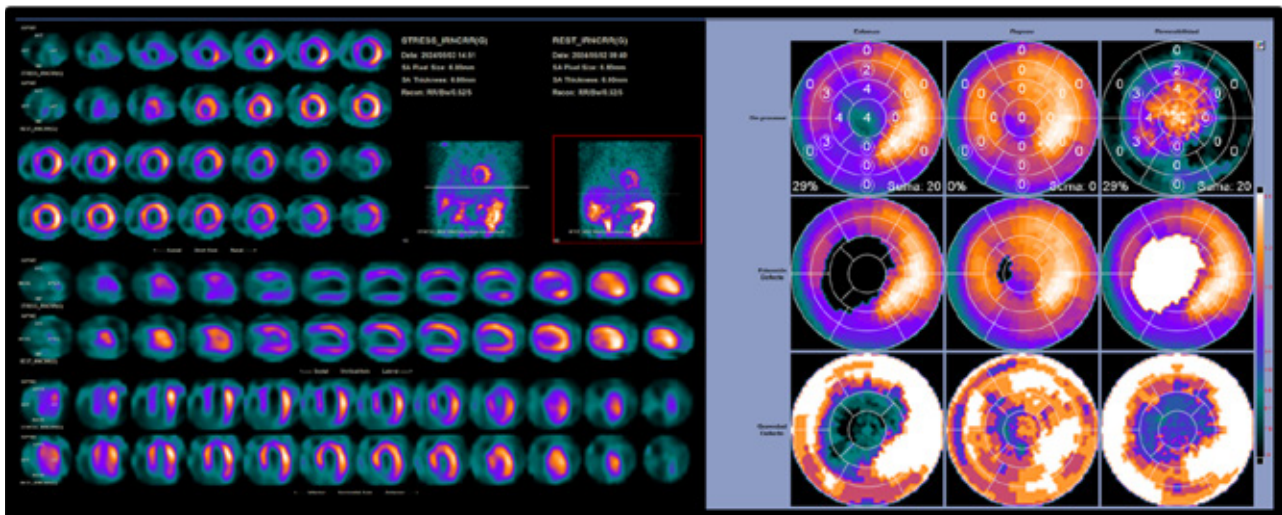


Figura 2: Paciente masculino 46 años. Perfusión miocárdica Gated SPECT R/E 2 días: AutoQUANT QPS. Cuantificación automática del monto de miocardio isquémico, extensión y severidad, mapa polar 17 segmentos. Se evidencia Score de reversibilidad (20) y porcentaje de miocardio isquémico (29%).

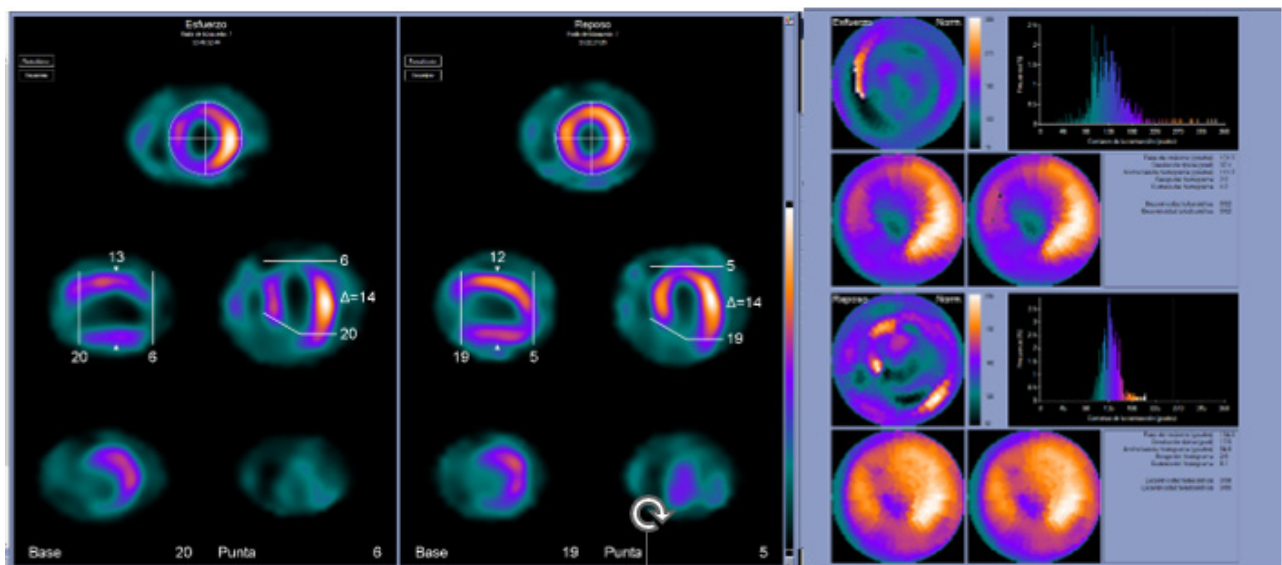


Figura 4: Perfusión miocárdica Gated SPECT. Software Emory Cardiac Toolbox. Análisis de Fase. Se evidencia Asincronía del VI en el post esfuerzo en paciente con isquemia severa en territorio DA. El pre informe fue generado automáticamente.

BIBLIOGRAFÍA

1. Guido Germano, Daniel Berman et al. Automatic Quantification of Ejection Fraction from Gated Myocardial Perfusion SPECT. *J Nucl Med* 1995;2138-2147
2. Guido Germano, Daniel Berman et al. Automatic Quantification of Regional Myocardial Wall Motion and Thickening From Gated Technetium-99m Sestamibi Myocardial Perfusion Single-Photon Emission Computed Tomography. *J Am Coll Cardiol* 1997;30:1360-7
3. Tali Sharir, Guido Germano, Daniel Berman et al. A New Algorithm for the Quantitation of Myocardial Perfusion SPECT.II: Validation and Diagnostic Yield. *J Nucl Med* 2000;41:720-727
4. Ji Chen, Ernest Garcia, et al. Onset of left ventricular mechanical contraction as determined by phase analysis of ECG-gated myocardial perfusion SPECT imaging: Development of a diagnostic tool for assessment of cardiac mechanical dyssynchrony. *J Nucl Cardiol* 2005;12:687-95
5. Maciel Neiva, Lopez de Munain M, Campisi R y col. Valor Pronóstico de la corrección de atenuación por Tomografía Computada en estudios de Perfusión Miocárdica SPECT. 41ª Congreso Argentino de Cardiología SAC.Tema Libre. 2015
6. Mariana Canalejo, Ricardo Geronazzo, Luis Eduardo Juarez-Orozco, Mauro Namias et al. Synthetic Attenuation Correction Maps for SPECT Imaging Using Deep Learning: A Study on Myocardial Perfusion Imaging. *Diagnostics (Basel)*. 2023 Jun 29;13(13):2214.
7. Brian Abbott, Sharmila Dorbala, Prem Soman, et al. Contemporary Cardiac SPECT Imaging-Innovations and Best Practices: An Information Statement from the American Society of Nuclear Cardiology. *J Nucl Cardiol*. 2018 oct;25(5);1847-1860
8. Julian Betancur, Marcelo Di Carli, Sharmila Dorbala, Guido Germano, Daniel Berman, Piotr Slomka, et al.Deep Learning for Prediction of Obstructive Disease From Fast Myocardial Perfusion SPECT: A Multicenter Study. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2018 Nov;11(11):1654-1663.
9. Luis Eduardo Juarez-Orozco, Gustavo Daquarti, Knuuti J. et al. Artificial Intelligence to Improve Risk Prediction with Nuclear Cardiac Studies. *Curr Cardiol Rep*. 2022 Apr;24;(4):307-316
10. Gobbo M, Meretta A, Sciancalepore M, Perez Baliño A, Masoli O. INOCA: Evaluación no invasiva de los mecanismos fisiopatológicos mediante CZT-SPECT. *Revista Argent de Cardiol*. Vol 90, Nª 3, 2022

TECNOIMAGEN

Tecnología e insumos para una medicina de avanzada



Anestesia



Cardiología



Cirugía



Diagnóstico
por imágenes



Neonatología



Oftalmología



Terapia
intensiva



Ginecología y
obstetricia



Emergencia



Medicina
estética



Medical IT



Internación



Ortopedia y
traumatología



Veterinaria

www.tecnoimagen.com.ar



**Especial Agradecimiento a Tecnoimagen
por el aporte a la evolución permanente.**

