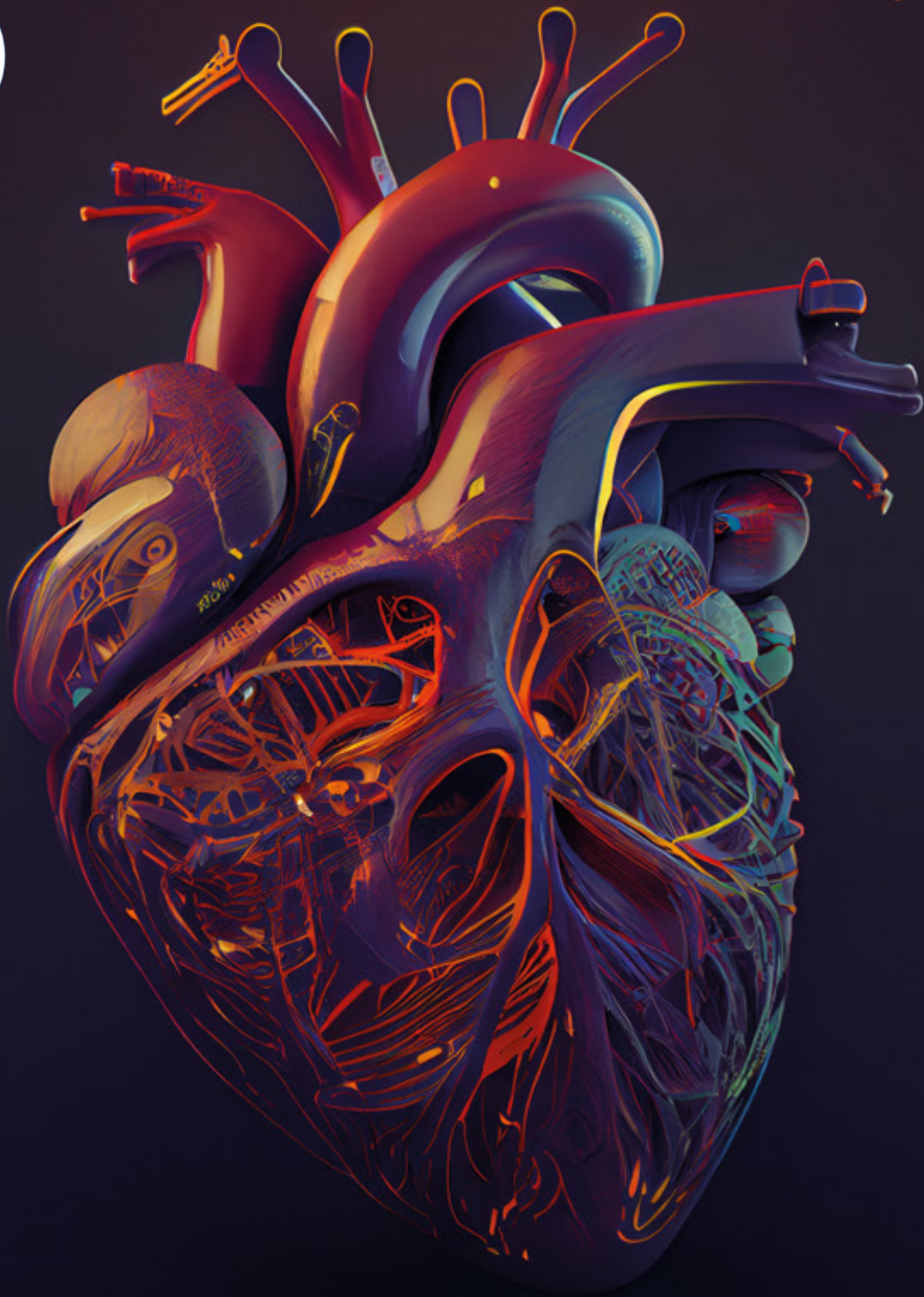


# ECOSAC

**VOL 40**



CONSEJO de  
ECO-DOPPLER  
CARDÍACO Y VASCULAR  
"DR. OSCAR ORÍAS"

**Edición 2023**



## Prefacio

El avance continuo de las técnicas de imágenes cardíacas es una realidad. El abordaje multimodalidad es indispensable para la valoración, manejo y seguimiento de muchas afecciones cardiovasculares. Avance definido como conjunto de técnicas ordenadas científicamente que nos permite diseñar y crear bienes y servicios en beneficio de nuestros pacientes.

Sirva este resumen actualizado de apoyo a la práctica cardiológica diaria.

## Agradecimientos

A los autores y colaboradores por el esfuerzo. A la Sociedad Argentina de Cardiología y al Consejo de ecocardiografía Dr. Oscar Orías por el espacio para la formación y un especial agradecimiento a Tecnoimagen por permitir que este material llegue al alcance de todos.

### Comité Editorial Revista ECOSAC edición 2023

Dr. Sergio Veloso  
Dr. Marcela Altamirano  
Dr. Matías Paniagua  
Dr. Vanina Argento  
Dr. Julia Graiño  
Dr. Miguel Scaramal

### Autoridades del Consejo de Ecocardiografía Doppler y Vascular Dr. Oscar Orías

Director:  
Dr. Iván Constantin <sup>MTSAC</sup>

Secretaría Científica:  
Dr. María Celeste Carrero <sup>MTSAC</sup>

Secretaría Técnica:  
Dr. Marina Baglioni

Vocales:  
Dr. Cecilia Soledad Mitrione  
Dr. Graciela Reyes  
Dr. Marcela Beatriz Altamirano  
Dr. Matías Miguel Paniagua  
Dr. Rocío Fernández  
Dr. Laura Vanina Argento  
Dr. Gustavo Luis Bernaveo <sup>MTSAC</sup>  
Dr. Gabriel Scattini  
Dr. Martín Fernández  
Dr. Gisela Streitenberger <sup>MTSAC</sup>

Grupo Vascular:  
Dr. Liza Wenzel

Dra. María L. Fernández R. <sup>MTSAC</sup>  
Dr. Eduardo Carlos Filipini  
Dr. Sebastián Benítez  
Dr. José Maximiliano Villagra  
Dra. María Silvia Goerner

Consejo Asesor:  
Dr. Ariel Karim Saad <sup>MTSAC</sup>  
Dr. Federico Matías Cintora <sup>MTSAC</sup>  
Dra. Mariana Corneli <sup>MTSAC</sup>  
Dra. Silvia S. Makhoul <sup>MTSAC</sup>  
Dr. Patricio Glenni <sup>MTSAC</sup>

Autoridades del Consejo de  
Cardiología nuclear  
Dr. Oscar Orías

Directora:  
Dra. Neiva Rosane Maciel <sup>MTSAC</sup>

Secretaría Científica:  
Dr. Miguel Guzzo

Secretaría Técnica:  
Dra. Magali Gobbo <sup>MTSAC</sup>  
Vocales:  
Dra. María Fernanda Merani <sup>MTSAC</sup>  
Dra. Rosa Barcellos Montañez  
Dr. Edgardo Omar Mastrovito  
Dr. Rodrigo Díaz Perera  
Dra. Andrea Astesiano  
Dr. Gustavo Javier Daquarti  
Dra. Nadia Pabstleben  
Dr. Fernando Daniel Dettori  
Dr. Julio Napoli  
Dr. Luis Eduardo Quintana

Consejo Asesor:  
Dr. Roberto Nicolás Agüero <sup>MTSAC</sup>  
Dr. Ricardo José Geronazzo <sup>MTSAC</sup>  
Dra. Susana Beatriz Lapresa <sup>MTSAC</sup>  
Dra. Silvia Noemí Caramés <sup>MTSAC</sup>

Autoridades del Consejo de  
tomografía y Resonancia magnética

Director:  
Dr. Santiago Luis Del Castillo <sup>MTSAC</sup>

Secretaría Científica:  
Dr. Guillermo Jaimovich <sup>MTSAC</sup>

Secretaría Técnica:  
Dra. María de la Paz Ricapito

Vocales:  
Dra. Bettina Fernanda Yaman  
Dr. Enrique Rocardo Sodor  
Dr. Mariano Estofan  
Dr. Luis Facundo Veron  
Dr. Ezequiel Espinosa  
Dra. María Celeste Carrero <sup>MTSAC</sup>  
Dra. Rocío Blanco  
Dr. Federico Landeta <sup>MTSAC</sup>  
Dr. Lucas San Miguel  
Dr. Diego Lowenstein <sup>MTSAC</sup>

Consejo Asesor:  
Dra. Macarena Cynthia de Zan <sup>MTSAC</sup>  
Dr. Miguel Antonio Cerda <sup>MTSAC</sup>  
Dr. Alejandro Deviggiano <sup>MTSAC</sup>  
Dr. Esteban Ludueña Clos <sup>MTSAC</sup>  
Dr. Luciano De Stefano <sup>MTSAC</sup>

## Índice

<b>CARDIOPATÍA ISQUÉMICA</b>	<b>4-26</b>	<b>14. ¿Cuándo además deberíamos pedir un TAC cardíaco?.....</b>	<b>52</b>
1. Introducción: técnicas de evaluación en cardiopatía isquémica .....	<b>4</b>	<b>15. Utilidad y aporte del PET en endocarditis infecciosa.....</b>	<b>56</b>
2. Qué aporta el ecoestrés más allá de la motilidad.....	<b>8</b>	<b>MIOCARDIOPATÍAS INFILTRATIVAS</b>	<b>60-76</b>
3. Utilidad clínica de la AngioTC coronaria y cómo interpretar el informe.....	<b>12</b>	<b>Amiloidosis</b>	
4. Valoración de isquemia por RMC.....	<b>16</b>	<b>16. Banderas rojas en el ecocardiograma.....</b>	<b>60</b>
5. Qué hay de nuevo en cardiología nuclear.....	<b>18</b>	<b>17. Centellografía con difosfonato. Qué es, y cómo interpreto los resultados.....</b>	<b>66</b>
<b>Viabilidad</b>		<b>18. ¿Cuándo pedir una RMC y cuál es la información adicional?.....</b>	<b>72</b>
6. Valor de la búsqueda de viabilidad por RMC (después del REVIVED).....	<b>22</b>	<b>Sarcoidosis</b>	
7. Cuándo y a quiénes solicitamos un PET, en la evaluación de viabilidad.....	<b>26</b>	<b>19. Diagnóstico de sarcoidosis por RMC.....</b>	<b>76</b>
<b>VALVULOPATÍAS</b>	<b>30-56</b>	<b>ENFERMEDAD DEL PERICARDIO</b>	<b>80</b>
<b>Estenosis aórtica</b>		<b>20. Tips diagnósticos en los distintos escenarios.....</b>	<b>80</b>
8. Qué no debería faltar en el informe en la estenosis aórtica.....	<b>30</b>	<b>CARDIO-ONCOLOGÍA</b>	<b>84</b>
9. Utilidad y aporte de la TC cardíaca en la evaluación de severidad de la estenosis aórtica...	<b>34</b>	<b>21. Valoración y seguimiento de cardiotoxicidad por quimioterápicos mediante ecocardiografía.....</b>	<b>84</b>
10. Cuánto más nos aporta la RMC en la toma de decisiones.....	<b>36</b>	<b>NOVEDAD</b>	
<b>Prolapso mitral</b>		<b>22. Trabajo miocárdico por ecocardiografía: principios y aplicaciones en la práctica clínica.....</b>	<b>88</b>
11. Una mirada más profunda. ¿Existen avances mediante la valoración ecocardiográfica?.....	<b>40</b>	<b>Misceláneas</b>	
<b>Enfermedad mitral reumática</b>		<b>23. PET cardíaco: principios básicos y aplicaciones.....</b>	<b>94</b>
12. Nuevas recomendaciones de uso del ecocardiograma en la evaluación de la enfermedad mitral reumática.....	<b>44</b>	<b>24. Valor de T1 y T2 Mapping en los distintos escenarios clínicos.....</b>	<b>98</b>
<b>Endocarditis infecciosa</b>		<b>25. Indicaciones de perfusión pulmonar en la enfermedad pulmonar tromboembólica.....</b>	<b>100</b>
13. Informe del ETE en la toma de decisiones en endocarditis infecciosa.....	<b>48</b>		



## Cardiopatía isquémica

# 1. INTRODUCCIÓN: TÉCNICAS DE EVALUACIÓN EN CARDIOPATÍA ISQUÉMICA

Dra. Mishel Mora - Dr. Leonardo Moncayo.

La evaluación de la Cardiopatía Isquémica inicia con la valoración de la función sistólica del Ventrículo izquierdo (VI), prediciendo la remodelación ventricular, el tamaño, volumen ventricular izquierdo, anomalías del movimiento de la pared regional, la viabilidad del miocardio, las presiones de llenado del VI, la gravedad de la insuficiencia mitral y la presión arterial sistólica pulmonar<sup>(1,2)</sup>.

Existen varios métodos de imágenes cardiovasculares, que facilitan el estudio de la patología isquémica, mencionaremos la relevancia e importancia que tienen en el diagnóstico y pronóstico de la enfermedad isquémica del corazón.

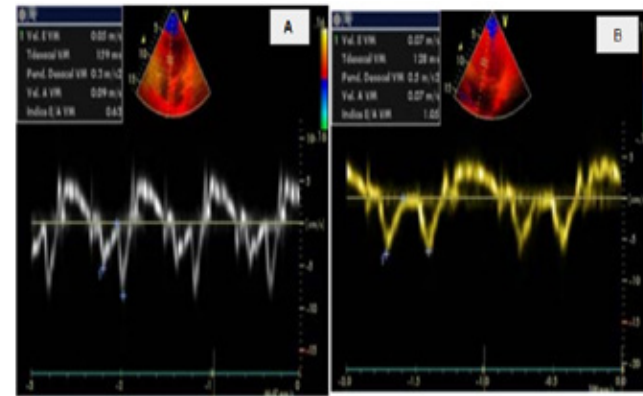
Así, la ecocardiografía, es el primer método de evaluación por su bajo costo y disponibilidad, a través del estudio de las alteraciones del movimiento y engrosamiento de las paredes del VI (motilidad) categorizadas como: normocinesia, hipocinesia, acinesia y discinesia cuya estimación es netamente visual y operador dependiente.

La medición de la función sistólica del VI obtenida por medio de la Fracción de Eyección que se calcula por los métodos de Teicholz o Simpson (adquisición de volúmenes); Siendo la variante de Simpson biplanar la de mayor utilidad en la toma de decisiones clínicas en el paciente portador de cardiopatía isquémica.

El modo M permite determinar de manera indirecta la función ventricular izquierda a través del uso de parámetros como: La "Distancia mitroseptal"; Fracción de Acortamiento.

Otros elementos que podemos utilizar para evaluar la función sistólica del Ventrículo izquierdo son el Índice de Tei, el Dp/Dt.

El doppler Tisular, durante la isquemia miocárdica presenta una disminución de la velocidad miocárdica sistólica ( $S'$ ) lo que indica un deterioro de la función contráctil regional<sup>(3)</sup> (figura 1).

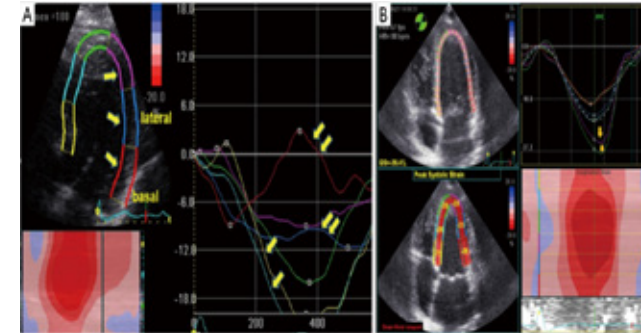


**Figura 1:** Reserva Muestra Doppler tisular en paciente con cardiopatía isquémica aguda. Figura A se observa Doppler tisular a nivel septal con valor reducido previo a la angioplastia coronaria de urgencia. B: Se observa el mismo paciente con recuperación del doppler tisular a valores normales posterior a la angioplastia coronaria. fuente: Repositorio de Imágenes Sanatorio Trinidad Ramos Mejia.

Con el miocardio isquémico y disrético las velocidades de relajación isovolumétrica y contracción isovolumétrica se alteran generando acortamiento protosistólico del miocardio isquémico.

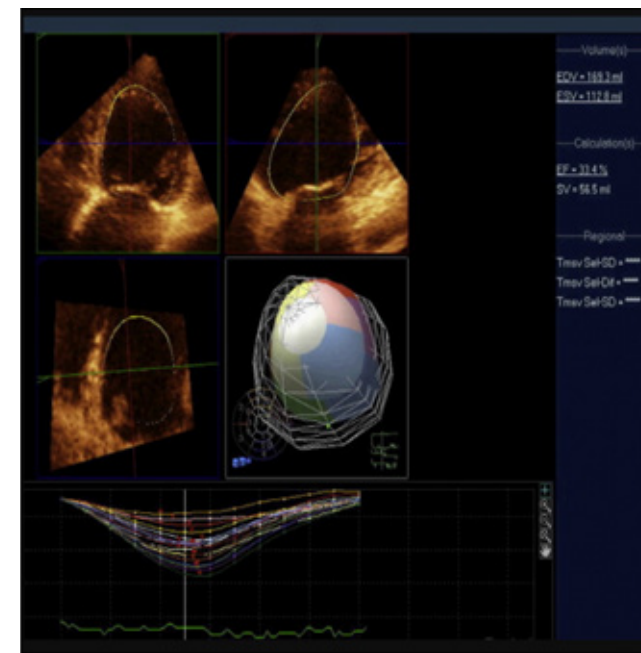
Actualmente, existen nuevas técnicas ecocardiográficas, para el análisis de la cardiopatía isquémica como: el Strain rate 2D y el Eco 3D, los cuales miden la deformación miocárdica, la velocidad de deformación y volumetría respectivamente.

El strain, evalúa los cambios isquémicos que suceden en el subendocardio (fibras miocárdicas longitudinales), con alto valor para reconocer territorio isquémico, enfermedad multivaso y viabilidad miocárdica<sup>(4)</sup> (figura 2).



**Figura 2:** A Strain Longitudinal deteriorado basal y lateral indicado con flechas amarillas después de un infarto posterolateral. B Valores normales de Strain con hiper rendimiento de los segmentos apicales f (flechas amarillas). Fuente: Roman Leischik, Brigit Dworak, Fabian Sanchis-Gomar Alejandro Lucia, Thomas Buck, Raimund Erbel Echocardiographic assessment of myocardial ischemia, Echocardiographic assessment of myocardial ischemia, Vol 4, No 13 (July 15, 2016)

La ecocardiografía 3 D tiene la capacidad de mostrar todos los segmentos miocárdicos simultáneamente en cortes de varios niveles, lo que ofrece una evaluación integral de todo el rendimiento miocárdico del VI.<sup>(5)</sup> (figura 3).



**Figura 3:** Ecocardiograma 3D del Ventrículo izquierdo con anomalía de contracción de la pared lateral. Curvas tiempo-Volumen en el panel inferior que muestran la ausencia de movimiento de la pared lateral del Ventrículo izquierdo. Fuente: Takahiro Shiota MD. PhD. FACC. FAHA3D echocardiography. The present and the future Volume 52, Issue3 December 2008, Pages 169-185.

El eco stress por otro lado, es un estudio en el cual se induce isquemia, para las guías de la "American Society of Echocardiography"<sup>(6)</sup> tiene como indicación principal: la evaluación funcional de la enfermedad coronaria de gravedad intermedia por tomografía coronaria.

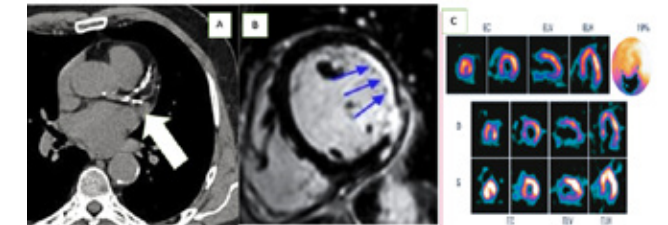
Angina crónica estable, evaluación de la disnea, estadificación de riesgo post infarto de miocardio, entre otros. Siendo el objetivo principal del estudio identificar trastornos de la motilidad parietal, simulando estados de mayor consumo de oxígeno según sea el caso a través del ejercicio o robo coronario.

Existen tres formas de evaluación de eco stress: Ejercicio, inotrópicos- crono trópicos(dobutamina) y vasodilatadores (dipiridamol/adenosina).

Siendo el estrés con ejercicio, el de mayor uso ya que adhiere a la evaluación de la función diastólica del VI; el farmacológico se usa en aquellos pacientes que tienen baja capacidad al ejercicio y para evaluar viabilidad miocárdica.

Es una contraindicación absoluta para los estudios de estrés miocárdico: Síndromes coronarios agudos de alto riesgo, bradiarritmias o taquiarritmias graves, Hipertensión sistémica en reposo moderada a severa. El uso de inotrópicos debe evitarse en pacientes con broncoespasmo o tendencia a la hipotensión.

Otras técnicas de imagen cardíaca, también aportan al estudio de la cardiopatía isquémica y daremos una breve reseña de ellas. (figura 4)



**Figura 4:** Otras técnicas de Evaluación de la Cardiopatía isquémica: A Angiotomografía Coronaria: Flecha blanca que indica depósito de calcio coronario (Score de calcio coronario). B RNM Cardíaca flecha azul muestra realce tardío subendocárdico que afecta a los segmentos lateral medio y posterolateral del Ventrículo izquierdo. C Spect Cardíaco con Defecto de Perfusión en la Cara inferior. Fuente: Carlos Escobar Cervantes y Leopoldo Pérez de Isla, Técnicas de imagen en aterosclerosis, Clínica e Investigación en Arteriosclerosis. Volume 33, Supplement 1, May 2021.



La Angiotomografía Coronaria, poco invasiva, tiene como indicación principal evaluar los pacientes de riesgo intermedio de Enfermedad Coronaria.

Esta técnica requiere una buena resolución espacial y temporal, para la visualización correcta de los vasos sanguíneos, permitiendo la evaluación de calcio arterial coronario (Score de Calcio) que estratifica a los pacientes en grupos: riesgo bajo, intermedio y alto para el desarrollo futuro de enfermedad coronaria y también tiene como indicación el diagnóstico de arterias coronarias anómalas congénitas<sup>(7)</sup>.

La Perfusión Miocárdica (SPECT) ha cobrado interés, ya que proporciona información sobre la contractilidad sistólica global y regional del VI, el volumen del VI, así como los defectos de perfusión miocárdica durante el ejercicio o el estrés farmacológico, en la evaluación de pacientes con enfermedad coronaria conocida o sospechada. Se usan agentes de perfusión marcados con 99m-technecio (Tc99m), se inyectan por vía intravenosa en el ejercicio máximo o después de la administración de vasodilatadores o inotrópicos, obteniéndose imágenes en reposo y esfuerzo.<sup>(8)</sup> El SPECT-estrés brinda información adicional como la reserva fraccional de flujo que ayuda a cuantificar el flujo sanguíneo miocárdico global y regional.

En la actualidad, la Resonancia Magnética Cardíaca(RMC) es ampliamente utilizada en la patología isquémica, permitiendo una evaluación integral de la función, perfusión y composición tisular del miocardio (cicatriz/viabilidad miocárdica) que facilita la toma de decisiones en el manejo clínico del paciente isquémico, evitando la exposición de radiaciones ionizantes, las malas ventanas ultrasónicas ecográficas.

Además de ser precisa para detectar la gravedad y la distribución de la isquemia miocárdica.

El contraste de Gadolinio (LGE) que se aplica en RMC, sirve para diferenciar las causas de miocardiopatías isquémicas de las no isquémicas y es capaz de reconocer el miocardio aturdido del necrótico, la extensión transmural del LGE miocárdico, predice las posibilidades de recuperación funcional posterior a la revascularización.<sup>(9)</sup>

Se describirá, con más detenimiento, cada técnica de imagen cardíaca, mencionada en esta breve introducción a la cardiopatía isquémica para el mayor entendimiento de los lectores.

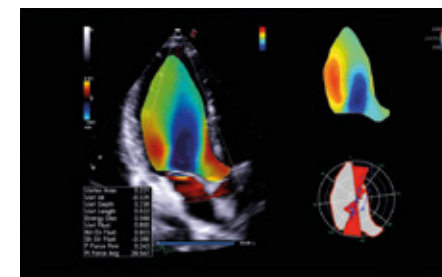
#### BIBLIOGRAFÍA

1. Zhang J, Ma M, Li H, Pu Z, Liu H, Huang T, et al. Early diagnosis of coronary microvascular dysfunction by myocardial contrast stress echocardiography. *Math Biosci Eng.* 2023 Feb 21;20(5):7845–58.
2. Giuliani ER. Two-Dimensional Real-Time Ultrasonic Imaging of the Heart. Springer Science & Business Media; 2012. 423 p.
3. Correale M, Totaro A, Ieva R, Ferraretti A, Musaico F, Di Biase M. Tissue Doppler imaging in coronary artery diseases and heart failure. *Curr Cardiol Rev.* 2012 Feb;8(1):43–53.
4. Mollema SA, Delgado V, Bertini M, Antoni ML, Boersma E, Holman ER, et al. Viability assessment with global left ventricular longitudinal strain predicts recovery of left ventricular function after acute myocardial infarction. *Circ Cardiovasc Imaging.* 2010 Jan;3(1):15–23.
5. Wu VCC, Takeuchi M. Three-Dimensional Echocardiography: Current Status and Real-Life Applications. *Acta Cardiol Sin.* 2017 Mar;33(2):107–18.
6. Pellikka PA, Arruda-Olson A, Chaudhry FA, Chen MH, Marshall JE, Porter TR, et al. Guidelines for Performance, Interpretation, and Application of Stress Echocardiography in Ischemic Heart Disease: From the American Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr.* 2020 Jan;33(1):1–41.e8.
7. Ramjattan NA, Lala V, Kousa O, Makaryus AN. Coronary CT Angiography. In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023.
8. Gaine SP, Sharma G, Tower-Rader A, Botros M, Kovell L, Parakh A, et al. Multimodality Imaging in the Detection of Ischemic Heart Disease in Women. *J Cardiovasc Dev Dis [Internet].* 2022 Oct 13;9(10). Available from: <http://dx.doi.org/10.3390/jcdd9100350>
9. Scatteia A, Dellegrottaglie S. Cardiac magnetic resonance in ischemic cardiomyopathy: present role and future directions. *Eur Heart J Suppl.* 2023 May;25(Suppl C):C58–62.

# MyLab<sup>TM</sup> 9

## Resalta el ultra<sup>TM</sup> del ultrasonido

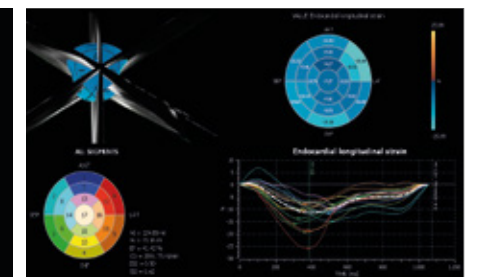
Exclusiva herramienta de análisis de cinética de flujo intracardiaco: **HyperDoppler**



• Hiperdoppler



• Ecoestrés



• Strain 4D





## Cardiopatía isquémica

# 2. QUÉ APORTA EL ECOESTRÉS MÁS ALLÁ DE LA MOTILIDAD

Dr. Ariel K. Saad - Dr. Michael F. Salamé.

### INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha observado una disminución de la tasa de estudios positivos para isquemia desde el punto de vista del análisis de la motilidad parietal, cuyo valor en general no supera el 10% en la mayoría de los laboratorios y se ha evidenciado un aumento en la tasa de eventos duros (mortalidad) en pacientes sin alteraciones de la motilidad durante el apremio. Probablemente, estos hallazgos ocurren como consecuencia del mejoramiento de la medicación anti-isquémica y de los procedimientos de revascularización, por un lado, y de los cambios en el perfil de riesgo del paciente y la mayor comprensión de la fisiopatología de la enfermedad cardiovascular, que va más allá de la presencia y el grado de obstrucción de las arterias coronarias. Factores como la integridad del árbol vascular total, que incluye la microcirculación, la función diastólica y de la aurícula izquierda durante el ejercicio, la reserva contráctil ventricular y la función del sistema nervioso autónomo son algunos de los aspectos que juegan un rol pronóstico en la evolución de los pacientes y que pueden ser evaluados, al menos de manera parcial durante un ecocardiograma estrés (EE).<sup>(1,2)</sup>

### VARIABLES A TENER EN CUENTA DURANTE LA REALIZACIÓN DE UN EE:

#### Función diastólica (FD)

La FD ha cobrado importancia en los últimos años como método diagnóstico y terapéutico especialmente en los pacientes con sospecha de insuficiencia cardiaca con fracción de eyección preservada.

Los principales parámetros que utilizamos como parte del protocolo de EE diastólico son:

- **Líneas B:** la presencia de dos o más líneas B en ambos campos pulmonares se considera patológica. Se sugiere escanear 4 sitios a nivel del 3° espacio intercostal, en la línea medio-clavicular y línea medio-axilar de ambos lados.

- **Reserva diastólica:** Durante el esfuerzo las velocidades tisulares aumentan a una tasa de 2 cm/seg en promedio. Un valor <13.5 se asoció a eventos en el seguimiento y menor capacidad de ejercicio.

Se calcula a través de la siguiente fórmula:

**Reserva diastólica = E' basal x (E' 50w - E' basal)**

- **Presión sistólica pulmonar:** Si bien no existe consenso unánime sobre el valor para definirla como anormal en el esfuerzo, se considera patológica cuando su valor duplica a la presión pulmonar basal a baja carga (25-50 watts) y cuando en el pico del esfuerzo supera los 60 mmHg.

- **Strain longitudinal global:** La deformación miocárdica no solo brinda información de la función sistólica, sino que como demuestra un estudio de Merlo y cols, un valor de strain <16% se asocia a una relación E/e' >15 durante el estrés.<sup>(6)</sup>

- **Relación E/e':** Es la variable más estudiada, cuyo análisis ha demostrado brindar mayor información pronóstica independientemente de la presencia o ausencia de isquemia inducible en el esfuerzo. Se considera anormal cuando:

- E/e' >15 (en el caso de usar solo la velocidad tisular e' septal)
- E/e' : >13.5 (si se utiliza el promedio entre lateral y septal)
- E/e' >12 (si se utiliza solo la velocidad tisular e' lateral)

### PRINCIPALES MEDIDAS A REALIZAR PARA VALORAR LA FUNCIÓN DIASTÓLICA EN UN ECO ESTRÉS

#### Reserva contráctil

Es la respuesta del miocardio a un estímulo determinado (esfuerzo/fármacos). Tener reserva contráctil normal implica una preservación de parámetros de perfusión, metabolismo celular y contractilidad en la fibra miocárdica.

En muchos estudios se ha demostrado que esta brinda información pronóstica del paciente independientemente de la presencia o no de alteraciones regionales de la motilidad, por lo que siempre debería tenerse en cuenta al informar el estudio.<sup>(3)</sup>

La misma puede valorarse a través de diversos parámetros:

- Fracción de eyección: Una variación mayor al 5% (valores absolutos).
- Strain 2D (speckle tracking): Una variación absoluta >2%
- VTI TSVI: Aumento >20% con respecto al basal.
- Elastancia ventricular: Es la relación entre la presión arterial sistólica (PAS) y el volumen de fin de sístole (VFS) tanto en el apremio como en el reposo. Estudios del grupo italiano de Picano y del Dr. Lowenstein han demostrado que la elastancia ventricular brinda una aproximación más real del verdadero estado contráctil del músculo cardiaco independiente de las limitaciones con la estimación de la fracción de eyección (condiciones de carga, frecuencia cardiaca y errores técnicos de medición del borde endocárdico). Se considera que existe reserva contráctil cuando la relación es >2 en esfuerzo o con dobutamina. En el caso del dipiridamol se considera adecuada cuando esta relación es >1.1.

Variable	Reposo	Baja Carga (25/50 watts)	Máximo Esfuerzo	Post-esfuerzo
Velocidad onda E	x	x		x
Velocidad onda e'	x	x		x
PSAP	x	x	x	x
Líneas B pulmonar	x			x
Strain 2D	x			
Relación E/e'	x			x

#### Reserva coronaria

Desde el punto de vista ecocardiográfico, puede evaluarse en forma integral la circulación coronaria a través de la medición de la reserva coronaria (RC). La misma representa la máxima capacidad vasodilatadora del vaso y constituye un excelente parámetro que refleja la gravedad de la obstrucción, por lo que se considera más importante que la propia anatomía misma. La RC puede estimarse mediante el eco doppler transtorácico durante la realización de un EE, y su valor resulta del cociente entre la velocidad diastólica del flujo coronario durante el apremio en relación con el basal. Se considera normal un valor mayor o igual a 2. Se lleva a cabo con una elevada factibilidad (mayor al 95%) en la porción media/distal de la arteria DA, dada su proximidad con la pared torácica, y puede realizarse también sobre la arteria descendente posterior (60%) y arteria obtusa marginal (rama de circunfleja) en aproximadamente un 40%. Lo ideal es usar como apremio un vasodilatador como la adenosina o el dipiridamol, pero también puede realizarse con alta factibilidad con la dobutamina e incluso con ejercicio. Hay que tener en cuenta que la misma no discrimina entre enfermedad macrovascular o microvascular, y su información pronóstica va más allá de las alteraciones de la motilidad (Figura1)

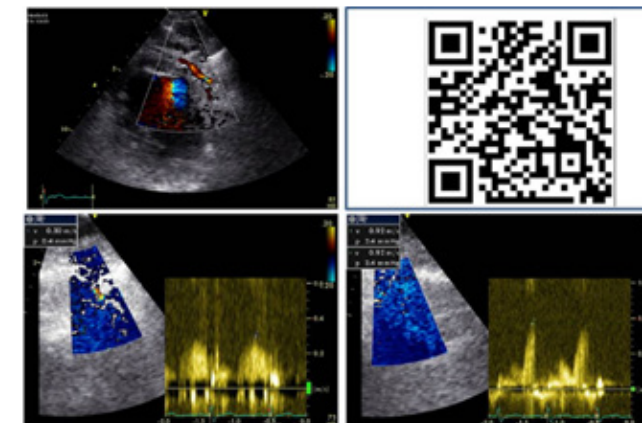


Figura 1: Reserva coronaria

Arriba a la izquierda se observa flujo de arteria DA medio distal. Arriba a la derecha se encuentra un link QR que lleva a un video tutorial de exploración de arterias coronarias. Abajo se reproduce una imagen espectral de flujo coronario basal (izquierda) y durante el apremio (derecha) de un individuo con reserva coronaria conservada (92/30= 3,06).

#### Reserva cronotrópica

La incompetencia cronotrópica ha demostrado en diversos estudios ser un predictor de mal pronóstico. Esto se comprobó en estudios con diversos tipos de apremio como ejercicio, dobutamina y vasodilatadores como el dipiridamol(4). Entre las principales fortalezas de este parámetro se encuentran su fácil medición ya que toma en cuenta la FC basal y en el pico de apremio, y su utilidad se ha comprobado incluso en pacientes que se encuentran bajo tratamiento betabloqueante, más allá de la suspensión o no de los mismos. En el estudio multicéntrico Eco estrés 2020, la medición de la Reserva cronotrópica fue un predictor independiente de la mortalidad (HR 2.955 IC 95% 1.848-4.725) en una población de 3574 pacientes seguidos una media de 21 meses.

La incompetencia cronotrópica pone en evidencia una disfunción autonómica que puede estar dada por un aumento de la actividad simpática basal (mayor FC basal) o una disminución de la respuesta adrenérgica. Los valores recomendados de aumento esperado de la FC en un estudio de ecocardiograma estrés son: 80% con ejercicio y dobutamina, y 22% con dipiridamol. En el caso de pacientes que realizan la prueba con ejercicio con medicación betabloqueante no suspendida, algunos autores proponen que el aumento de la FC debería ser de al menos 62%.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Picano E, Ciampi Q, Arbucci R, Cortigiani L, Zagatina A, Celutkiene J, Bartolacelli Y, Kane GC, Lowenstein J, Pellikka P. Stress Echo 2030: the new ABCDE protocol defining the future of cardiac imaging. Eur Heart J Suppl. 2023 Apr 26;25(Suppl C):C63-C67. doi: 10.1093/eurheartjsupp/suad008. PMID: 37125276; PMCID: PMC10132595.
2. Lowenstein J, Daru V. Ecocardiografía de estrés.....30 años no es nada. Partes I y II. RETIC 2018; 1: 9-18.
3. Lowenstein Haber D, Arbucci R, Merlo P et al. Reserva contráctil por fracción de eyección sola, o con elastancia. Cuál es el mejor predictor de eventos luego de un eco estrés sin isquemia?. Rev Argen Cardiol 2022; 90: 346-52.
4. Burbano Caicedo J, Saad AK, Volberg V et al. Valoración de la reserva contráctil y cronotrópica en estudio de eco estrés negativos para isquemia miocárdica. Rev Argen Cardiol 2022; 90: 437-43.
5. Merlo P, García Zamora S, Kobal S, Lowenstein J. Ecoestrés diastólico, ¿cómo lo aplico en mi día a día?. Revista del Consejo Argentino de Residentes de Cardiología 2019;(152): 0261-0266.
6. Merlo PM, Arbucci R, García Zamora S et al. Utilidad del strain longitudinal global en reposo como predictor de disfunción diastólica en el ejercicio en paciente con fracción de eyección preservada.

esaote

MyLab™ X75



## Una experiencia mejorada

SIGAMOS TRASPASANDO LA BARRERA DE LA VISIBILIDAD.



COMODIDAD



PRODUCTIVIDAD



CALIDAD DE LA IMAGEN



CONECTIVIDAD



ATENCIÓN AL CLIENTE



ECOSAC

10

TECNOIMAGEN  
www.tecnoimagen.com.ar





## Cardiopatía isquémica

# 3. UTILIDAD CLÍNICA DE LA ANGIOTC CORONARIA Y CÓMO INTERPRETAR EL INFORME

Dra. Andrea Astesiano.

La angiotomografía cardíaca (angioTC) ha tenido un gran crecimiento y desarrollo en la última década, desde la mejoría en la resolución espacial y temporal, como en la reducción de las dosis de radiación, haciendo el método más confiable y accesible. (1) A continuación se resumen sus principales indicaciones.

### ANATOMÍA CORONARIA

El estudio de las arterias coronarias constituye una de los principales indicaciones de la angioTC. En las últimas guías clínicas de síndrome coronario crónico (2), la recomendación de la angioTC escala a clase 1 (junto con los estudios funcionales no invasivos) como prueba inicial en el diagnóstico de enfermedad coronaria (EC) en pacientes sintomáticos y con pretest moderado a bajo.

En cuanto al dolor torácico agudo, la angioTC tiene una recomendación clase I en las últimas guías, y se recomienda su uso en aquellos pacientes sin antecedentes coronarios conocidos, con probabilidad pretest baja, con la intención de que se logre la exclusión diagnóstica (3). Por otro lado en los pacientes con dolor torácico agudo, pero con antecedentes coronarios, como revascularización mediante angioplastia o cirugía se puede considerar la angioTC, para descartar oclusión.(4) En el escenario de pacientes con síndrome coronario agudo sin elevación del segmento ST de bajo riesgo isquémico (se sugiere utilización de scores de riesgo como el TIMI-GRACE) se podría utilizar la angioTC como alternativa a la angiografía invasiva (recomendación clase I)(5)

Ciertas entidades en ocasiones pueden presentar un verdadero desafío para este método como por ejemplo la disección coronaria. Cuando se realiza este diagnóstico es importante que el reporte incluya el origen y la extensión del flap, la presencia de aterosclerosis asociada, el grado de permeabilidad

distal y la presencia de colaterales. Todos estos datos resultan fundamentales para la toma de decisiones clínicas.

El score de calcio coronario juega un rol importante en la prevención cardiovascular. Sus principales ventajas radican en que no utiliza contraste, se utiliza una baja dosis de radiación y no requiere preparación. Es una excelente herramienta pronóstica y en algunos casos permite realizar una mejor estratificación del riesgo cardiovascular clínico.

En el estudio de una miocardiopatía dilatada, es frecuente la necesidad de excluir coronariopatía epicárdica. En algunas ocasiones cuando la probabilidad pretest es baja, se podría descartar la etiología isquémica con angioTC (2)

### Estructuras cardíacas no coronarias

Si bien la resonancia magnética cardíaca (RMC) se considera hoy en día el gold standard para la medición de volúmenes ventriculares y fracción de eyección, en ocasiones donde su realización no es posible, la angioTC puede ser una alternativa. Permite la cuantificación de los volúmenes ventriculares y el cálculo de la fracción de eyección a través de la determinación del endocardio y epicardio de ambos ventrículos con adecuada reproducibilidad. Para ello se requiere la adquisición de manera retrospectiva, ya que se requieren todas las fases del ciclo cardíaco para determinar adecuadamente el fin de diástole y de sístole. Los resultados del estudio, E-PLURIBUS mostraron una adecuada correlación de resultados entre la angioTC y la RMC (7)

El pericardio puede ser valorado por CTA debido a la resolución espacial del método. Determinar la presencia de derrame pericárdico, caracterizar su contenido a través de la medición del grado de atenuación de los rayos X, valorar la presencia de calcio y su extensión, son sus usos más destacables.

La grasa pericárdica es un factor pronóstico de eventos cardiovasculares, y es posible su cuantificación por angioTC. Se evalúa el volumen de grasa, la densidad, y la disposición anatómica. Hay líneas de investigación que buscan relación con eventos agudos en cuanto a la mayor cantidad y menor densidad de la misma. (8)

La angioTC también permite valorar la aorta en toda su extensión de forma tridimensional y realizar las mediciones apropiadas del diámetro de la misma en todos sus segmentos, alineándose en planos ortogonales. Es un estudio tridimensional con alta sensibilidad y especificidad para el diagnóstico de síndromes aórticos agudos. El seguimiento de la patología aórtica crónica y el control de endoprótesis, son otras de sus indicaciones de mayor relevancia. (9)

En la valvulopatía aórtica nativa, la angioTC también permite determinar la severidad, cuantificando el grado de calcificación valvular a través del score de calcio valvular. Especialmente útil en el escenario de estenosis aórtica con discordancia área-gradiente. (10)

La angioTC es el estudio de elección previo al implante percutáneo de la válvula aórtica. Permite un procedimiento más efectivo con menores complicaciones. El reporte de este protocolo incluye valoración del aparato valvular aórtico, el anillo, el tracto de salida, todas las mediciones de la raíz de aorta y aorta tóraco- abdominal y la evaluación de los eventuales accesos como transapical, supra aórticos y femorales. Para facilitar el procedimiento, pueden realizarse reconstrucciones multiplanares que orienten la fluoroscopia. La valoración de la calcificación anular predice migración de la prótesis así como reflujos periprotésicos y permite prever la posibilidad de bloqueos de conducción, sobre todo en los casos donde existe extensa calcificación del tracto de salida.

Esta técnica también es ampliamente utilizada en distintas cardiopatías congénitas del adulto, como los defectos de cierre del tabique interventricular, interauricular y sospecha de drenaje anómalo de venas pulmonares, tanto para su diagnóstico como para planificar un eventual tratamiento percutáneo.

Por último el tratamiento con ablación de la fibrilación auricular requiere un estudio previo de la anatomía y localización de las venas pulmonares para lo cual la angioTC es de suma utilidad. Es importante que el reporte incluya el número y drenaje de las venas pulmonares, la presencia de venas accesorias así como el diámetro de los ostium a nivel de aurícula izquierda. Se debe realizar la caracterización de la orejuela, determinar el tipo anatómico, y si presenta trombos en su interior (para esto último se sugiere realizar adquisición tardía).



Imagen rendering de la aorta torácica hasta las femorales. Masculino 70 años, con estenosis valvular aórtica severa. Para planificación de TAVI. Ateromatosis calcificada sobre accesos superiores (cayado y vasos supra aórticos) e inferiores (aorta abdominal)

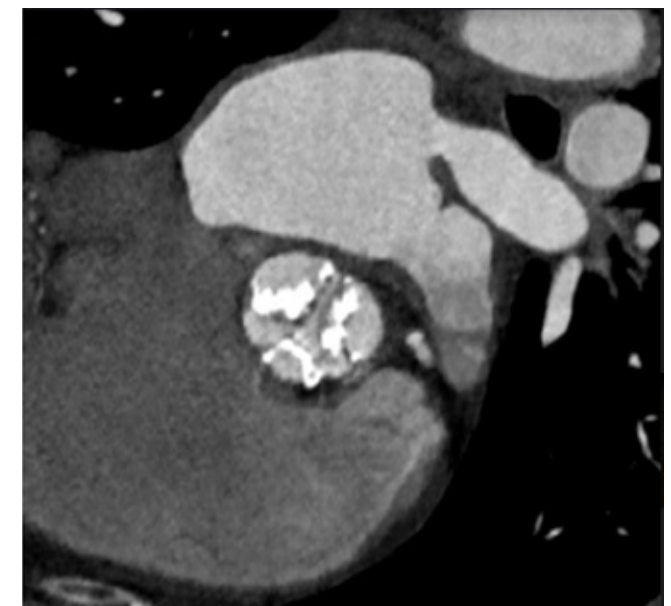
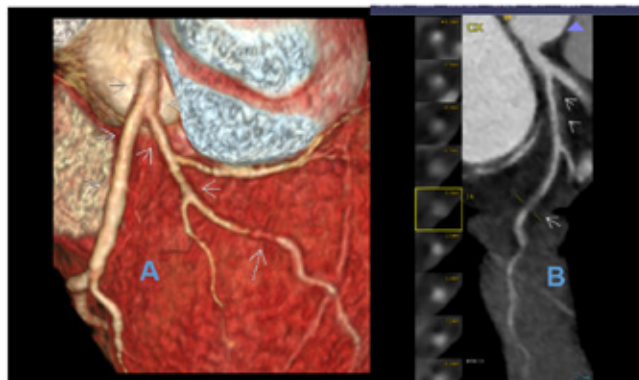
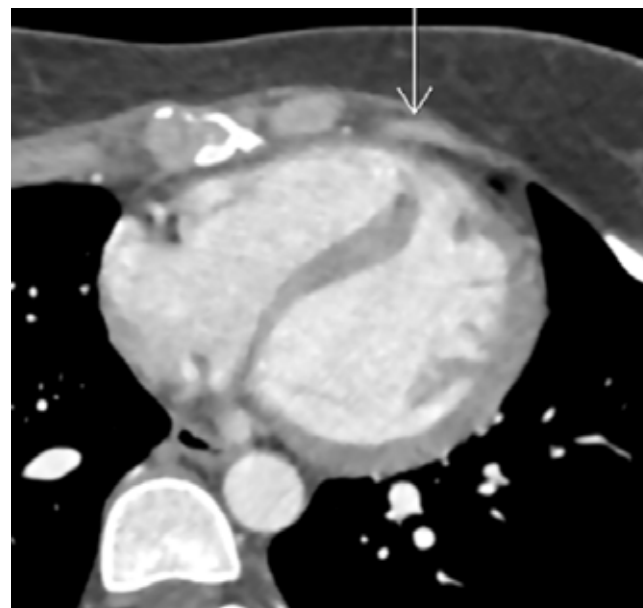


Imagen de la válvula aórtica, ortogonal. En máxima apertura que corresponde al 30% de las fases del ciclo. Se visualiza severa restricción en apertura. Severas calcificaciones sobre sus estructuras

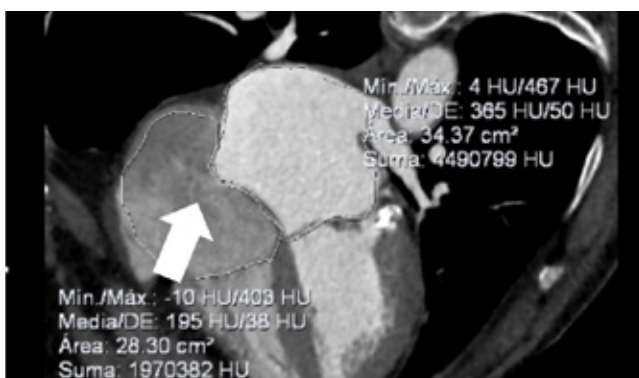




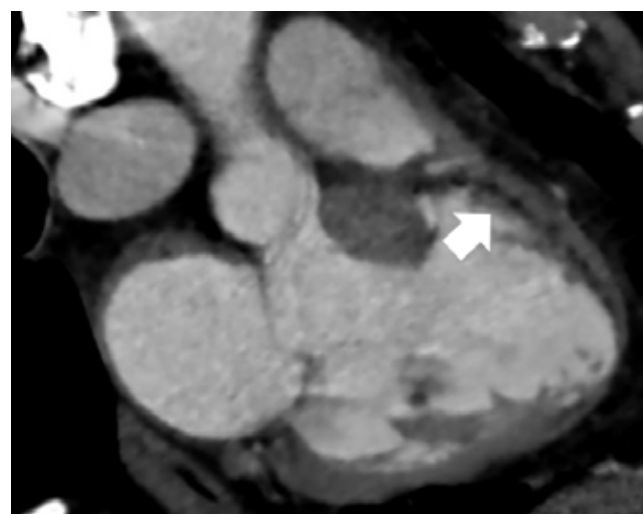
Disección coronaria. Mujer 35 años, internada con SCACEST. Obstrucción del ramo marginal de circunfleja por hemodinamia. Panel A, rendering y señalado con flechas la disección, que compromete tronco coronario izquierdo, descendente anterior proximal, circunfleja y ramo marginal 1. Panel B multiplanar curva y cortes ortogonales del compromiso de circunfleja y obstrucción del ramo marginal



Planificación reparación valvular aórtica. Válvula bicúspide con severa insuficiencia. Joven deportista 25 años. Hallazgo en ecocardiograma y en TC, CIV muscular, restrictiva



Planificación ablación FA. Mujer 67 años. 4 cámaras fase 70% del ciclo. Se alcanza a ver bordes de las áreas auriculares delimitadas (en sístole). Aneurisma del septum interauricular (flecha) Severa calcificación anillo mitral posterior



Perfusión miocárdica. Primer paso contraste yodado subendocárdico en territorio de coronaria DA, con adelgazamiento parietal y trastornos de contractilidad (flecha blanca). Antecedente de infarto anterior evolucionado en hombre de 69 años con múltiples factores de riesgo. Lo solicitan para medición de aorta por dilatación de la raíz.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Anke Busse Daniel Cantré, et al. (2019) Cardiac CT: why, when, and how. Update 2019. Radiology <https://doi.org/10.1007/s00117-019-0530-9>
2. J. Knuuti et al. Guías ESC 2019 sobre el diagnóstico y tratamiento de los síndromes coronarios crónicos (2019) / RevEspCardiol. 2020;73(6):495.e1–495.e61
3. Gulati M, Levy P, et al. 2021 AHA/ACC/AASE/CHEST/SAEM/SCCT/SCMR Guideline for the Evaluation and Diagnosis of Chest Pain: Executive Summary. J Am Coll Cardiol. 2021 Nov, 78 (22) 2218–2261.
4. Michael J. Wolk, Steven R. Bailey et al. (2013) CCF/ AHA/ ASE/ ASNC/ HFSA/ HRS/ SCAI/ SCCT/ SCMR/ STS 2013 Multimodality Appropriate Use Criteria for the Detection and Risk Assessment of Stable Ischemic Heart Disease: JACC Vol.63, No.4, 2014 Wolk et al. February 4, 2014:380–406
5. Collet JP, Thiele H, Barbato E, Barthélémy O, y cols. 2020 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes in patients presenting without persistent ST-segment elevation: The Task Force for the management of acute coronary syndromes in patients presenting without persistent ST-segment elevation of the European Society of Cardiology (ESC). European Heart Journal. 29 Ago 2020
6. Cury RC, Leipsic J, Abbara S, et al CAD-RADS™ 2.0 - 2022 Coronary Artery Disease-Reporting and Data System: An Expert Consensus Document SCCT, ACC, ACR, NASCI. J Cardiovasc Comput Tomogr. 2022 Nov-Dec;16(6):536-557. doi: 10.1016/j.jcct.2022.07.002. Epub 2022 Jul 8. PMID: 35864070.
7. Daniele Andreini, Edoardo Conte, et al (2023) Comprehensive Evaluation of Left Ventricle Dysfunction by a New Computed Tomography Scanner: The E-PLURIBUS Study. J Am Coll Cardiol Img. 2023 Feb, 16 (2) 175–188
8. Rodríguez Granillo, Gaston Alfredo Pericardial fat as an emerging risk factor: novel prognostic tool of CT in the non-obstructive coronary disease era? Revista Argentina de Cardioangiología Intervencionista 2017;8(3):111-112
9. Eduardo Guevara, Rodrigo Bagnati, et al (2023) Consenso de patología de la aorta. REVISTA ARGENTINA DE CARDIOLOGÍA / VOL 91 Suplemento 1 / 2023
10. Baumgartner H, Falk V, Bax J J, et al. 2017 ESC/ EACTS guidelines for the management of valvular heart disease. Eur Heart J. (2017)38:2739–86





## 4. VALORACIÓN DE ISQUEMIA POR RMC

Dr. Mariano Estofan.

La enfermedad coronaria constituye parte de un fenómeno de agresión vascular sistémica, con una gran variedad de manifestaciones clínicas, siendo la principal causa de muerte tanto a nivel mundial como en Argentina.

En los últimos años, la mejoría del tratamiento médico en el paciente portador de enfermedad coronaria, nos ha obligado a replantearnos el paradigma de la revascularización miocárdica. A la luz de la evidencia de estudios como el COURAGE trial (Clinical Outcomes Utilizing Revascularization and Aggressive Drug Evaluation) y el ISCHEMIA trial (International Study of Comparative Health Effectiveness with Medical and Invasive Approaches) el manejo conservador de la enfermedad coronaria crónica ha ganado un rol protagónico, sometiendo a las “pruebas evaluadoras de isquemia”, a la necesidad de demostrar nuevamente su utilidad en este escenario.

En la actualidad, las indicaciones para revascularización miocárdica del paciente coronario crónico son la persistencia de los síntomas a pesar del tratamiento médico óptimo, y la posibilidad de que con ella mejore el pronóstico. En este último escenario, es donde la evaluación de isquemia tiene un rol importante, tanto ante el hallazgo de un monto de isquemia mayor al 10% (Indicación IB), como ante la presencia de una lesión mayor del 70% con isquemia documentada (Indicación IC).(1)

La utilización de la reserva fraccional de flujo (RFF) es considerada como el gold estándar para la evaluación invasiva de isquemia miocárdica. Esto se encuentra fundamentado en estudios como el FAME2 (Fractional Flow Reserve versus Angiography for Multivessel Evaluation 2), FREEDOM (Future Revascularization Evaluation in Patients with Diabetes Mellitus) y el estudio EXCEL (Evaluation of XIENCE Versus Coronary Artery Bypass Surgery for Effectiveness of Left Main Revascularization), los que demostraron que tanto en la enfermedad por un único vaso como en la multivasa, la revascularización guiada por RFF se asocia con mejor pronóstico.

Diversos estudios han evaluado el rendimiento diagnóstico de las pruebas funcionales disponibles, comparándolos contra el gold estándar, la RFF. Danad y col, en su metaanálisis de 23 estudios

con más de 2500 pacientes, demostró que la CardioResonancia (CR), con una sensibilidad (S) del 90% y una especificidad (E) del 94%, fue el método con mayor precisión diagnóstica, por encima del SPECT (S70% y E78%) y el Eco con estrés (S77% y E75%) al comparar los rendimientos diagnósticos contra la RFF.(2) Asimismo Takx y cols, realizaron un metaanálisis sobre 37 estudios, con más de 2000 pacientes, evaluando la precisión diagnóstica de la CR, el SPECT, el Eco estrés, el PET y la Angio Tomografía coronaria contra la RFF; demostrando que el método con mejor sensibilidad (89%) y especificidad (87%) diagnóstica fue la Cardio Resonancia con apremio. (3)

La CR, es un método de imagen que no utiliza radiación ionizante, no tiene limitaciones de planos ni de ventanas, y es el método con mayor capacidad de caracterización tisular, siendo esta última característica quien la posiciona un escalón por encima de los demás métodos. Con una muy buena resolución espacial y una resolución temporal adecuada, se ha constituido en el gold estándar para la evaluación de volúmenes cardíacos, función global y segmentaria, evaluación de espesores miocárdicos y en el método in vivo con mayor precisión para evaluar necrosis miocárdica (hasta 1 gramo) (4).

Mediante la utilización de fármacos vasoactivos como Adenosina, Regadenosón y Dipyridamol, se pueden realizar exámenes de estrés farmacológico. Debido a la muy buena resolución espacial del método, y a la mejoría en las secuencias, el defecto de perfusión inducible mediante apremio farmacológico, constituye el hallazgo imagenológico no invasivo que mejor correlación presenta con la RFF invasiva. El protocolo de perfusión, se realiza mediante una secuencia que consta de 3 planos en eje corto, a nivel basal, medio y apical del ventrículo izquierdo, que permiten la visualización de 16 de los segmentos miocárdicos estandarizados por la American Heart Association. Una vez adquiridas las imágenes de estrés (perfusión y cine), se detiene la administración del vasodilatador, o se administra Aminofilina para revertir la hiperemia; 10-15 minutos luego, se adquieren las imágenes de reposo en el mismo plano en que fueron adquiridas las de estrés.

Gracias a la excelente caracterización tisular del método, es posible evaluar el primer paso del contraste a nivel miocárdico

(perfusión), durante el cual más del 50% del Gadolinio pasa del espacio intravascular al extracelular; por esto, aunque hay recirculación, la evaluación del primer paso es la más importante (5). Debido a su excelente resolución espacial, tiene la capacidad de evaluar defectos de perfusión subendocárdicos, sin necesidad de comparar con otro segmento normoperfundido, a diferencia del SPECT. Asimismo, mediante la utilización de una secuencia especial (6), es posible cuantificar el flujo miocárdico a través de una operación matemática llamada deconvolución, lo cual puede utilizarse como complemento de la información cualitativa.

Ante la existencia de un defecto perfusivo, se puede evaluar la intensidad, transmuralidad, y persistencia del mismo, durante el tiempo que dura la secuencia, siendo este último parámetro, el que demostró mayor asociación con los puntos finales clínicos como muerte, infarto, ICC y arritmia. (7) Asimismo, se evalúa también el desarrollo de trastornos de motilidad mediante secuencias de cine pre y post apremio farmacológico, lo que le agrega mayor especificidad diagnóstica a la prueba.

En cuanto al valor pronóstico, Gabriella Vincenti y cols, demostraron en un estudio prospectivo de más de 1100 pacientes, que la presencia de un monto isquémico mayor o igual al 9 % (1,5 segmentos), se encuentra asociado al punto final primario de muerte, infarto y revascularización. (8) El estudio MR-INFORM (The Myocardial Perfusion CMR versus Angiography and FFR to Guide the Management of Patients with Stable Coronary Artery Disease) randomizó 910 pacientes con enfermedad coronaria estable a Resonancia con estrés vs cine coronariografía con RFF. La CR estuvo asociada

con menor incidencia de revascularización y fue “no inferior” contra la RFF con respecto a eventos mayores en 1 año.(9)

La ausencia de limitaciones de ventana, sumado a la excelente resolución espacial y su adecuada resolución temporal, posicionan a la Resonancia con Dobutamina (DBT) por encima del Eco estrés con DBT, en la precisión diagnóstica de enfermedad coronaria significativa. (10) No obstante es un método que tiene menor utilización que el apremio con vasodilatadores, debido a la poca tolerancia del paciente al recibir DBT dentro del resonador, y a las dificultades logísticas de tener el equipamiento necesario para administración de la droga en la sala de resonancia.

La CR con estrés farmacológico posee otras fortalezas técnicas, que nos permiten evaluar isquemia, necrosis y viabilidad miocárdica, siendo el método con mayor sensibilidad para evaluar la presencia de secuelas subendocárdicas, y el gold estándar en la evaluación de volúmenes y función ventricular, todos parámetros evaluables en un mismo examen.

Si bien el método tiene limitaciones como la disponibilidad, el costo, y dispositivos ferromagnéticos que contraindican su uso, éstas se han ido superando con los años, siendo de menor relevancia en la actualidad.

Sin lugar a dudas, la Cardio Resonancia con apremio, es un método subutilizado en la cardiología de nuestro país, disponiendo en la actualidad de evidencia sólida y recomendación en guías que avalan su uso al mismo nivel o incluso superior a las otras pruebas funcionales, brindando información complementaria muy valiosa.

### BIBLIOGRAFÍA

1. Sociedad Argentina de Cardiología. Consenso de Síndromes Coronarios Crónicos. Rev Argent Cardiol 2020;88:1-74
2. Ibrahim Danad, Jackie Szymonifka, Jos W.R. Twisk, Bjarne L. Norgaard, Christopher K. Zarins, Paul Knaapen, and James K. Min. Diagnostic performance of cardiac imaging methods to diagnose ischaemia-causing coronary artery disease when directly compared with fractional flow reserve as a reference standard: a meta-analysis. European Heart Journal (2017) 38, 991-998
3. Richard A.P. Takx, Björn A. Blomberg, Hamza El Aidi, Jesse Habets, Pim A. de Jong, Eike Nagel, Udo Hoffmann, and Tim Leiner. Diagnostic Accuracy of Stress Myocardial Perfusion Imaging Compared to Invasive Coronary Angiography With Fractional Flow Reserve Meta-Analysis. Circ Cardiovasc Imaging. 2015;8:e002666
4. Mark J. Ricciardi, Edwin Wu, Charles J. Davidson, Kelly M. Choi, Francis J. Klocke, Robert O. Bonow, Robert M. Judd, Raymond J. Kim. Visualization of Discrete Microinfarction After Percutaneous Coronary Intervention Associated With Mild Creatine Kinase-MB Elevation. Circulation. 2001;103:2780-2783
5. Caroline Daly, Raymond Y. Kwong. CARDIAC MRI FOR MYOCARDIAL ISCHEMIA. Methodist Debakey Cardiovasc J. 2013 Jul-Sep;9(3):123-31
6. Gatehouse PD, Elkington AG, Ablitt NA, Yang GZ, Pennell DJ, Firmin DN. Accurate assessment of the arterial input function during high-dose myocardial perfusion cardiovascular magnetic resonance. J Magn Reson Imaging. 2004;20:39-45.
7. Sonia Gómez-Revelles, Xavier Rossello, José Díaz-Villanueva, Ignacio López-Lima, Esteban Sciarresi, Mariano Estofán, Francesc Carreras, Sandra Pujadas, Guillem Pons-Lladó. Prognostic value of a new semiquantitative score system for adenosine stress myocardial perfusion by CMR. Eur Radiol. 2019 May;29(5):2263-2271
8. Gabriella Vincenti, Pier Giorgio Masci, Pierre Monney, Tobias Rutz, Sarah Hugelshofer, Mirdita Gaxherri, Olivier Muller, Juan F. Iglesias, Eric Eeckhout, Valentina Lorenzoni, Cyril Pellaton, Christophe Sierro, Juerg Schwitler. Stress Perfusion CMR in Patients With Known and Suspected CAD. JACC. 2017;10(5):526-537
9. Eike Nagel, John P. Greenwood, Gerry P. McCann, Nuno Bettencourt, Henning Steen, Colin Berry, and cols, for the MR-INFORM Investigators. Magnetic Resonance Perfusion or Fractional Flow Reserve in Coronary Disease. N Engl J Med 2019;380:2418-28.
10. Eike Nagel, Hans B. Lehmkuhl, Wolfgang Bocksch, Christoph Klein, Uta Vogel, Eckart Frantz, Axel Ellmer, Stefan Dreyse, and Eckart Fleck. Noninvasive diagnosis of ischemia-induced wall motion abnormalities with the use of high-dose dobutamine stress MRI: comparison with dobutamine stress echocardiography. Circulation. 1999;99:763-770



## 5. QUÉ HAY DE NUEVO EN CARDIOLOGÍA NUCLEAR

Dra Neiva Maciel - Dra Victoria Carvelli - Dr. Marcelo Rodriguez  
Dr. Osvaldo Masoli.

La enfermedad coronaria es una de las principales causas de morbilidad en todo el mundo, con un gran impacto económico y en la expectativa de vida. La prevalencia de angina de pecho es del 4-5% en países desarrollados. A pesar de los avances en terapias de revascularización y tratamientos farmacológicos, un tercio de los pacientes con angina crónica estable continúan sintomáticos. La evaluación precisa de este grupo de pacientes es fundamental para el diagnóstico temprano y el manejo efectivo.

En este sentido, los estudios de cardiología nuclear, tanto el SPECT (tomografía por emisión de fotón único) como el PET (tomografía por emisión de positrones) han demostrado ser efectivos en la estratificación de riesgo, diagnóstico y seguimiento de pacientes con cardiopatía isquémica (CI).

En los últimos años ha habido avances significativos tanto en la interpretación de la CI como en las técnicas de evaluación, impulsados por el nuevo paradigma de la enfermedad coronaria. Aunque se ha observado una menor incidencia de enfermedad coronaria obstructiva, ha habido un aumento en la prevalencia de la enfermedad coronaria difusa sin lesiones significativas, sin que esto se traduzca en una reducción significativa de eventos cardiovasculares o síntomas de angina y disnea.<sup>1</sup>

Este cambio de paradigma se debe a varios factores. Por un lado, se ha logrado un mejor control de los factores de riesgo tradicionales (tabaquismo, dislipidemia, presión arterial). Por otro lado, los cambios en el estilo de vida (sedentarismo, estrés, dietas inadecuadas) han contribuido al aumento de enfermedades metabólicas y diabetes que representan importantes factores de riesgo para la aterosclerosis coronaria, enfermedad coronaria difusa, disfunción endotelial y enfermedad microvascular.

El cambio de paradigma ha quedado evidente después de varios acontecimientos. En primer lugar, en las últimas décadas, el SPECT convencional utilizado para evaluar la perfusión e isquemia miocárdica ha detectado menos isquemia que en décadas anteriores. En segundo lugar, el estudio "ISCHEMIA" (International Study of Comparative Health Effectiveness With Medical and Invasive Approach) no pudo demostrar de

manera concluyente que en pacientes con isquemia moderada o severa, la estrategia invasiva con revascularización reduciría los eventos cardiovasculares en comparación con la estrategia de tratamiento médico óptimo y cambios en el estilo de vida. En tercer lugar, el registro PROMISE (Prospective Multicenter Imaging Study for Evaluation of Chest Pain) no pudo demostrar que el uso de imágenes anatómicas, como la angiotomografía, fuera más efectivo que los estudios funcionales, incluido el SPECT TC, para prever eventos cardiovasculares futuros.<sup>2</sup>

Así, este cambio de perspectiva en cuanto a la interpretación y evaluación de la CI incluye no solo a las arterias epicárdica (macrocirculación), sino también a la microcirculación (pre arteriolas, arteriolas y capilares) como responsables de los síntomas y eventos cardiovasculares.

Si entendemos que fisiológicamente la principal función de la microvasculatura es la resistencia y la autorregulación del flujo sanguíneo miocárdico según los requerimientos de oxígeno, la disfunción microvascular (DMV) ocurre cuando pierde la capacidad de dilatarse para suplir las necesidades metabólicas.<sup>3</sup>

Esta DMV era subdiagnosticada e infravalorada debido a la falta de técnicas diagnósticas.<sup>4,5</sup>

Si bien los métodos invasivos son el patrón estándar para la determinación de la DMV, el PET TC y las nuevas cámaras CZT (cadmio-zinc-telurio) han surgido como una alternativa no invasiva y precisa para medir el flujo sanguíneo miocárdico (MBF), evaluar la respuesta vasodilatadora integrada del árbol coronario y calcular la reserva de flujo miocárdico (MFR).

Las técnicas de PET TC para evaluación de la perfusión y el flujo miocárdico utilizan marcadores de vida media corta como el rubidio-82 (<sup>82</sup>Rb), el amonio-13 (<sup>13</sup>NH<sub>3</sub>) y el agua-<sup>15</sup>O (H<sub>2</sub><sup>15</sup>O). El 18F-Flurpiridaz es un radiofármaco emergente con un gran potencial clínico, que se encuentra en proceso de aprobación por la FDA y podrá convertirse en un marcador muy útil a nivel mundial. Su vida media más larga (109,8 min) permitirá su producción mediante ciclotrones regionales.

En Argentina el marcador más utilizado en PET TC para la perfusión miocárdica es el <sup>13</sup>NH<sub>3</sub>. Este marcador es incorporado por difusión pasiva en los miocitos y se retiene en el miocardio mientras hay un lavado rápido del pool sanguíneo, lo que permite obtener excelentes imágenes de perfusión. Sus principales limitaciones son su corta vida media (10 minutos) y la necesidad de un ciclotrón para su producción.

En cuanto a la medición del MBF, utiliza una escala absoluta de ml/min/g de tejido a partir de curvas de actividad-tiempo basadas en las imágenes de transferencia de marcadores y en la respuesta de los tejidos del miocardio. Los valores normales suelen estar en el rango de 0.8 a 1.2 ml/min/g, mientras que para la reserva de flujo miocárdico, los valores de normalidad considerados están entre el 2 y 5 ml/min/g en hiperemia. Esta variabilidad en los valores de normalidad se explica por las resistencias relacionadas a la edad, el sexo, factores de riesgo cardiovasculares y la presencia de enfermedad coronaria obstructiva.

Las nuevas cámaras CZT (cadmio-zinc-telurio) 7,8 presentan mayor sensibilidad y resolución espacial en comparación con las cámaras SPECT para los estudios de perfusión miocárdica. Además, permiten la adquisición de imágenes cardíacas dinámicas para cuantificar el MBF y calcular la MFR utilizando software especializado. Estas cámaras están compuestas por cristales de CZT, un material semiconductor capaz de detectar la radiación gamma. Se utilizan marcadores como el sestamibi marcado con tecnecio-99m (<sup>99m</sup>Tc), ampliamente disponible y con una vida media de 6 horas, lo que permite realizar estudios de perfusión con ejercicio.

Su capacidad para evaluar la DMV y definir el mecanismo subyacente fue demostrada por Gobbo y col.<sup>9</sup> Utilizando diferentes estímulos como el estrés farmacológico, el ejercicio y el frío. Se midió el MBF en reposo y su capacidad de respuesta

ante estos diferentes estímulos. Los resultados obtenidos pudieron definir si el mecanismo de la DMV era endotelio dependiente o independiente y guiar el tratamiento. Figura 1

Es importante resaltar que la técnica de estudio SPECT continúa siendo una valiosa herramienta para la evaluación de la perfusión miocárdica en pacientes con sospecha de enfermedad coronaria obstructiva, con amplia disponibilidad, bajo costo y extensa experiencia.<sup>10</sup> Utiliza radiofármacos como el tecnecio-99m (<sup>99m</sup>Tc), generalmente administrados durante el ejercicio, con imágenes sincronizadas con el ciclo cardíaco. Estos estudios proporcionan información sobre defectos de perfusión fijos o reversibles indicativos de necrosis/isquemia, la motilidad parietal, la función ventricular en reposo y post estrés. La dilatación de la cavidad ventricular después del estrés, indican una isquemia balanceada debido a un compromiso coronario extenso. Figura 2

La sensibilidad del SPECT oscila entre el 73% y el 92%, mientras que la especificidad se encuentra entre el 63% y el 87%. Según las guías de manejo de pacientes con dolor precordial, estables, con un pre test intermedio para enfermedad coronaria, la indicación de los estudios SPECT se clasifica como clase II paciente.<sup>1,.</sup>

En conclusión, tanto el SPECT como el PET continúan siendo herramientas importantes para la estratificación de riesgo, diagnóstico y seguimiento de los pacientes con CI. Mientras el SPECT tiene más utilidad en pacientes con enfermedad coronaria obstructiva, el PET es altamente sensible y específico en la evaluación de la enfermedad coronaria no obstructiva y la enfermedad microvascular permitiendo una cuantificación absoluta del flujo miocárdico. Las nuevas cámaras CZT presentan mejor resolución espacial que las cámaras SPECT y permiten medir el flujo sanguíneo miocárdico.

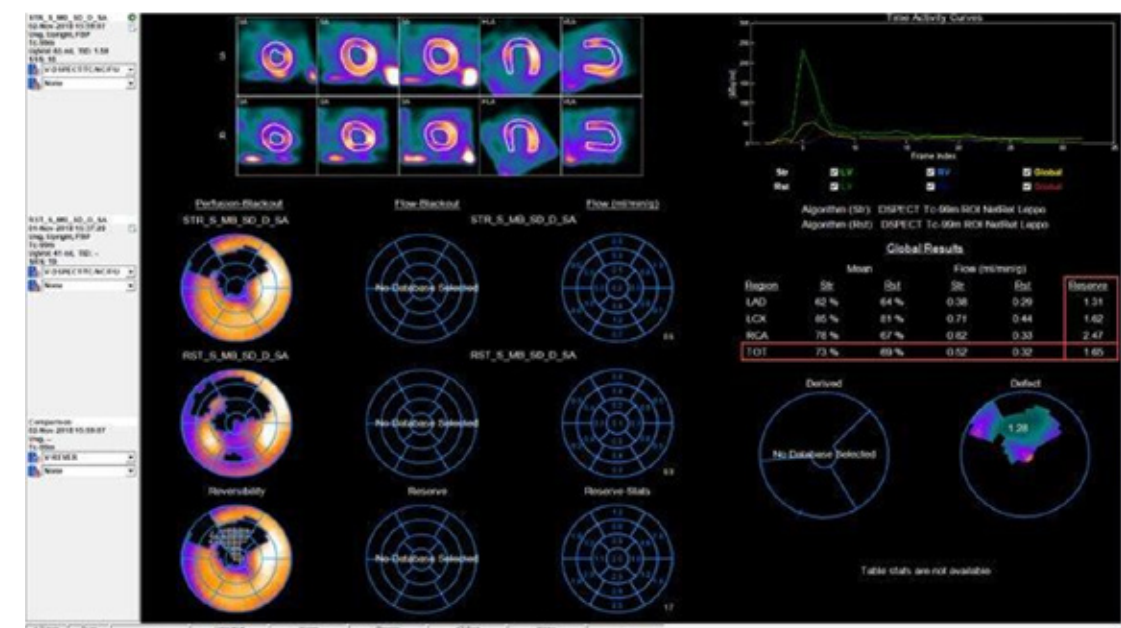


Figura 1: Cálculo de MFR mediante CZT-SPECT utilizando apremio farmacológico con dipiridamol. Arroja un resultado de 1,65 concluyente con DMV dependiente del músculo liso.





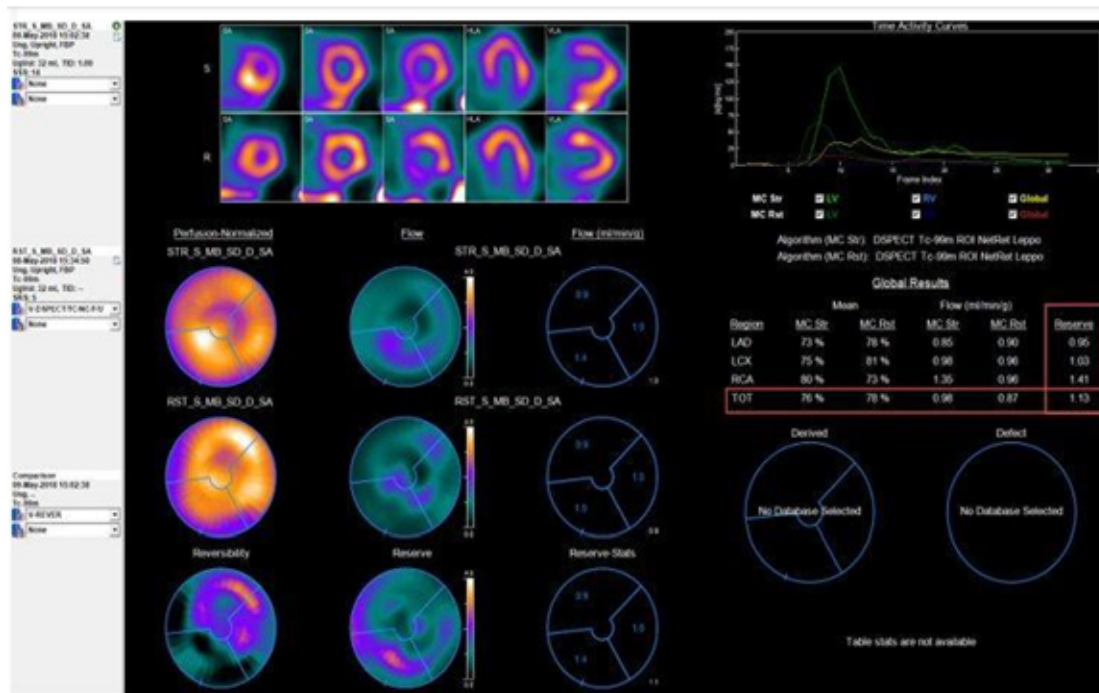


Figura 2: Test de frío mediante CZT-SPECT Arroja un resultado de 1,13 concluyente con DMV endotelio dependiente.

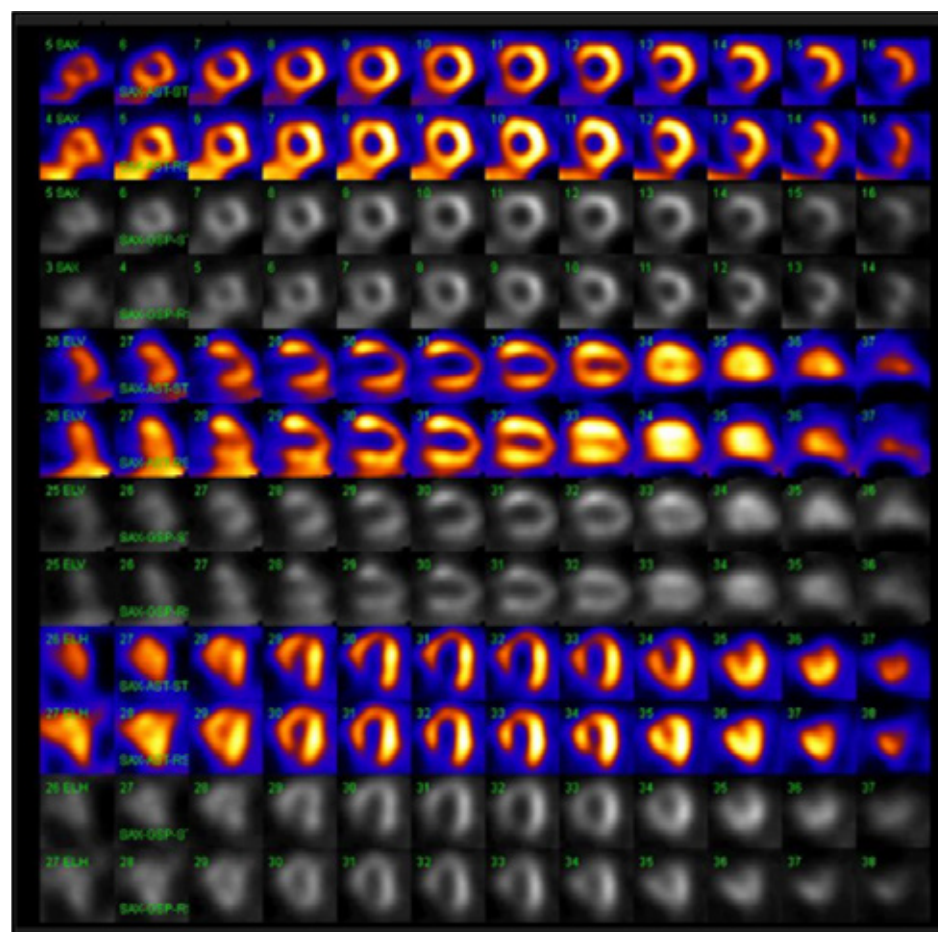


Figura 3: Perfusión miocárdica SPECT gatillado Reposo/esfuerzo en mujer de 46 años. Defectos de perfusión en imágenes de estrés, reversible en reposo: Isquemia en territorio de arteria descendente anterior. TD:1,26: dilatación isquémica transitoria del ventrículo izquierdo. Presento caída de la Fracción de eyección en el post estrés. Cateterismo evidencio enfermedad coronaria de 3 vasos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ron Blakstein, Leslee J. Shaw, Martha Gulati, et al. Implications of the 2021 AHA/ACC/AASE/CHEST/SAEM/SCCT/SCMR Chest Pain Guideline for Cardiovascular Imaging. JAAC Cardiovascular Imaging 2022 May;15(5):912-926
2. Phillips LM, Hachamovitch R, Berman DS, et al. Lessons learned from MPI and physiologic testing in randomized trials of stable ischemic heart disease: COURAGE, BARI 2D, FAME, and ISCHEMI. J Nucl Cardiol 2013 December; 20(6):969-975
3. Schelbert H. "Anatomy and physiology of coronary blood flow". J. Nucl. Cardiol. 2010; 17(4):545-554
4. Mathew R, Bourque J, Salerno M, Kramer C. "Cardiovascular Imaging Techniques to Assess Microvascular dysfunction". JACC Cardiovasc. Imaging 2020; 7(13):1577-90.
5. Venkatesh L. Murthy, Di Cardli Marcelo. Non-invasive quantification of coronary vascular dysfunction for diagnosis and management of coronary artery disease. J Nucl Cardiol 2012 October; 19(5): 1060-1075
6. Ziadi MC, Kemp RA, Willian K, et al. Does quantification of myocardial flow reserve using rubidium-82 positron emission tomography facilitate detection of multivessel coronary artery disease? J Nucl Cardiol 2012 Aug; 19(4):670-80
7. 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(7):1079-1090.
8. N- H. de Souza AC, Harms H, Martell L, Di Carli M, et al. Accuracy and Reproducibility of Myocardial Blood Flow Quantification by SPECT Imaging in Patients With Known or Suspected Coronary Artery Disease. Circ Cardiovasc Imaging 2022 june; 15(6):e013987
9. Gobbo M, Meretta A, Sciancalepore A, Rosa D, Corneli M, Blanco N, et al. "INOCA: Unraveling the pathophysiological mechanisms, non-invasively". European Heart Journal - Cardiovascular Imaging 2021; 22 (3).
10. Kraen M, Akil S, Heden B, Berg J, et al. Incremental Value of Exercise ECG to Myocardial Perfusion Single-Photon Emission Computed Tomography for Prediction of Cardiac Events. J Am Heart Assoc 2023 May 2:12 (9):e028313



Viabilidad

# 6. VALOR DE LA BÚSQUEDA DE VIABILIDAD POR RMC (DESPUÉS DEL REVIVED)

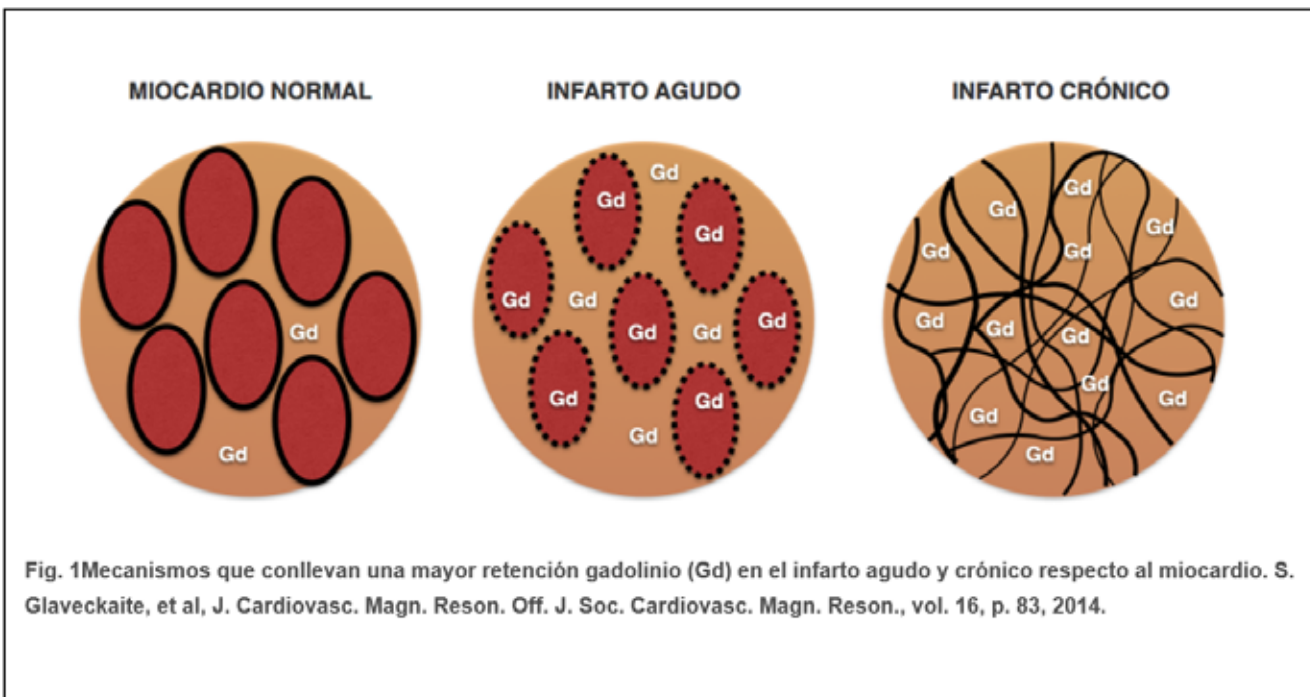
Dr. Mario A. Burgos - Dr. Damián Holownia - Dr. Diego Lowenstein.

La Cardio resonancia magnética (CRM) nos permite detectar y evaluar la viabilidad miocárdica, la visualización del miocárdico con una excelente resolución espacial, y utilizando la técnica de realce tardío de gadolinio (RTG) junto con el uso combinado de dobutamina (DBT), predecir la recuperación funcional después de la revascularización. (1)

En primer lugar tengamos en cuenta algunas definiciones: Miocardio viable es aquel miocardio disfuncionante secundario a un daño isquémico reversible. Miocárdico aturdido es aquel que ante una situación de isquemia transitoria, la disfunción contráctil se resuelve espontáneamente tras horas o días

después de un episodio isquémico agudo. Miocardio hibernado es la disfunción reversible está causada por una disminución persistente del flujo sanguíneo que no es suficientemente severa como para provocar el infarto y por lo tanto con la revascularización del territorio hipoperfundido mejorará la contractilidad.(2)

El RTG se ha establecido como la Técnica de referencia para la valoración de la viabilidad, puesto que permite diferenciar daño miocárdico irreversible que aparece hiperintenso debido al acúmulo de contraste extracelular secundario al aumento del volumen de distribución respecto miocardio viable.3 (Fig. 1)



La probabilidad de recuperación de la contractilidad tras la revascularización se correlaciona inversamente con el grado de extensión transmural de la necrosis. Cuando la transmuralidad es intermedia, se puede valorar la respuesta contráctil con dobutamina a dosis  $\leq 10 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{minuto}$ .(4) El efecto en un miocardio viable se traduce en una mejoría de la contractilidad y permite mejorar la especificidad y el valor predictivo positivo para predecir viabilidad en estos casos. La viabilidad también puede estudiarse por PET, considerándose tejido viable al miocardio disfuncionante con metabolismo de la glucosa conservado. (5)

**PROTOCOLOS ESPECÍFICOS**  
**Cardiopatía isquémica crónica/viabilidad**

1. Localizadores multiplanos, y 2, 3, 4 cámaras (C) y eje corto.
2. Completar función ventricular en eje corto, 2, 3 y 4 C, con secuencia de cine SSFP. Imagen 1
3. Evaluación de la reserva contráctil con DBT a dosis bajas. Imagen 2
4. Perfusión primer paso en reposo. Completar dosis total gadolinio 0,15-0,2 mmol/kg.
5. Realce precoz 1-3 min tras contraste para evaluación de trombo IV.
6. Módulo de realce tardío.

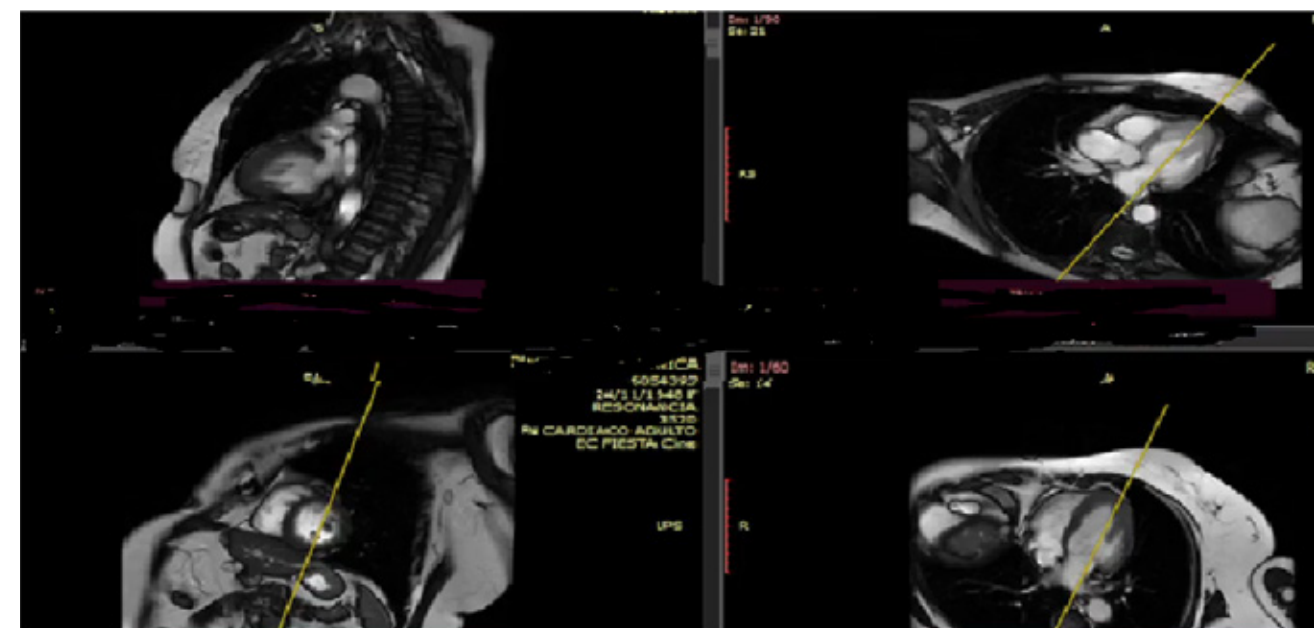


Imagen 1: Fuente propia

Secuencia	Balanced TFE	Balanced TFE	IR-TFE tardía	Balanced TFE
Información	Cine dos y cuatro cámaras: función	Cine múltiple en eje corto: función	Necrosis y viabilidad	Dobutamina a dosis bajas

Imagen 2: Protocolos de Cardio-RM y Cardio-TC de la Unidad de Imagen Cardíaca Sant Pau Pons, G.1ª Edición Octubre 2012

**Módulo de RTG**

1. Adquisición de imágenes a los 10 min tras la inyección de gadolinio.
2. Secuencia de localizador TI (Tiempos de Inversión). Llamadas "TI scout" o Look-Locker en un eje corto medioventricular. Las imágenes con diferentes TI y se elige el TI en aquella que consigue anular mejor el miocardio sano.
3. La secuencia de referencia es una secuencia 2D segmentada de eco-gradiente de inversión recuperación (GEIR). Esta secuencia requiere el ajuste del TI para conseguir anular correctamente la señal del miocardio normal. (7-8)

**Interpretación de RTG**

Visualmente se identifican las zonas de miocardio hiperintensas (blancas), que han retenido gadolinio, como áreas de necrosis o

fibrosis miocárdica, y los segmentos hipointensos (negros), que no han retenido gadolinio, como normales.

Se realiza una estimación semicuantitativa, el RTG de origen isquémico mediante la valoración visual, y se evalúa el grado de transmuralidad del infarto en un determinado segmento, Imagen 3 y 4

También se puede realizar una valoración cuantitativa con el cálculo de la cantidad de masa miocárdica y la extensión del realce tardío por programas que analizan la intensidad de señal del miocardio e identifican como miocardio necrosado aquellas zonas con una intensidad de señal que superen en cinco desvíos estándar de la media obtenida en un área de interés en el miocardio sano. (7-9)





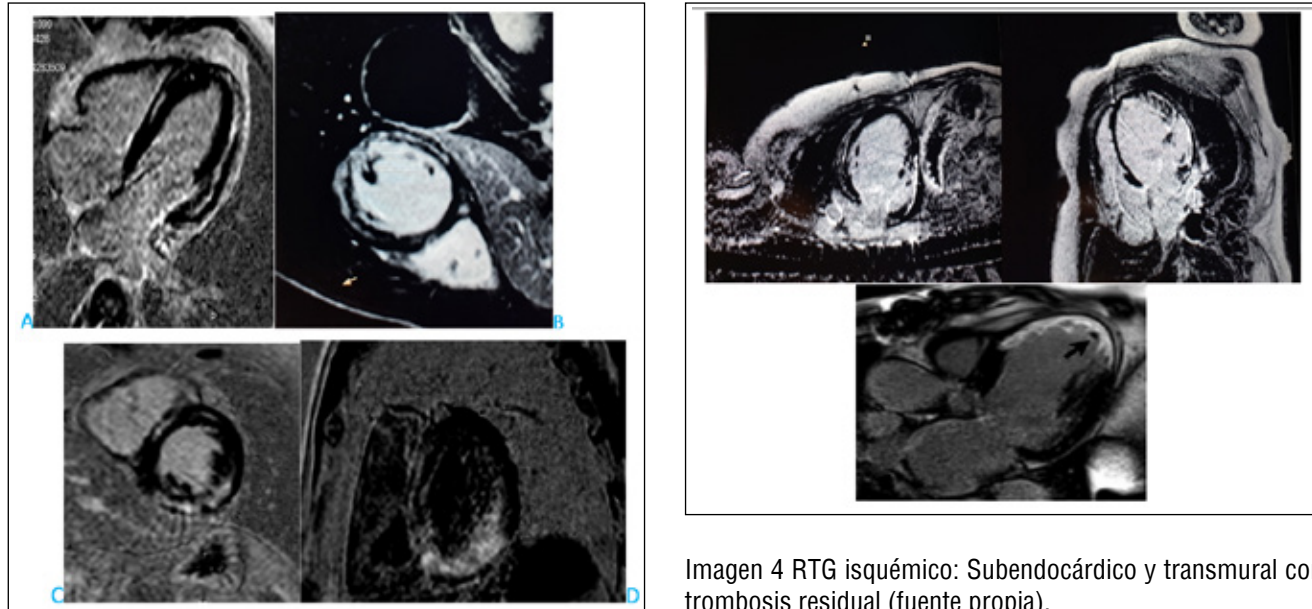
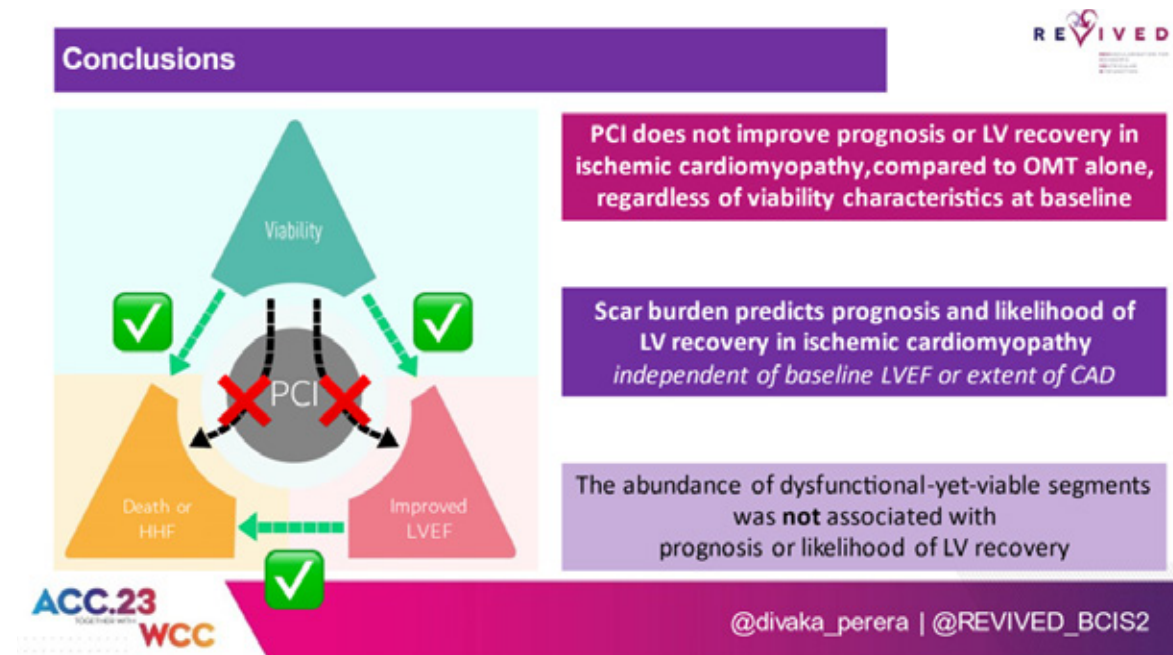


Imagen 3: Tipos de RTG no isquémico: A Miocardio (DMD) B subepicárdico (chagas) C Intramiocárdico (miocarditis), D Difuso (Amiloidosis). Fuente propia.

Con la CRM es factible evaluar la presencia y extensión de cicatriz miocárdica y la reserva contráctil en aquellos segmentos disfuncionantes sin necrosis transmural.

En segmentos con cicatriz <50% del grosor de la pared, el RTG es el marcador más sensible para predecir recuperación de función, mientras que la reserva contráctil con dobutamina a bajas dosis es el marcador más específico.

Sin embargo, el estudio REVIVED-BCIS2 aporta nueva información para resolver si la revascularización percutánea (ICP), es capaz de mejorar la supervivencia y la función ventricular cuando se compara con tratamiento médico óptimo (TMO). (Fig. 3) Se incluyeron 700 pacientes con FEVI  $\leq$  35%, con enfermedad coronaria extensa susceptibles de ICP, en quienes se hubiese demostrado viabilidad por cualquier método: CRM. Ecodobutamina, SPECT o PET. El estudio concluye que los pacientes con disfunción ventricular grave, la ICP no aporta beneficios en el pronóstico vital o la hospitalización por IC cuando se compara con el TMO. La cantidad de segmentos disfuncionantes viables no se asocia a mayor probabilidad de recuperación de la función ventricular. La extensión de la cicatriz predice pronóstico y probabilidad de recuperación de la fracción de eyección. (10)



(Fig.3)

## CONCLUSIÓN

1. El estudio de "viabilidad" para la toma de decisiones en pacientes con disfunción ventricular isquémica volvió a quedar "tocado" tras esta publicación. Así como el estudio STICH, no han conseguido demostrar que la estrategia de revascularización guiada por la viabilidad consiga mejorar el remodelado cardíaco y la supervivencia. El miocardio hibernado y viable deben ser analizados con cautela y no dirigir las intervenciones en función de la sola presencia de viabilidad.
2. Un cuestionamiento a este estudio es que Utilizó la CRM en la mayoría de los casos para determinar viabilidad, pero utilizó criterios laxos. Se definió como un RTG <25%, quedando en aquellos pacientes con 25-50% a discreción de los centros de reclutamiento, la utilización de reserva contráctil con dobutamina para incluirlos.
3. Se utilizó un score anatómico de valoración de las lesiones ateroscleróticas poco usado en nuestro medio, y con menos bibliografía que lo avale en comparación al SYNTAX. 10

## BIBLIOGRAFÍA

1. Valoración de la viabilidad miocárdica mediante resonancia magnética | Revista Española de Cardiología (revescardiol.org) DOI: 10.1016/S1131-3587(06)75320-1.
2. R. Y. Kwong, H. Sattar, H. Wu, G. Vorobiof, V. Gandla, K. Steel, S. Siu, y K. A. Brown, «Incidence and prognostic implication of unrecognized myocardial scar characterized by cardiac magnetic resonance in diabetic patients without clinical evidence of myocardial infarction», *Circulation*, vol. 118, n.o 10, pp. 1011-1020, sep. 2008.
3. S. Glaveckaitė, N. Valeviciene, D. Palionis, R. Puronaite, P. Serpytis, y A. Laucevicius, «Prediction of longterm segmental and global functional recovery of hibernating myocardium after revascularisation based on low dose dobutamine and late gadolinium enhancement cardiovascular magnetic resonance», *J. Cardiovasc. Magn. Reson. Off. J. Soc. Cardiovasc. Magn. Reson.*, vol. 16, p. 83, 2014.
4. B. L. Gerber, J. Darchis, J.-B. le Polain de Waroux, G. Legros, A.-C. Pouleur, D. Vancaeynest, A. Pasquet, y J.-L. Vanoverschelde, «Relationship between transmural extent of necrosis and quantitative recovery of regional strains after revascularization», *JACC Cardiovasc. Imaging*, vol. 3, n.o 7, pp. 720- 730, jul. 2010.
5. J. Romero, X. Xue, W. Gonzalez, y M. J. Garcia, «CMR imaging assessing viability in patients with chronic ventricular dysfunction due to coronary artery disease: a meta-analysis of prospective trials», *JACC Cardiovasc. Imaging*, vol. 5, n.o 5, pp. 494-508, may 2012. 45. E. Wellnhofer, A. Olariu, C. Klein, M. Gräfe, A. Wahl, E. Fleck, y E. Nagel, «Magnetic resonance low-dose dobutamine test is superior to SCAR quantification for the prediction of functional recovery», *Circulation*, vol. 109, n.o 18, pp. 2172-2174, may 2004.
6. Protocolos de Cardio-RM y Cardio-TC de la Unidad de Imagen Cardíaca Sant PauPons, G.1ª Edición Octubre 2012. Cap 2 protocolo de estudio en cardiopatía isquémica pag 49 a 64
7. Comparison of myocardial fibrosis quantification methods by cardiovascular magnetic resonance imaging for risk stratification of patients with suspected myocarditis Christoph Gräni, Christian Eichhorn, Loïc Bière, Kyoichi Kaneko, Venkatesh L. Murthy, Vikram Agarwal, Ayaz Aghayev, Michael Steigner, Ron Blankstein, Michael Jerosch-Herold and Raymond Y. Kwong. *J Cardiovasc Magn Reson.* 2019; 21: 14.
8. Kramer CM, Barkhausen J, Flamm SD, Kim RJ, Nagel E. Standardized cardiovascular magnetic resonance (cmr) protocols 2013 update. *Journal of cardiovascular magnetic resonance : official journal of the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance.* 2013;15:91
9. Hundley WG, Bluemke D, Bogaert JG, Friedrich MG, Higgins CB, Lawson MA, McConnell MV, Raman SV, van Rossum AC, Flamm S, Kramer CM, Nagel E, Neubauer S. Society for cardiovascular magnetic resonance guidelines for reporting cardiovascular magnetic resonance examinations. *Journal of cardiovascular magnetic resonance : official journal of the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance.* 2009;11:5
10. Percutaneous Revascularization for Ischemic Left Ventricular Dysfunction. List of authors. Divaka Perera, M.D., Tim Clayton, M.Sc., Peter D. O'Kane, M.D., John P. Greenwood, Ph.D., Roshan Weerackody, Ph.D., Matthew Ryan, Ph.D., et al., October 13, 2022. *N Engl J Med* 2022; 387:1351-1360-DOI: 10.1056/NEJMoa2206606



## Viabilidad

## 7. CUÁNDO Y A QUIÉNES SOLICITAMOS UN PET, EN LA EVALUACIÓN DE VIABILIDAD

Dra. Magali Gobbo - Dr. Alejandro Meretta - Dr. Osvaldo Masoli.

La evaluación de la viabilidad miocárdica (VM) continúa siendo controversial y aún quedan muchas preguntas por responder.

La mayor parte de la evidencia disponible hasta el momento, corresponde al estudio de VM en pacientes con insuficiencia cardíaca (IC) isquémico-necrótica con disfunción severa VI. La tomografía por emisión de positrones (PET) utilizando F18- fluorodesoxiglucosa (FDG) se considera el método de diagnóstico por imágenes de VM más sensible para predecir la recuperación de la función del ventrículo izquierdo (VI) después de la revascularización.

Varios estudios observacionales demostraron que el hallazgo de VM mediante PET- FDG puede identificar a pacientes que tienen un alto riesgo de eventos cardíacos si no se someten a una revascularización oportuna. Sin embargo, debido a su diseño, estos estudios no pudieron determinar si las decisiones clínicas asistidas por los resultados de las imágenes, realmente alteraron la evolución del paciente.<sup>1</sup>

Luego de los resultados publicados por el paradigmático estudio "STICH" (por sus siglas en inglés: tratamiento quirúrgico para la insuficiencia cardíaca isquémica), el cual no logró mostrar un beneficio en la mortalidad entre los pacientes asignados al azar a la cirugía de revascularización miocárdica (CRM) en comparación con la terapia médica óptima en el análisis primario por intención de tratar, la búsqueda de VM parece haber quedado relegada en la toma de decisiones. No obstante, cabe mencionar que este estudio fue muy criticado desde su publicación por fallas en la metodología.<sup>2,3</sup>

Por otra parte, históricamente, se creía que aquellos pacientes con áreas más extensas de miocardio disfuncional pero viable obtenían mayor beneficio de la revascularización que aquellos pacientes con áreas viables de menor extensión. Sin embargo, datos más recientes publicados de un subestudio del STICH desafían esta hipótesis, debido a que observaron que el volumen de miocardio viable no pudo predecir la efectividad de la revascularización.

En este sentido, es importante tener en cuenta que cuando hablamos de VM nos referimos a diferentes estados del miocardio: isquémico, hibernado o atontado:

- miocardio isquémico, presenta un adecuado flujo sanguíneo en reposo no siendo suficiente durante el esfuerzo.
- miocardio hibernado, posee una desdiferenciación celular con alteraciones del metabolismo para optimizar el uso de la energía y evitar la apoptosis. Es un fenómeno que ocurre luego de repetidas exposiciones a la isquemia-reperusión, siendo potencialmente reversible.
- miocardio atontado, presenta trastornos de la función contráctil celular que se mantiene luego de ocurrida la reperusión, considerándose un trastorno potencialmente transitorio.<sup>4,5</sup>

Algunos autores, demostraron que existe una asociación entre estos tres estados y la mortalidad por todas las causas. También encontraron una interacción significativa entre la hibernación y el beneficio de supervivencia de la revascularización, con un límite de >10 % asociado con resultados superiores en comparación con la terapia médica sola.<sup>6</sup>

De manera que, la interpretación y la elección de las imágenes en búsqueda de viabilidad puede ser compleja. Debe considerarse la extensión de la cicatriz si hubo necrosis, el monto isquémico o área de penumbra, la viabilidad total considerando al miocardio en sus diferentes estados y sus combinaciones.

Otro estudio de gran relevancia en VM, fue el PARR-2. En este ensayo los resultados no mostraron interacción entre la presencia o ausencia de VM significativa y la subsiguiente supervivencia del paciente, independientemente de la estrategia de tratamiento (CRM o tratamiento médico). Sin embargo, aunque la tasa de eventos (muerte cardíaca, infarto de miocardio o estancia hospitalaria) fue menor, el estudio general debió considerarse no concluyente porque no alcanzó significación estadística. No obstante, en un análisis post-hoc, que incluyó sólo a los pacientes en los que se cumplió

la estrategia de tratamiento recomendada sobre la base de los hallazgos del PET-FDG, se demostró una mejoría significativa en los resultados en comparación con la rama estándar.<sup>7,8</sup>

Aunque la revascularización puede ser beneficiosa en los pacientes con IC isquémico-necrótica y disfunción severa VI, a menudo la morbilidad y la mortalidad perioperatoria de este grupo de pacientes, moderan el entusiasmo de realizar una CRM. Dada la complejidad de la toma de decisiones en estos pacientes, otro punto a considerar, es si la disfunción del VI es causada predominantemente por la enfermedad coronaria o si también contribuyen otras etiologías de miocardiopatías no isquémico-necróticas en las cuales el remodelado inverso del VI post-revascularización sea más difícil que ocurra.

La combinación de múltiples modalidades de imagen permitiría discernir con más precisión entre el miocardio viable que puede recuperar la función con la revascularización y el miocardio necrótico, que no lo hará. En este sentido, hay que tener en cuenta que algunos métodos pueden presentar menor sensibilidad que el PET-FDG para la detección de miocardio hibernado, como es el caso de la tomografía por emisión de fotón único (SPECT) y la ecocardiografía con dobutamina (ED), ambas modalidades utilizadas para la valoración de VM en el estudio STICH.

La RMC gracias a su excelente resolución anatómica, está emergiendo como una herramienta útil para evaluar la viabilidad y predecir la recuperación del movimiento de la pared. Si bien, se desconoce si esta ventaja de resolución se traduciría en un beneficio de resultado, podría brindar información extra en el diagnóstico si se la utiliza junto a la información metabólica de la FDG en equipos híbridos PET/RM.<sup>9</sup>

De allí se desprende, que los métodos deben emplearse en forma complementaria y no aislada. Las pruebas de apremio convencionales (SPECT- ecocardiograma estrés) son necesarias para descartar o evidenciar isquemia, la RMC con realce tardío de gadolinio permite identificar áreas de cicatriz/fibrosis, mientras que el PET nos mostrará mismatch entre la perfusión y el metabolismo de la FDG en las áreas de miocardio viable. (Figura 1)

Otro horizonte que se abre, es el aporte del flujo sanguíneo miocárdico (FSM) y la reserva de flujo coronario medidos en forma no invasiva, en pacientes con y sin VM. En un pequeño estudio, Wang y col. observaron que, en aquellos pacientes con necrosis, el FSM de reposo es significativamente menor del que se encuentra en el miocardio normal o viable. El FSM de reposo podría ser en el futuro, un complemento de la imagen PET-FDG para evaluar la presencia de VM y predecir la mejora potencial de la función del VI después de la CRM.<sup>10</sup>

Para concluir, la búsqueda de VM puede ser útil en aquellos pacientes con disfunción isquémica severa del VI. Pero la pregunta que debemos hacernos no es sólo si tienen miocardio viable, sino cuánto tienen de cada tipo, dónde está, si es probable que se recupere y cuánto tiempo puede llevar esta recuperación.

Para responder esta pregunta, es central la necesidad de una colaboración multidisciplinaria para integrar la información clínica e imagenológica con el sustrato miocárdico y coronario. Además, los Heart Teams deben considerar cuidadosamente los factores más amplios del paciente y la optimización de la terapia médica (para lo cual hay pruebas sólidas), en lugar de debatir únicamente la necesidad y el modo de revascularización de forma aislada.

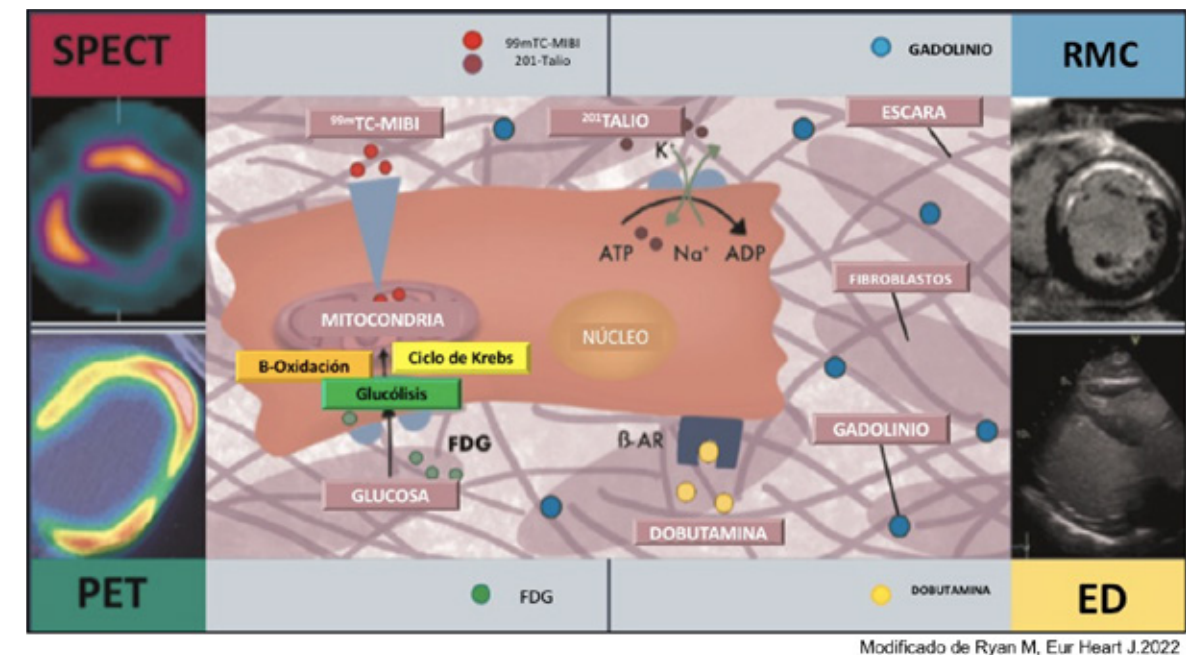


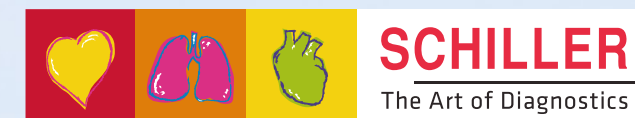
Figura 1. Uso complementario de los distintos métodos de imágenes y sus vías de acción.





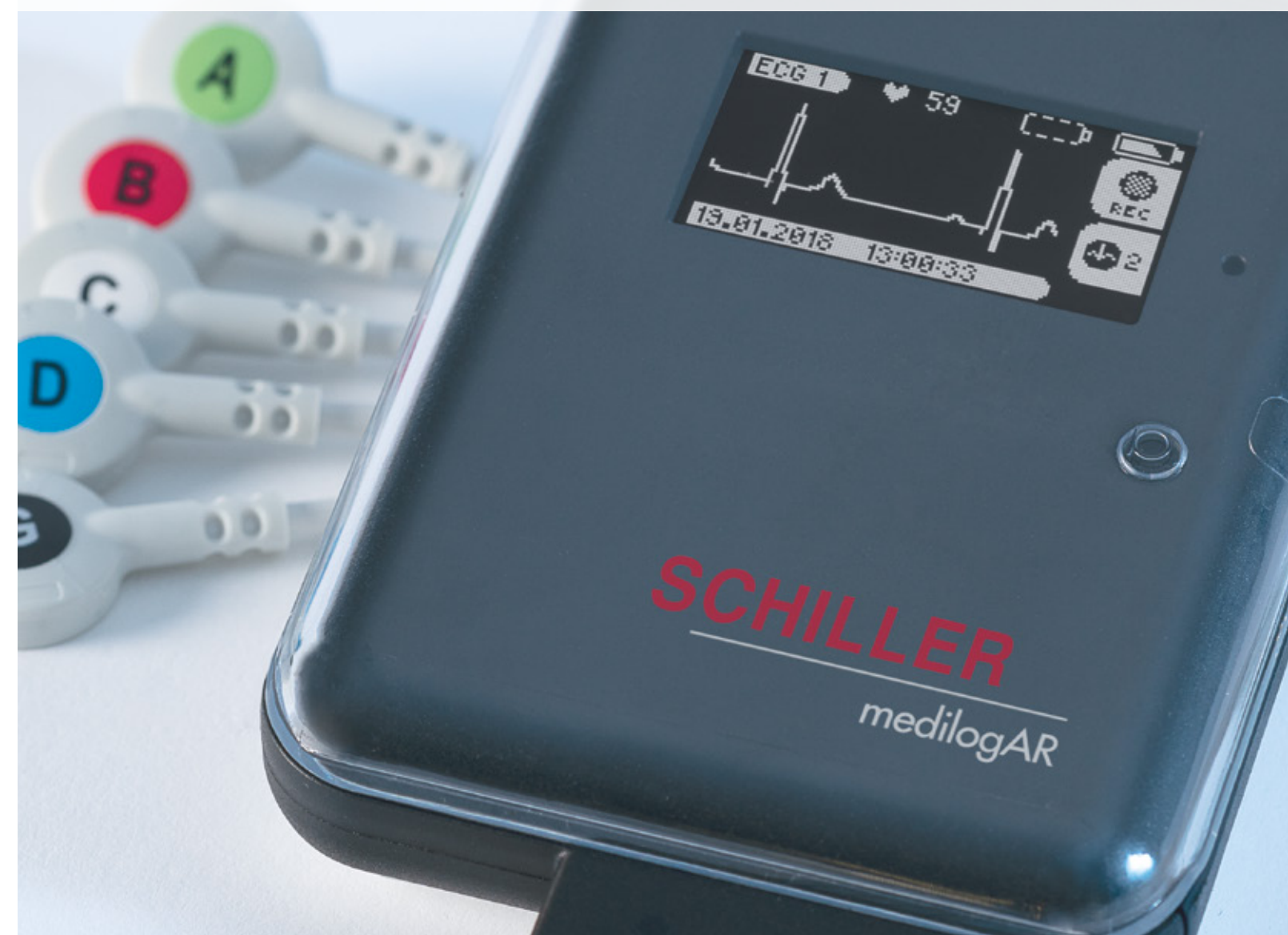
## BIBLIOGRAFÍA

1. Allman, Kevin C. "Noninvasive assessment myocardial viability: current status and future directions." J Nucl Cardiol. 2013; 618-637.
2. Velázquez EJ, Lee KL, O'Connor CM, et al. The rationale and design of the Surgical Treatment for Ischemic Heart Failure (STICH) trial. J Thorac Cardiovasc Surg 2007 ;134: 1540 – 1547.
3. Bonow R, Maurer G, Lee K, et al. Myocardial Viability and Survival in Ischemic Left Ventricular Dysfunction. N Engl J Med 2011; 364:1617-1625.
4. Almeida A, Carpenter J, Xamelli M, et al. Multimodality imaging of myocardial viability: an expert consensus document from the European Association of Cardiovascular Imaging (EACVI). Eur Heart J Cardiovasc Imaging. 2021; 22(8):97-125.
5. Redwood S, Ferrari R, Marber M. Myocardial hibernation and stunning: from physiological principles to clinical practice. Heart 1998;80:218–222.
6. Ling LF, Marwick TH, Flores DR, et al. Identification of therapeutic benefit from revascularization in patients with left ventricular systolic dysfunction: inducible ischemia versus hibernating myocardium. Circ Cardiovasc Imaging. 2013; 6:363–372.
7. Beanlands R, Nichol G, Huszti E, et al. F-18-fluorodeoxyglucose positron emission tomography imaging-assisted management of patients with severe left ventricular dysfunction and suspected coronary disease: a randomized, controlled trial (PARR-2). J Am Coll Cardiol. 2007; 50(20):2002-12.
8. Mc Ardle B, Shukla T, Nichol G, et al. Long-Term Follow-Up of Outcomes With F-18-Fluorodeoxyglucose Positron Emission Tomography Imaging-Assisted Management of Patients With Severe Left Ventricular Dysfunction Secondary to Coronary Disease. Circ Cardiovasc Imaging. 2016;9 (9):e004331.
9. Schmidt M, Voth E, Schneider CA, et al. F-18-FDG uptake is a reliable predictor of functional recovery of akinetic but viable infarct regions as defined by magnetic resonance imaging before and after revascularization. Magn Reson Imaging 2004;22:229-36
10. Jiao Wang, Jian-ming Li, Shuai Li, and Bailing Hsu. Absolute Resting 13N-Ammonia PET Myocardial Blood Flow for Predicting Myocardial Viability and Recovery of Ventricular Function after Coronary Artery Bypass Grafting. J Nucl Cardiol. 2022; 29(3):987-999.



# Medilog® AR

Holter avanzado, eficiente y fiable



## Estenosis aórtica

# 8. QUÉ NO DEBERÍA FALTAR EN EL INFORME EN LA ESTENOSIS AÓRTICA

Dr. Martín Fernández - Dr. Miguel A. Scaramal - Dr. Iván Constantin.

La estenosis valvular aórtica (EVA) se ha convertido en la valvulopatía primaria más frecuente, siendo una causa importante de morbi-mortalidad cardiovascular en la población 1. La utilización de métodos de multi-imágenes cardíacas permite una clasificación más precisa para el seguimiento y planificación de su abordaje terapéutico. Entre ellas el ecocardiograma transtorácico (ETT) persiste como el método de evaluación inicial y de seguimiento por excelencia ya que aporta no solo información de su estructura anatómica sino también funcional. La realización del informe debe ser metódica y debe contemplar tanto las características de la válvula como la repercusión a nivel de las cámaras cardíacas y la posible coexistencia de otras condiciones cardíacas. A continuación, se describen los elementos esenciales que no pueden faltar en un informe de ETT con EVA.

### 1. DATOS ANTROPOMÉTRICOS, EDAD Y SIGNOS VITALES:

Cálculo de la superficie corporal para indexar las mediciones.

-Edad: orienta la posible etiología (>75 años enfermedad degenerativa, <65 años válvula bicúspide).

-Presión arterial y frecuencia cardíaca: valores extremos pueden alterar las estimaciones hemodinámicas. Se recomienda lograr primero un buen control de los mismos antes de definir la severidad de la EVA.

### 2. ANATOMÍA VALVULAR Y PERIVALVULAR:

- Descripción de la morfología valvular, cantidad de cúspides, movilidad, distribución del calcio en las mismas. Examinación de la porción subvalvular y supra valvular para detectar estenosis en dichos niveles.
- Diámetros de todas las porciones de la aorta ascendente en telediástole de borde superior a borde superior para evaluar la necesidad de corrección por recuperado de presión.
- Diámetro del tracto de salida del ventrículo izquierdo (TSVI): utilizado para la estimación del área del TSVI en la ecuación de continuidad (EC). Se recomienda medir en mesosístole de borde interno a borde interno lo más cercano al anillo aórtico como se muestra en la imagen.

Se ha observado que realizar la medición en dicho nivel y no por debajo del mismo es preferible para evitar sobreestimaciones de la severidad del área valvular aórtica (AVA) o de estado de bajo flujo 2. Se recomienda utilizar zoom para ser lo más

preciso posible.

- Planimetría valvular: No se recomienda realizar de rutina por el artefacto que origina el calcio valvar. Podría ser utilizado con mayor precisión en etiologías no degenerativas, en especial con ecocardiografía transesofágica. Se prefiere la medición del área por EC.

### 3. VALORACIÓN HEMODINÁMICA:

**Gradientes:** Se realiza el trazado del espectro aórtico medido con Doppler continuo para la obtención de la velocidad máxima, gradiente máximo y medio y la integral de velocidades (VTI) aórtica. Se considera que la EVA es severa cuando el gradiente medio es  $\geq 40$  mmHg y/o la velocidad máxima es  $\geq 4$  m/s<sup>1,3,4</sup>. Se recomienda promediar 3 medidas estando en ritmo sinusal y al menos 5 en ritmos irregulares. Para evitar infraestimaciones, es fundamental lograr una correcta alineación con el flujo y rastrear los máximos gradientes desde todas las vistas posibles considerando siempre la vista paraesternal derecha (imagen 2), además de la utilización del transductor "pedof" en caso de que esté disponible en el laboratorio, ya que permite una excelente angulación y alineación. Debe mencionarse en el informe desde qué vista se obtuvieron los máximos gradientes para próximas evaluaciones.

Su obtención muchas veces es dificultosa en pacientes con mala ventana ecocardiográfica (obesidad, patología respiratoria o ventilación mecánica, entre otras causas). Son además, parámetros dependientes del flujo, por lo que en estados de bajo flujo pueden subestimarse. Finalmente, pueden estar sobreestimados en estados hiperdinámicos como insuficiencia aórtica significativa, anemia, sepsis o fistulas arteriovenosas. 5

**Coefficiente adimensional:** Con Doppler pulsado se obtiene el VTI a nivel del TSVI (imagen 3) y se divide por el VTI aórtico (VTI TSVI / VTI aórtico). Un valor  $< 0.25$  es considerado como parámetro de severidad. Presenta menor posibilidad de error al no depender de la medida del TSVI.

### AVA Y SU VALOR INDEXADO:

Se obtienen con la EC como se muestra en la imagen 4. El punto de corte de severidad establecido por las guías es  $< 1$

cm<sup>2</sup> o indexada  $< 0,6$  cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>. Se trata de un parámetro sujeto a errores. Se parte del error de considerar mediante este cálculo que el área del TSVI es circular, cuando se conoce que el mismo adopta una forma ovalada. Sin embargo, la gran mayoría de los estudios de seguimiento de EVA se realizaron con este parámetro, motivo por el cual se sigue recomendando como medida de seguimiento adecuada. Una de las principales fuentes de error en su cálculo deriva de la medida del diámetro del TSVI, valor que en la fórmula está elevado al cuadrado, lo que incrementa el error de forma considerable. En situaciones de bajo flujo, el AVA puede estar falsamente disminuido, requiriendo en estos casos la valoración del estado de flujo como se detalla en el siguiente párrafo. Una vez corroborado el estado de bajo flujo, se requieren estudios adicionales como el ecoestrés con dobutamina en baja dosis en casos de fracción de eyección (FE) deprimida o de score de calcio valvular por tomografía computada para discernir entre verdadera estenosis o pseudoestenosis.

**ESTADO DE FLUJO AÓRTICO:** El volumen sistólico indexado (imprecisamente nombrado como flujo aórtico ya que el flujo o caudal hace referencia al concepto de volumen por unidad de tiempo), es un parámetro que depende de múltiples variables, entre ellas la función sistólica del VI, volumen ventricular, como también de la coexistencia de otras valvulopatías y de estados que modifiquen la hemodinamia del paciente. Se define estado de bajo flujo como un volumen sistólico indexado a superficie corporal  $< 35$  ml/m<sup>2</sup>. La tasa de flujo transvalvular (volumen sistólico/tiempo eyectivo aórtico) es una medida directa del flujo que ha demostrado tener valor pronóstico en la valoración de EVA 6. Su valor normal es  $\geq 210$  ml/s.

### 4. REPERCUSIÓN EN CÁMARAS CARDÍACAS:

Los diámetros, volúmenes, espesores y masa ventricular izquierda permiten valorar el grado de evolutividad de la enfermedad y de la adaptación del miocardio al aumento de la postcarga crónica.

### VALORACIÓN DE LA FUNCIÓN SISTÓLICA DEL VI:

\*La FE ha demostrado ser un marcador pronóstico en la evolución de la EVA, siendo un parámetro bien establecido por las guías de práctica clínica para guiar la intervención 3,4. No se debe omitir informar trastornos regionales de motilidad parietal, dada la posible coexistencia de enfermedad coronaria. \*El Strain longitudinal global ha demostrado ser un marcador de avance de la enfermedad, aunque hasta la fecha no se ha incluido como criterio para intervenir en guías de práctica clínica.

### FUNCIÓN DIASTÓLICA DEL VI:

Volumen auricular izquierdo, llenado mitral y relación E/e'. Presiones pulmonares, tamaño y función del ventrículo derecho.

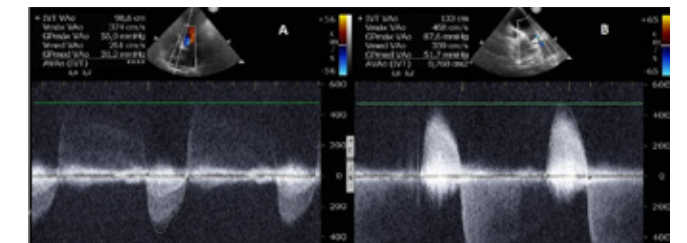
**5. OTRAS CONDICIONES CARDÍACAS:** La presencia de insuficiencia aórtica u otras valvulopatías, dilatación aórtica, hipertrofia septal con obstrucción del TSVI o como se ha mencionado previamente la presencia de alteraciones regionales de la motilidad como correlato de enfermedad coronaria.

**CONCLUSIONES:** Un estudio ecocardiográfico completo en un paciente con EVA debe contemplar no sólo los aspectos anatómicos y hemodinámicos que determinan la severidad de la estenosis valvular per se, sino que además debe ser minucioso a la hora de evaluar la repercusión de la patología en las cámaras cardíacas o la concomitancia con otras valvulopatías, lo cual determinará la gravedad de la patología globalmente y ayudará a guiar la terapéutica de estos pacientes.

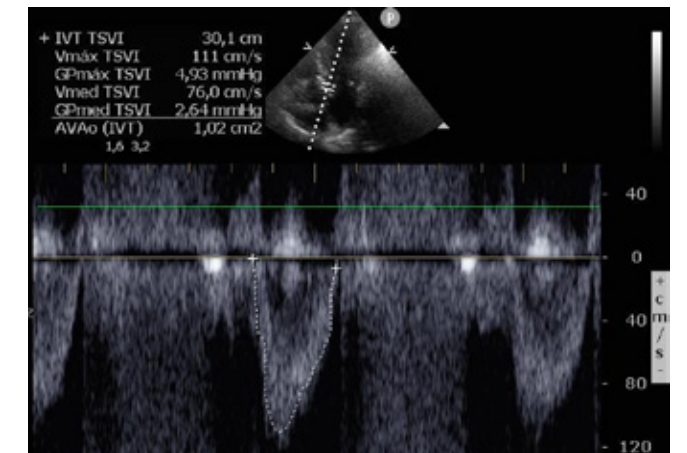
### ADECUADA MEDICIÓN DEL DIÁMETRO DEL TSVI



**Imagen 1.** Medición del tracto de salida del VI. Se prefiere realizar la medición con Zoom lo más próximo al anillo aórtico, en mesosístole y de borde interno a borde interno. Se debe tener especial cuidado ante la presencia de calcio en el TSVI (imagen izquierda), lo cual puede generar medidas incorrectas del mismo.



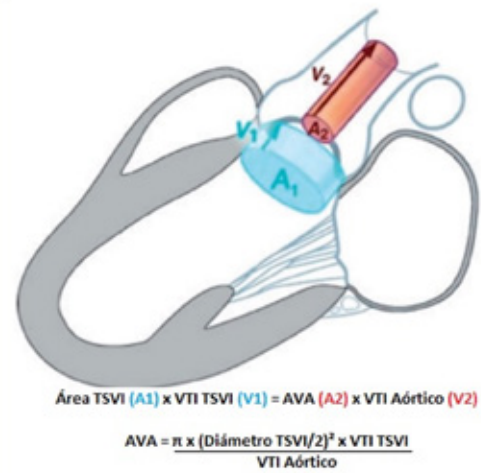
**Imagen 2.** Estimación de velocidad pico y gradientes aórticos. Obsérvese cómo en un mismo paciente pueden estimarse de forma errónea gradientes bajos (A), en este caso desde vista de 5 cámaras con alineación imperfecta en comparación con los altos gradientes estimados desde vista paraesternal derecha con excelente alineación con el flujo aórtico (B)



**Imagen 3.** Medición del VTI del TSVI. Con doppler pulsado se coloca el volumen muestral lo más próximo al anillo aórtico (en el sitio donde se realiza la medición del diámetro del TSVI) evitando adentrarse en la válvula para evitar velocidades aumentadas, trazando el borde externo, pero dejando las "deflecciones" por fuera del mismo.







**Imagen 4.** Representación esquemática de la ecuación de continuidad. Adaptado de Baumgartner, H., Chair et al. Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging 18, 254–275 (2017).

	Esclerosis aórtica	Leve	Moderada	Severa
Velocidad Pico (m/seg)	<2.6	2.6-2.9	3-3.9	≥ 4
Gradiente medio (mmhg)	-	<20	20-39	≥ 40
AVA(cm2)	-	>1.5	1.5-1	<1
AVA indexada (cm2/m2)	-	>0.85	0.85-0.6	<0.6
Coefficiente adimensional	-	>0.5	0.5-0.25	<0.25

**Tabla 1.** Criterios ecocardiograficos para estadificación de estenosis aórtica . Adaptado de Baumgartner et al Journal of the American Society of Echocardiography, Volume 30 Number 4 ,Table 3 383 (2017).

**BIBLIOGRAFÍA:**

1. Baumgartner, H., Chair et al. Recommendations on the echocardiographic assessment of aortic valve stenosis: a focused update from the European Association of Cardiovascular Imaging and the American Society of Echocardiography. Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging 18, 254–275 (2017).
2. Guzzetti, E. et al. Estimation of Stroke Volume and Aortic Valve Area in Patients with Aortic Stenosis: A Comparison of Echocardiography versus Cardiovascular Magnetic Resonance. J. Am. Soc. Echocardiogr. 33, 953–963.e5 (2020).
3. Vahanian, A. et al. 2021 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease: Developed by the Task Force for the management of valvular heart disease of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). Rev. Esp. Cardiol. 75, 524 (2022).
4. Writing Committee Members et al. 2020 ACC/AHA Guideline for the Management of Patients With Valvular Heart Disease: Executive Summary: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. J. Am. Coll. Cardiol. 77, 450–500 (2021).
5. Estratificación de la estenosis aórtica: en la integración juiciosa de datos está el éxito. Cirugía Cardiovascular 24, 157–163 (2017).
6. Namasivayam, M. et al. Transvalvular Flow Rate Determines Prognostic Value of Aortic Valve Area in Aortic Stenosis. J. Am. Coll. Cardiol. 75, 1758–1769 (2020).



# CARDIOVIT CS-200 EXCELLENCE ERGOSPIRO

El arte del diagnóstico mediante las pruebas de esfuerzo cardiopulmonar



## Estenosis aórtica

# 9. UTILIDAD Y APORTE DE LA TC CARDÍACA EN LA EVALUACIÓN DE SEVERIDAD DE LA ESTENOSIS AÓRTICA

Dra. Julia Graiño - Dra. María Celeste Carrero.

La válvula aórtica es una estructura dinámica y sofisticada, capaz de abrir y cerrar más de 3 mil millones de veces durante la vida de un humano promedio. Es una estructura compleja cuyo perfecto funcionamiento involucra una estrecha interacción entre la anatomía, la histología y la fisiología del ventrículo izquierdo, la válvula per se y la raíz aórtica, que permiten la apertura y el cierre de manera secuencial, organizada y precisa, miles de veces por día. La disponibilidad actual de distintas alternativas terapéuticas en la disfunción de la válvula aórtica (implante valvular aórtico percutáneo o TAVI, reemplazo valvular aórtico quirúrgico, plástica valvular aórtica, cirugía de Ross, etc.) exige un conocimiento detallado de la alteración anatómica valvular aórtica para poder elegir la mejor opción en cada caso. La estenosis aórtica (EAO) es una patología valvular muy frecuente caracterizada por el progresivo estrechamiento de la válvula y remodelación del ventrículo izquierdo (VI) desencadenada por múltiples etiologías como la degeneración de la misma, afectación reumática, válvula bicúspide, que tienen en común el camino a la calcificación valvular.

La velocidad de progresión de la EAO está asociada a la edad y al grado de calcificación de los velos. Previamente, el uso de la tomografía se limitaba principalmente a la evaluación coronaria y de la aorta. Sin embargo, en los últimos años y de la mano del progreso del TAVI, la tomografía computada multicorte (TC) cardíaca se ha fortalecido como un método complementario de mucha utilidad en la evaluación de la válvula aórtica.

Si bien la ecocardiografía es la herramienta más utilizada para la valoración de la morfología, la hemodinamia y severidad de las valvulopatías, presenta algunas limitaciones, como la ventana ultrasónica y la calcificación que dificulta la visualización. La carga de calcio en la válvula aórtica es un predictor de la progresión de la EAO y del desarrollo de eventos clínicos, como el reemplazo de la válvula aórtica y muerte. En este sentido, la TC cardíaca con su alta resolución espacial cumple un rol complementario para la evaluación de la válvula aórtica. Permite la visualización de la válvula aórtica y cámaras cardíacas a lo largo del ciclo cardíaco y proporciona información sobre la morfología de la válvula aórtica (es decir, bicúspide versus válvula tricúspide), dimensiones del VI, anatomía de las arterias coronarias, localización de los ostium coronarios, longitud de la valva,

tamaño del anillo aórtico, morfología y dimensiones de la raíz aórtica. Es particularmente útil en pacientes con ventana acústica transtorácica inadecuada o que presenten contraindicaciones para la ecocardiografía transesofágica. Sin embargo, como desventajas, presenta el requerimiento de contrastes iodados y la radiación asociada al uso de rayos X (aunque se ha logrado reducir considerablemente con protocolos actuales).

### DISTINTAS UTILIDADES DE LA TC CARDÍACA MULTICORTE EN VALVULOPATÍA AÓRTICA:

#### Calcificación valvular aórtica:

Permite estimar con mayor precisión la carga de calcio valvular aórtico. El score de calcio valvular aórtica consiste en una tomografía sin contraste (idealmente gatillada con ECG) en la que se puede cuantificar el volumen total del depósito de calcio en la válvula aórtica. Se identifican las lesiones radioopacas con una densidad mayor de 130 unidades Hounsfield (UH) dentro de un área de interés de manera manual, automática o semiautomática. Tiene elevada reproducibilidad, especificidad y sensibilidad para la detección de calcificación valvular aórtica. Resulta especialmente útil en pacientes con EAO y hallazgos ecocardiográficos discordantes, en EAO bajo flujo-bajo gradiente y en EAO con flujo normal y bajo gradiente (AVA <1cm<sup>2</sup>, pero bajo gradiente transvalvular). De hecho, se ha incluido esta modalidad en las principales guías de diagnóstico y manejo de valvulopatías. Se recomiendan distintos puntos de corte según el género, dado que para el mismo grado de estenosis, las mujeres presentan mayor proporción de fibrosis que los hombres (Figura 1). Una calcificación por encima de 2000 UA (o  $\geq 480$  UA/cm<sup>2</sup>) en hombres y de 1200 UA (o  $\geq 290$  UA/cm<sup>2</sup>) en mujeres presenta elevada sensibilidad y especificidad para diagnosticar una EAO severa. Actualmente se están evaluando métodos de determinación de la fibrosis y calcificación valvular aórtica en TC con contraste.

#### Área valvular aórtica y morfología Valvular:

La adquisición de un protocolo retrospectivo de TC permite evaluar todo el ciclo cardíaco y la apertura y cierre de la válvula aórtica. De este modo, es posible realizar planimetría del área valvular aórtica. Es posible medir el área del orificio anatómico en cualquier momento del ciclo cardíaco para producir una estimación del área del orificio geométrico. Sin embargo,

existen discrepancias entre área del orificio efectivo calculado por ecocardiografía y el área valvular medida por tomografía, sobre todo en pacientes con válvula aórtica bicúspide. El área medida por TC tiene valores más altos y el punto de corte de 1,2 cm<sup>2</sup> predice mortalidad de manera comparable al ecocardiograma Doppler. Por otra parte, la visualización de la válvula en sístole y diástole permite determinar el fenotipo valvular (por ejemplo diferenciar una válvula trivalva de una bicúspide, cuadrícúspide o unicúspide), la presencia de fibrosis, de rafe (total o parcial, de difícil visualización con ecocardiografía), de prolapso valvular, así como medir la asimetría entre valvas y el ángulo de las comisuras.

#### Planificación de tavi:

La TC cardíaca se utiliza de forma rutinaria para programar, planificar y reducir las complicaciones en pacientes con EAO a los que se les realiza TAVI. En la última década su utilización en pacientes con EAO ha aumentado en relación al aumento de la indicación del TAVI, lo cual ha permitido grandes avances en la integración de la información proveniente del ecocardiograma y la TC. Para lograr resultados óptimos en los procedimientos de TAVI, resulta necesaria una selección adecuada de los candidatos, así como un riguroso estudio de imagen que permita evaluar el anillo aórtico, la anatomía y dimensiones valvulares, así como los accesos vasculares. Más allá de la utilidad de la TC en evaluar los accesos vasculares, el uso de reconstrucciones multiplanares (MPR) también permite:

- Medir con precisión el diámetro, área y perímetro del anillo aórtico para determinar el tamaño y mejor ubicación de la prótesis,
- Evaluar el grado de calcificación anular y su distribución, íntimamente relacionado con el riesgo de fuga paravalvular,
- Medir la distancia del anillo al ostium de coronarias, para evaluar el riesgo de oclusión coronaria durante el procedimiento,
- Evaluar el grado de calcificación de la raíz aórtica
- Determinar la proyección fluoroscópica óptima para el

implante valvular, lo que reduce el uso de contraste y tiempo de procedimiento.

- Medir de manera precisa y con doble oblicuidad los diámetros aórticos a nivel de senos de Valsalva, unión sinotubular y aorta ascendente, cayado y aorta descendente.

Existen otros usos de la TC cardíaca en válvula aórtica que escapan al alcance de este breve resumen, como pueden ser la evaluación de prótesis (TAVI o quirúrgicas), la presencia de complicaciones locales en endocarditis infecciosa, entre otras.

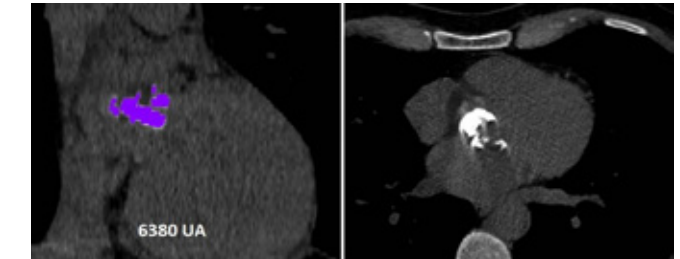


Figura 1. Score de calcio de válvula aórtica. Se realizó la identificación semi-automática de calcio en válvula aórtica en paciente de 52 años con válvula aórtica bicúspide. Presenta extensa calcificación valvular aórtica (6380 UA), lo que se correlaciona con estenosis aórtica severa con elevada especificidad y sensibilidad.

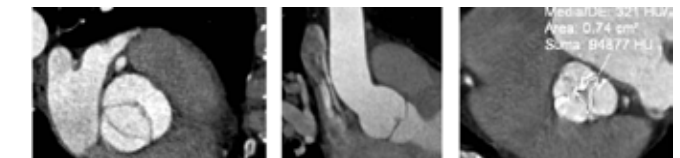


Figura 2. Reconstrucciones multiplanares de válvula aórtica en distintos pacientes. A la izquierda se observa: apertura sistólica en forma de elipse en paciente con válvula aórtica bicúspide fusionada (valvas coronarianas derecha e izquierda), fibrosis y marcada asimetría de senos; en el centro se observa prolapso de una valva aórtica durante diástole (mecanismo de regurgitación aórtica) y a la derecha, planimetría de área valvular aórtica en válvula trivalva con extensa calcificación y apertura reducida en grado severo.

#### BIBLIOGRAFÍA:

1. O'Brien JP, Srichai MB, Hecht EM, Kim DC, Jacobs JE. Anatomy of the Heart at Multidetector CT: What the Radiologist Needs to Know. RadioGraphics [Internet]. 1 de noviembre de 2007 [citado 17 de octubre de 2021];27(6):1569-82. Disponible en: <https://pubs.rsna.org/doi/full/10.1148/rg.276065747>
2. Feuchtnr G. Imaging of Cardiac Valves by Computed Tomography. Scientifica [Internet]. 2013 [citado 10 de noviembre de 2019];2013. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3893874/>
3. Galian-Gay L, Rodríguez-Palomares J, Guala A, Michelena HI, Evangelista A. Multimodality imaging in bicuspid aortic valve. Prog Cardiovasc Dis [Internet]. julio de 2020 [citado 7 de diciembre de 2020];63(4):442-51. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0033062020301249>
4. Clavel MA, Malouf J, Messika-Zeitoun D, Araoz PA, Michelena HI, Enriquez-Sarano M. Aortic valve area calculation in aortic stenosis by CT and Doppler echocardiography. JACC Cardiovasc Imaging. marzo de 2015;8(3):248-57.
5. Clavel MA, Messika-Zeitoun D, Pibarot P, Aggarwal SR, Malouf J, Araoz PA, et al. The complex nature of discordant severe calcified aortic valve disease grading: new insights from combined Doppler echocardiographic and computed tomographic study. J Am Coll Cardiol. 17 de diciembre de 2013;62(24):2329-38.
6. Doris MK, Everett RJ, Shun-Shin M, Clavel MA, Dweck MR. The Role of Imaging in Measuring Disease Progression and Assessing Novel Therapies in Aortic Stenosis. JACC Cardiovasc Imaging. enero de 2019;12(1):185-97.
7. Pawade T, Sheth T, Guzzetti E, Dweck MR, Clavel MA. Why and How to Measure Aortic Valve Calcification in Patients With Aortic Stenosis. JACC Cardiovasc Imaging. 2019;12(9):1835-48.





## Estenosis aórtica

# 10. CUÁNTO MÁS NOS APORTA LA RMC EN LA TOMA DE DECISIONES

Dra. Julieta Denes.

La estenosis aórtica (ES) es la valvulopatía clínicamente significativa más frecuente, aumentando su prevalencia con la edad. Esta valvulopatía genera complicaciones estructurales más allá de la calcificación valvular, tales como la disfunción del ventrículo izquierdo (VI), y aortopatía.

La única alternativa terapéutica ante la ES severa (ESS) es la terapéutica mecánica (usualmente su reemplazo), por lo que la toma de decisión y tiempo de intervención valvular son determinantes en el pronóstico y sobrevida de estos pacientes, teniendo los métodos por imágenes un rol fundamental en la misma (1).

El ecocardiograma transtorácico (ETT) sigue siendo el método de elección para el abordaje inicial del estudio de la ES, a pesar de las ya conocidas debilidades frente a otros: operador dependiente, pacientes con ventana ultrasónica subóptima, posibles dificultades en la correcta alineación para la obtención de velocidades máximas, cálculo del área valvular (AVA) asumiendo una forma circular del anillo aórtico, entre otras.

Ahora bien, hoy día contamos con nuevos métodos de imágenes que pueden adicionar información al ETT o surgir como alternativas en el estudio de la ES, tal es el ejemplo de la resonancia magnética cardíaca (RMNc). Inclusive Una revisión sistemática y metaanálisis publicado en 2020 insinuó que la RMNc podría convertirse en la principal herramienta diagnóstica en pacientes con ESS, superando la mayoría de los déficits del ETT (2).

Por un lado, mediante la RMNc se puede evaluar cualitativamente la apertura valvular y su morfología. Con secuencias de CINE se puede estimar el AVA por planimetría; con las secuencias de contraste de fase (CF) es posible evaluar la velocidad máxima anterógrada; y se pueden también determinar parámetros biodinámicos del flujo sanguíneo a través de las secuencias de 4D Flow (4DF). Además, la RMNc cuenta con la capacidad de identificar fibrosis a nivel del miocardio (ya sea de manera intersticial difusa o focal, con las secuencias de T1 mapping -T1map- y realce tardío -RT-respectivamente), lo cual aporta información para la estratificación de riesgo y pronóstico del paciente(1).

Además este método cuenta con una ventaja respecto al ETT para la valoración de la disfunción del ventrículo izquierdo,

siendo el Gold estándar en el cálculo de la fracción de eyección (FEYVI).

**SECUENCIAS DE CINE:** La RMNc permite la valoración multiplanar de la válvula aórtica (VAo) mediante las secuencias de CINE, pudiendo evaluar la morfología valvular de manera precisa y su comportamiento dinámico de manera cualitativa, tanto en vistas de 3 cámaras como en cortes axiales de la válvula específicos a nivel de sus valvas (figura 1 y 2). No obstante, si bien es muy factible diferenciar por este método una ESS de una estenosis leve, los rangos intermedios presentan mayor dificultad. (3).

**CONTRASTE DE FASE:** Mediante la secuencia de CF es posible obtener la velocidad máxima a nivel de la VAo (figura 3), siendo capaz de cuantificar con precisión los gradientes aórticos mediante la ecuación de Bernoulli. Hay estudios que muestran que la precisión de los gradientes obtenidos puede ser comparable a la del ETT, a pesar de una ligera diferencia dada por la resolución temporal (4). Además, mediante este método se pueden obtener datos tales como el flujo anterógrado que resultan de gran relevancia en la valoración de la EAo (figura 4). Sin embargo, no está exento de limitaciones, como la dificultad para determinar la velocidad de codificación, la posible desalineación del plano valvular, pérdidas de señal y errores en el análisis pre o post procesado (5).

**4D FLOW:** Esta innovadora técnica ha demostrado ser útil en la evaluación de la enfermedad valvular aórtica en pacientes con VAo bicúspide (tanto la para la valoración de la enfermedad valvular como la aortopatía) (1). Se esperaba que este método fuera útil también para sobreponerse a limitantes de la técnica CF, sobre todo en aquellos flujos muy turbulentos a nivel valvular como en jets excéntricos. Sin embargo, un estudio realizado por Halva et al. que comparó de manera prospectiva a un grupo de pacientes con ES con indicación de reemplazo de válvula aórtica (RVAo) estudiados tanto por ETT como por RMNc con CF y 4DF, observó que con este último la velocidad máxima sistólica estaba subestimada respecto a la obtenida por ETT, mientras que la diferencia entre las mediciones obtenidas con ETT y CF resultaron insignificantes.(6) Hasta este momento, se conoce que esta técnica resulta útil para la apreciación del stress parietal generado por la fricción entre el flujo sanguíneo y la pared aórtica, asociado a disfunción endotelial, aterogénesis y senescencia vascular acelerada (1).

**T1 MAPPING:** Mediante el T1map, es posible determinar la presencia de fibrosis intersticial difusa (figura 5). Está demostrada su correlación con la fibrosis miocárdica observada histológicamente en ES. Informes de valores de T1 mapping en pacientes con ESS pre RVAo reflejaron el grado de fibrosis miocárdica difusa con predicción de eventos cardiovasculares y mortalidad (7). En 2019, Hwang et al estudiaron el comportamiento del T1map post RVAo, resultando que aquellos con mejoría del valor de T1map al año de intervención, se correlacionaron con mejorías tanto en la función sistólica del VI como en el pronóstico (8).

Estos datos sugieren que la fibrosis difusa es un proceso progresivo y dinámico, que incluso puede ser reversible post RVAo. Es por esto que se propone como valoración temprana en pacientes con ESS asintomáticos. Sin embargo, se requieren más estudios para obtener valores aplicables (1).

**REALCE TARDÍO:** El RT es un método ya establecido y ampliamente utilizado para la detección de fibrosis miocárdica en múltiples patologías cardíacas, prediciendo de manera independiente mortalidad y eventos cardiovasculares.

La ES no es una excepción, siendo el RT intramiocárdico el patrón más frecuente encontrado en estos casos (figura 6), tratándose de una enfermedad avanzada (si hubiera RT subendocárdico podría sugerir enfermedad coronaria concomitante). A diferencia de la fibrosis detectada con T1map, una vez establecida en las secuencias de RT, la misma resulta irreversible, siendo un marcador independiente pronóstico de eventos cardiovasculares y mortalidad (9).

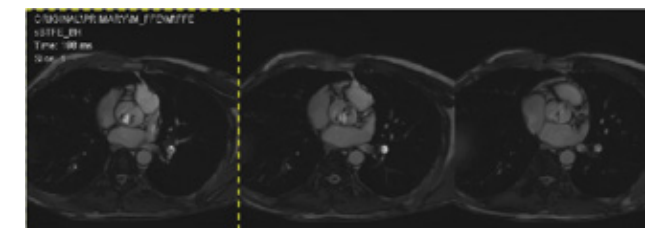
**RMNC STRAIN:** El strain longitudinal (StL) reducido por ETT es un marcador temprano de disfunción contráctil aun cuando la fracción de eyección está conservada, y se asocia además a la presencia de fibrosis miocárdica. Esta misma conclusión surge de los escasos trabajos realizados con StL derivado de RMNc, demostrando que conforme empeora la ES, menor es el valor de StL obtenido, siendo un marcador de mortalidad en pacientes con ESS y un predictor de deterioro de la fracción de eyección del ventrículo izquierdo en estos pacientes (10). Se observó además una interesante correlación entre su reducción y la presencia de fibrosis tanto intersticial en el T1map como intramiocárdica en las secuencias de RT.

**CONCLUSIÓN:** La RMNc es sin dudas un método completo para la valoración adecuada de pacientes con ES, pudiendo evaluar no solo los cambios mecánicos valvulares y ventriculares que sufren estos pacientes, sino también el impacto hemodinámico e irreversible que la patología presenta. Pudiendo identificar por ejemplo a quienes tienen una ESS asintomática con mayor riesgo de eventos como lo indica la presencia de fibrosis.

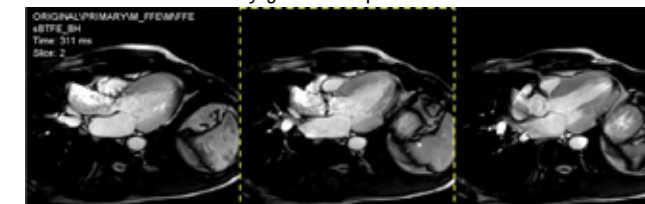
Si bien todavía no está incluida de modo claro en los algoritmos para el diagnóstico y la toma de decisiones en la ESS, con el tiempo y el advenimiento de nuevos trabajos de investigación probablemente obtendrá un lugar indiscutido en el manejo de esta valvulopatía.

Figuras:

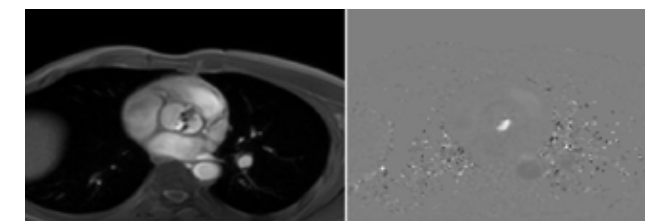
**Figura 1:** Secuencia de multiplanar de CINE dirigida a ver la válvula aórtica en eje corto. Se puede ver grado de apertura y calcificación, y morfología.



**Figura 2:** Secuencia de CINE en tres cámaras para evaluar tracto de salida, aceleración a este nivel y grado de apertura valvular.



**Figura 3:** Secuencia de contraste de fase, a partir de la cual se puede evaluar también el grado de apertura valvular, morfología de la válvula y calcular la velocidad máxima anterógrada.



**Figura 4:** Cálculo de flujo anterógrado y retrogrado a nivel valvular y obtención de velocidad máxima.

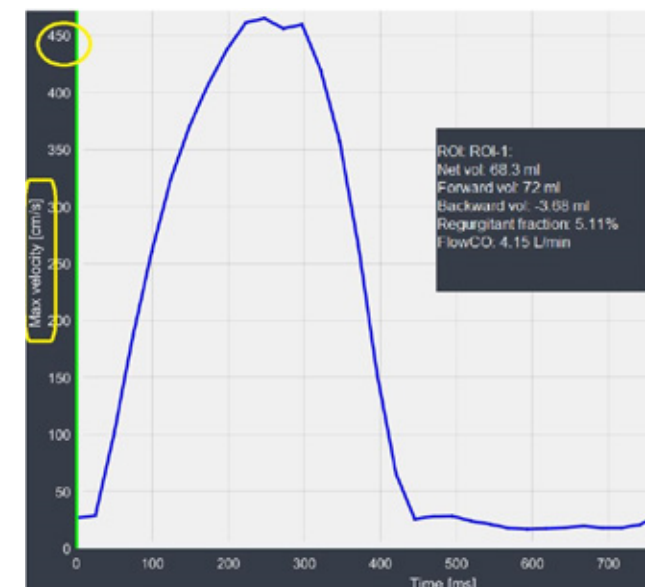


Figura 5: Secuencia de T1 mapping en paciente con estenosis aórtica severa, con valor prologado sugestivo de fibrosis intersticial difusa.

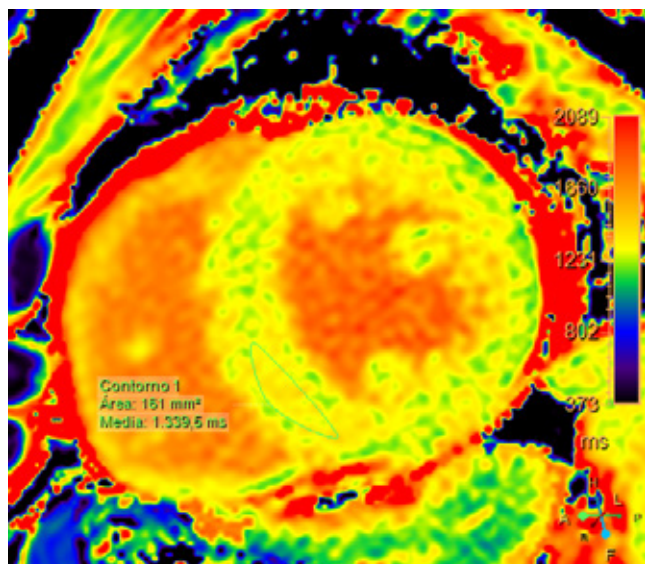
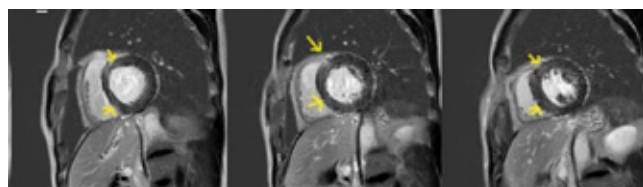


Figura 6: Secuencia de relace tardío de gadolinio en paciente con estenosis aórtica severa con extenso relace intramiocárdico a nivel basal y medio.



#### BIBLIOGRAFÍA:

- 1) Carmen Cionca et al- Advanced cardiovascular multimodal imaging and aortic stenosis- Heart Failure Reviews 2021. doi.org/10.1007/s10741-021-10131-8
- 2) Kei Woldendorpet al - Evaluation of aortic stenosis using cardiovascular magnetic resonance: a systematic review & meta-analysis. 2020, Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance. doi.org/10.1186/s12968-020-00633-z
- 3) Levy F, Iacuzio L, Civaia F et al - Usefulness of 3-Tesla cardiac magnetic resonance imaging in the assessment of aortic stenosis severity in routine clinical practice. 2016, Arch Cardiovasc Dis. DOI: 10.1016/j.acvd.2016.04.006
- 4) Caruthers SD, Lin SJ, Brown P et al - Practical value of cardiac magnetic resonance imaging for clinical quantification of aortic valve stenosis: comparison with echocardiography. 2003, Circulation. DOI: 10.1161/01.CIR.000095268.47282.A1.
- 5) Chai P, Mohiaddin R et al - How we perform cardiovascular magnetic resonance flow assessment using phase-contrast velocity mapping. 2005, Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance. DOI: 10.1081/jcmr-65639.
- 6) Reetta Hälväet al - Peak flow measurements in patients with severe aortic stenosis: a prospective comparative study between cardiovascular magnetic resonance 2D and 4D flow and transthoracic echocardiography. 2021, Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance. doi.org/10.1186/s12968-021-00825-1
- 7) Lee H, Park JB, et al - Noncontrast myocardial T1 mapping by cardiac magnetic resonance predicts outcome in patients with aortic stenosis. 2018, JACC Cardiovasc Imaging. DOI: 10.1016/j.jcmg.2017.09.005
- 8) In-Chang Hwanget al- Aortic valve replacement-induced changes in native T1 are related to prognosis in severe aortic stenosis: T1 mapping cardiac magnetic resonance imaging study. 2019, European Heart Journal - Cardiovascular Imaging. doi:10.1093/ehjci/jez201
- 9) Bing et al - Imaging and Impact of Myocardial Fibrosis in Aortic Stenosis -2019, JACC Cardiovasc Imaging. doi.org/10.1016/j.jcmg.2018.11.026
- 10) Ikram Kammoun, Ahmed Sghaier, et al (2021): Current and new imaging techniques in risk stratification of asymptomatic severe aortic stenosis, Acta Cardiologica, DOI: 10.1080/00015385.2021.1939513



## SCENARIA View

Ofrece una vista magnífica.  
Compruébelo usted mismo.





## Prolapso mitral

# 11 - UNA MIRADA MÁS PROFUNDA. ¿EXISTEN AVANCES MEDIANTE LA VALORACIÓN ECOCARDIOGRÁFICA?

Dra. Marcela B. Altamirano - Dr. Maximiliano Villagra.

El diagnóstico del prolapso de válvula mitral (PVM) en los comienzos de la ecografía 2D tenía una prevalencia entre el 5 y el 15%, y hasta el 25 % de los pacientes que se sometían a un estudio por imágenes (1,2,3). A fines de la década de 1980 se redefinió la anatomía mitral normal (4). Levine y col (4) utilizando las imágenes ecocardiográficas en 3D, establecieron que el anillo mitral, tenía forma de silla de montar, esta geometría especial, crea la posibilidad que en una vista ecocardiográfica de 4 cámaras (4C) las valvas “rompan” el plano anular, creando la apariencia de prolapso, cuando en realidad son normales.

Desde entonces se definió el PVM ecocardiográficamente, como un prolapso de una o dos valvas de al menos 2 mm más allá del plano anular del eje largo con o sin engrosamiento de la valva mitral ( Fig. 1 A)(5) .

El prolapso con engrosamiento de las valvas >5mm es

llamado prolapso clásico, y el prolapso con grados menores de engrosamiento, no clásico.

Clasificación de Carpentier para valoración de la Válvula Mitral. La ampliamente conocida la Clasificación de Carpentier, describe a partir de las indentaciones, 3 segmentos de la valva posterior , el anterolateral (P1), medial (P2) y posteromedial (P3); y tres segmentos anteriores, anterolateral (A1), medial ( A2) y posterolateral (A3)l La mayoría de los casos de prolapso involucran el segmento P2, que se identifica fácilmente en las imágenes de ETT en eje largo(Fig.1 A ), sin embargo el segmento P1 no se ve claramente en imágenes de eje largo , pero se visualiza mejor en la vista apical 4C.(5).

Hay que recordar que la ETT puede confirmar el diagnostico de PVM, pero es posible que no pueda excluir el prolapso de todos los segmentos

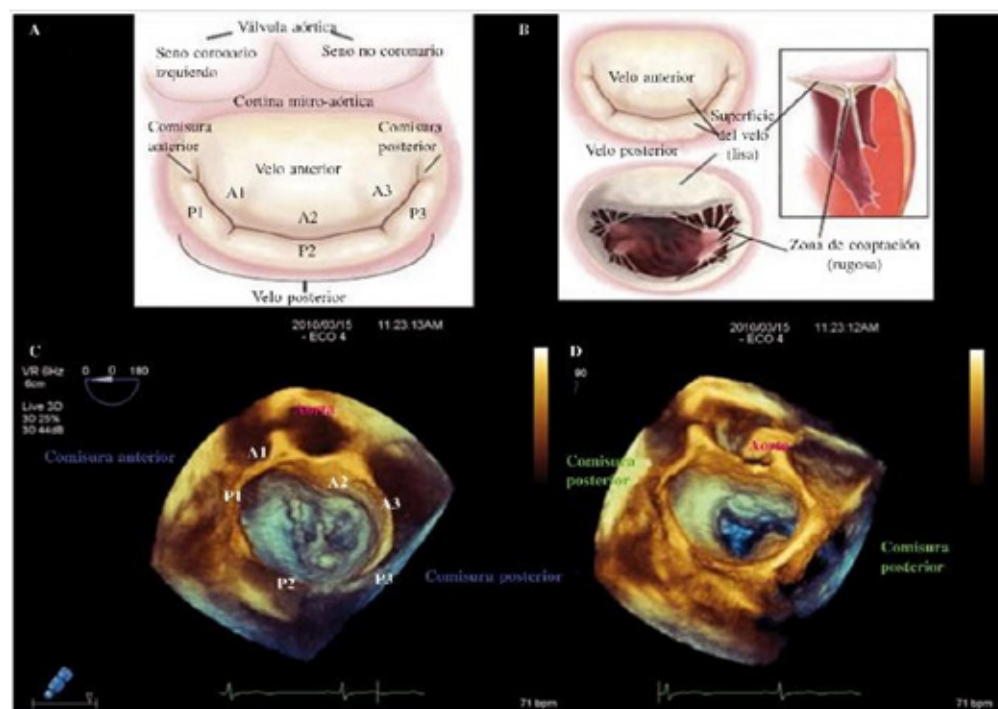


Figura 1 A: segmentación anatómica de los velos mitrales. B: comisuras y zona de coaptación. C: imagen tridimensional obtenida mediante ETE-3D. Se visualiza la VM desde la aurícula con la AO a las 12 (visión del cirujano). La valva mitral posterior (VMP) presenta un prolapso a nivel de su festón medio P2 y posterior P3 con cuerda rota de primer orden válvula flail. D: misma imagen con VM abierta vista desde A1.(6)

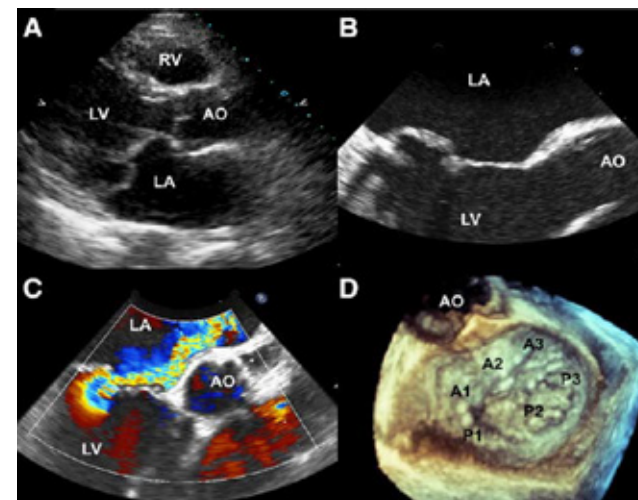


Figura 2. Prolapso del segmento de la válvula mitral posterior (P2) que se muestra en una vista de eje largo de (A) un ecocardiograma transtorácico bidimensional (2D), (B) un ecocardiograma transesofágico (ETE) 2D con (C) insuficiencia mitral severa, excéntrica y dirigida anteriormente asociada, y (D) una vista quirúrgica de ETE tridimensional. AO indica aorta; LA, aurícula izquierda; VI, ventrículo izquierdo; y RV, ventrículo derecho.

### CLASIFICACIÓN DE DURAN:

Esta clasificación, clasifica a los segmentos según como sean sus inserciones cordales. La valva anterior está dividida en 2 segmentos (A1 y A2) y la posterior en 4 segmentos (P1, PM1, P2 y PM2). Los segmentos A1, P2 y PM2 se insertan en el músculo papilar posteromedial.

La clasificación Modificada de Carpentier es una combinación entre Carpentier y Duran, si bien esta es la más precisa anatómicamente, es poco usada.

### ¿ECOCARDIOGRAFÍA 3D QUE NOS APORTA DE NUEVO?

La Ecocardiografía 3D es una técnica de imagen potente a la hora de evaluar la patología mitral tanto regurgitante como estenótica, somos capaces de estudiar cada uno de los segmentos mitrales desde cualquier punto de vista, sin tener que hacer una reconstrucción mental tras diferentes cortes ecocardiográficos. Existen múltiples planos que permiten una localización muy exacta del prolapso, así como los recientes desarrollos tecnológicos permiten una mejor valoración de la morfología, precisa cuantificación de su severidad y de los mecanismos que influyen sobre la misma. Nos ofrece una valoración mucho más intuitiva, que permite un mejor dialogo entre el médico especialista en imágenes y el intervencionista, cirujano o hemodinamista.

Sin embargo, las diferentes modalidades que venimos utilizando en Eco 3D han sufrido cambios no solo en la adquisición de los modelos tridimensionales sino también en la forma de cuantificación dada por diferentes softwares de reconstrucción, que mediante el aporte de inteligencia artificial nos ofrecen la posibilidad de simplificar dichos procesos, obtener parámetros de implicancia clínica como así también incorporar datos automáticos.

Dentro de las nuevas modalidades que aportan mejores datos en la valoración de la patología mitral orgánica es la técnica de Transiluminación y su derivada ecocardiografía “cristal”, debido a que aporta una reconstrucción más “real”, con mejor definición anatómica a partir de la utilización de una luz o foco móvil virtual que permite la evaluación del defecto orgánico con mayor detalle, con la visualización de diferentes grados de sombras otorgando así una mejor sensación de profundidad. (Figura N 3) (7)

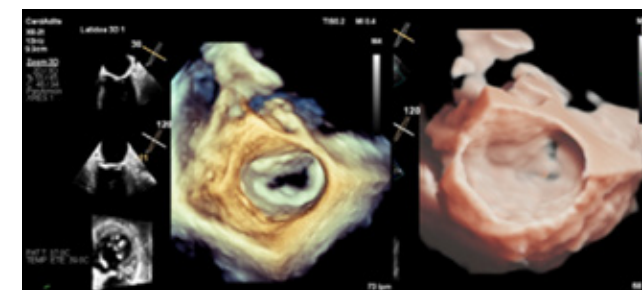


Figura N°3. a) ETE 3D modalidad Zoom 3D clásica b) modalidad vista real (true view) con transiluminación.

La modalidad ecográfica cristal, nos permite modificar la transparencia de los diferentes tejidos a valorar permitiendo una mejor adaptación de la interfaz luz sangre-miocardio, siendo particularmente importante en la localización de jets regurgitantes, homogenizando la imagen y mejor definición de los bordes, obteniendo así un mejor diagnóstico del mecanismo de acción. (Figura N°4)

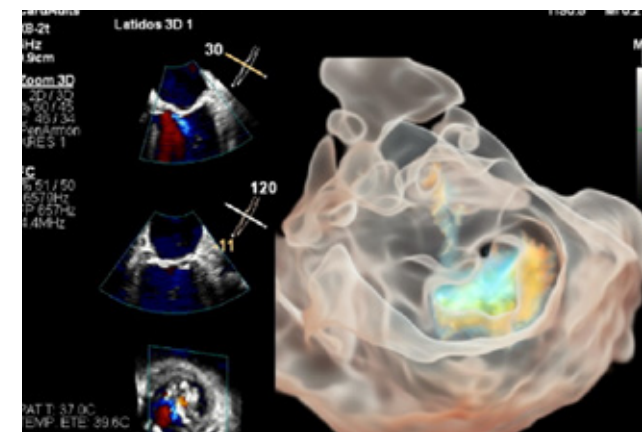
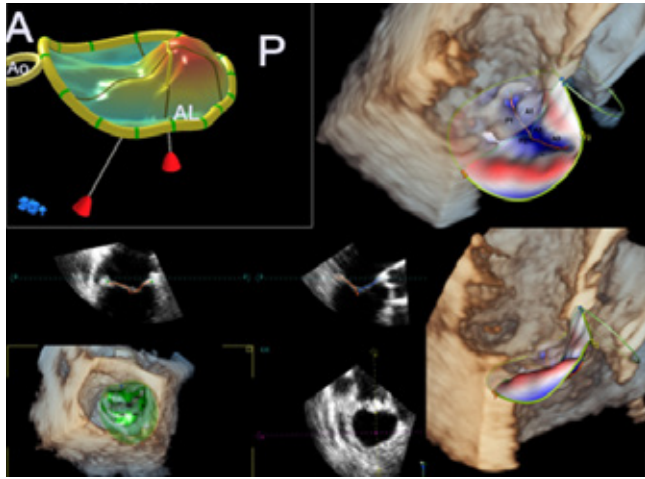


Figura N°4. ETE 3D en modalidad “cristal” en paciente con IM de grado severo de etiología orgánica.

Los nuevos softwares de cuantificación proveen una manera más simple de obtención de datos, disminuyendo significativamente el número de pasos para la obtención de parámetros que son importantes a la hora de decidir sobre la técnica quirúrgica a realizar. La morfología y tamaño del anillo mitral, el volumen de prolapso, la longitud de las valvas, altura de coaptación, así como el tamaño del gap son parámetros cuantitativos de vital importancia y que deben ser debidamente reportados. (Figura N°5). (8)





Dentro de las técnicas de ecocardiografía avanzada, sin lugar a dudas la evaluación de la deformación longitudinal global (Strain longitudinal global 2D) nos permite en pacientes IM severa identificar fases subclínicas de la enfermedad así como también ser un predictor de morbilidad en los que se planea la reparación mitral. (Figura N° 6).(9)

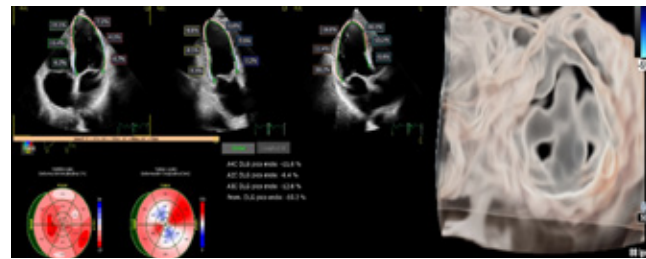


Figura N°6. Deformación longitudinal global automática (Auto Strain 2D) en paciente con IM severa asintomática. Imagen en modalidad eco cristal del mismo paciente.

#### CONCLUSIONES:

La ecocardiografía transtorácica sigue siendo un método útil, que, en manos expertas, permite el diagnóstico preciso del PVM. Pero no debemos dejar de conocer las demás técnicas que día a día avanzan para una mejor visualización de una estructura tan compleja como el aparato valvular mitral y sus patologías.

#### BIBLIOGRAFÍA:

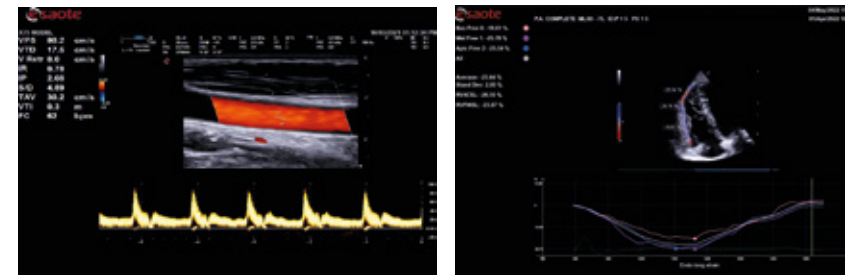
1. Savage DD, Garrison RJ, Devereux RB, Castelli WP, Anderson SJ, Levy D, McNamara PM, Stokes J 3rd, Kannel WB, Feinleib M. Mitral valve prolapse in the general population, 1: epidemiologic features: the Framingham Study. Am Heart J. 1983;106:571-576.
2. Savage DD, Devereux RB, Garrison RJ, Castelli WP, Anderson SJ, Levy D, Thomas HE, Kannel WB, Feinleib M. Mitral valve prolapse in the general population, 2: clinical features: the Framingham Study. Am Heart J.1983;106:577-581.
3. Warth DC, King ME, Cohen JM, Tesoriero VL, Marcus E, Weyman AE. Prevalence of mitral valve prolapse in normal children. J Am Coll Cardiol.1985;5:1173-1177.
4. Levine RA, Stathogiannis E, Newell JB, Harrigan P, Weyman AE. Reconsideration of echocardiographic standards for mitral valve prolapse: lack of association between leaflet displacement isolated to the apical four chamber view and independent echocardiographic evidence of abnormality. J Am Coll Cardiol. 1988;11:1010-1019.
5. Delling FN, Vasan RS. Epidemiology and pathophysiology of mitral valve prolapse: new insights into disease progression, genetics, and molecular basis. Circulation. 2014 May 27;129(21):2158-70. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.113.006702. PMID: 24867995; PMCID: PMC4052751.
6. The role of echocardiography in mitral valve repair Vanessa Moñivas, Susana Mingo, Marta Cobo, Paula Beltrán, Sebastian Ramis, Evaristo Castedo Unidad de Imagen. Departamento de Cirugía Torácica y Cardiovascular Hospital Universitario Puerta de Hierro. Majadahonda, Madrid DOI: 10.1016/S1134-0096(10)70082-6
7. Genovese D, Addetia K, Kebed K, et al. First Clinical Experience With 3-Dimensional Echocardiographic Transillumination Rendering. J Am Coll Cardiol Img. 2019 Sep, 12 (9) 1868-1871.
8. Improved Delineation of Cardiac Pathology Using a Novel Three-Dimensional Echocardiographic Tissue Transparency Tool. Karagodin, Ilya et al. Journal of the American Society of Echocardiography, Volume 33, Issue 11, 1316 - 1323.
9. Yasmine L. Hiemstra, Anton Tomsic, Suzanne E. van Wijngaarden, Meindert Palmen, Robert J.M. Klautz, Jeroen J. Bax, Victoria Delgado, Nina Ajmone Marsan. Prognostic Value of Global Longitudinal Strain and Etiology After Surgery for Primary Mitral Regurgitation. JACC: Cardiovascular Imaging, Volume 13, Issue 2, Part 2, 2020.

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.



• Ajuste, optimización y medición automática • Strain de Ventrículo Derecho automática



ECOSAC





## Enfermedad mitral reumática

# 12. NUEVAS RECOMENDACIONES DE USO DEL ECOCARDIOGRAMA EN LA EVALUACIÓN DE LA ENFERMEDAD MITRAL REUMÁTICA

Dr. Franco Javier Nazar - Dra. Vanina Argento.

La enfermedad reumática cardíaca es una de las afecciones más comunes en Argentina y en los países en vías de desarrollo además de ser un problema de salud mundial. Su prevalencia se encuentra subestimada y el diagnóstico tardío de esta entidad conlleva una alta morbilidad y mortalidad. La ecocardiografía es fundamental en la detección de lesiones en las diferentes etapas de la enfermedad para un adecuado tratamiento. (1,2)

En su forma aguda (fiebre reumática aguda (FRA) la presentación más común es la carditis, pudiéndose manifestar como pancarditis (afectación del pericardio, miocardio y endocardio). La misma casi siempre afecta a las válvulas cardíacas, presentándose como valvulitis, que es la inflamación del endocardio valvular. Esta se produce luego del evento agudo (faringoamigdalitis), por la injuria cardíaca secundaria a una reacción inmuno-mediada del huésped tras la infección con el estreptococo A  $\beta$ -hemolítico (*Streptococcus pyogenes*). Algunos pacientes que no han sido tratados en forma efectiva, como consecuencia de una respuesta inflamatoria crónica, desarrollarán con el tiempo la enfermedad cardíaca reumática (ECR). (3)

## ROL DEL ULTRASONIDO EN LA ENFERMEDAD CARDÍACA REUMÁTICA

### A. LESIONES REUMÁTICAS EN ETAPA AGUDA

A partir del año 2015, la ecocardiografía fue incorporada a los criterios de Jones para el diagnóstico de FRA, siendo la carditis subclínica (valvulitis ecocardiográfica) considerada un criterio mayor. (4) De este modo, en el screening de la forma aguda, la valvulitis reumática se puede manifestar de dos maneras:

### 1- INSUFICIENCIA AÓRTICA (IAO) Y/O INSUFICIENCIA MITRAL (IM):

Para considerarlas significativas deben tener una señal espectral completa con el Doppler continuo, ser pansistólicos o pandiastólicos según se trate de IM e IAO respectivamente, con una velocidad mayor a 3 m/s en más de una vista. La IM en general produce un jet excéntrico posterolateral por afección de la valva mitral anterior. (5)

### 2- CAMBIOS MORFOLÓGICOS:

Llevar un tiempo en desarrollarse por lo que son infrecuentes en las formas agudas. Cuando están presentes, las válvulas izquierdas son generalmente las más afectadas. Es raro ver enfermedad reumática aislada de válvula pulmonar o tricuspídea. Estos cambios morfológicos consisten en el engrosamiento valvar, a veces nodular, que suele afectar el borde libre de las mismas. El espesor de las valvas aumenta con la edad; el valor normal a nivel mitral es menor a 3.5 mm en adultos y a 3 mm en niños. Las válvulas AV son más finas y puede ser normal hallar un espesor de hasta 0.88 mm en menores de 20 años y 1.93 mm en mayores de 60 años (6). En población de riesgo y luego de excluir otras causas, los hallazgos descritos pueden considerarse valvulitis reumática. (2)

### B. LESIONES REUMÁTICAS EN ETAPA CRÓNICA ESTENOSIS MITRAL

La enfermedad mitral reumática es una afección progresiva y en muchos casos la repercusión cardíaca suele ser un hallazgo varios años después del evento inicial. Cuando el área valvular mitral (AVM) cae por debajo de 2.5 cm<sup>2</sup> (valor normal en adultos 4-6 cm<sup>2</sup>), lleva a un aumento de las presiones a nivel de la aurícula izquierda generando agrandamiento de esta cavidad, aumento de las presiones de llenado, finalmente hipertensión pulmonar (HTP) y sobrecarga derecha. Para establecer la severidad de la estenosis mitral (EM) es necesaria la combinación de múltiples parámetros ecocardiográficos tanto morfológicos como hemodinámicos (tabla 1)(2).

Tabla 1. Clasificación de severidad de estenosis mitral.

Área valvular (cm <sup>2</sup> )
Tiempo de hemipresión (mseg)
Gradiente medio (mmHg)*
Presión sistólica de arteria pulmonar (mmHg)

\*A frecuencia cardíaca de 60-80 latidos/minuto. Tomado de referencia 2.

### HALLAZGOS ANATÓMICOS

Un gradiente medio transmitral de reposo mayor a 4 mmHg y al menos dos de estos hallazgos deben encontrarse para considerar una válvula reumática (Tabla 2; Figura 1). (2)

Tabla 2.

Hallazgo	Vistas más útiles
Engrosamiento valvar con o sin calcificación.	Eje largo
Fusión comisural, morfología similar a "boca de pez"	Eje corto paraesternal
Valva mitral anterior con restricción en la apertura diastólica con apariencia de domo o "palo de Hockey"	Eje largo paraesternal y apical
Valva posterior con restricción en su movimiento	Eje corto paraesternal
Engrosamiento o acortamiento cordal del aparato subvalvular	Eje largo paraesternal y apical

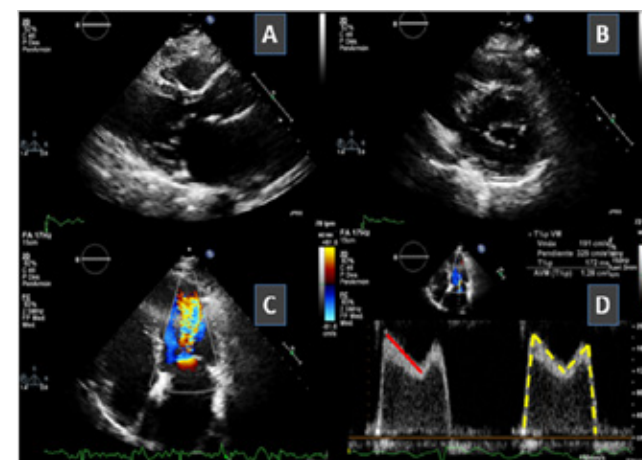


Figura 1. Ecocardiograma transtorácico 2D en paciente con estenosis mitral reumática. A) Vista de eje largo paraesternal que evidencia engrosamiento valvar y del aparato subvalvular mitral, con valva anterior en "palo de Hockey" y apertura en domo. B) Eje corto paraesternal donde se visualiza apertura en "boca de pez". C) Vista de 4 cámaras apical donde se localiza con Doppler color la mayor aceleración del flujo anterógrado mitral. D) Cálculo del AVM por THP (línea roja) y de los gradientes anterógrados máximo y medio (línea amarilla).

### PLANIMETRÍA

Es útil para evaluar el AVM desde la vista de eje corto paraesternal, sin embargo es fuente de múltiples errores. Para realizarlo correctamente es útil ubicar el transductor en eje corto a nivel subvalvular y mover el mismo hacia el nivel del tip valvular a fin de no sobreestimar el área, debido a la forma de embudo que adopta la misma.

El ecocardiograma 3D (E3D) es más preciso y reproducible para la estimación del AVM por planimetría especialmente en aquellos orificios con orientación excéntrica o con forma irregular.

Esta herramienta permite utilizar imágenes multiplanares para determinar la orientación correcta del eje corto paralela al orificio mitral al nivel de los tips de las valvas para medir el AVM desde el lado ventricular. Además, el E3D aporta una imagen más precisa de la fusión comisural que es un rasgo característico de la EMR y a menudo permite diferenciarla de otras etiologías (Figuras 2 y 3). (7)

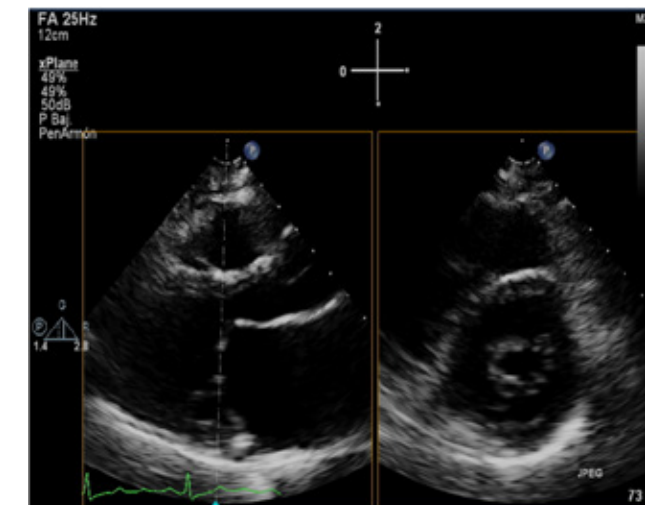


Figura 2. Utilización de vistas ortogonales (biplano) mediante la herramienta X-plane, para garantizar que el plano de imagen de eje corto esté al nivel de los tips de la válvula mitral al cuantificar el AVM por planimetría.

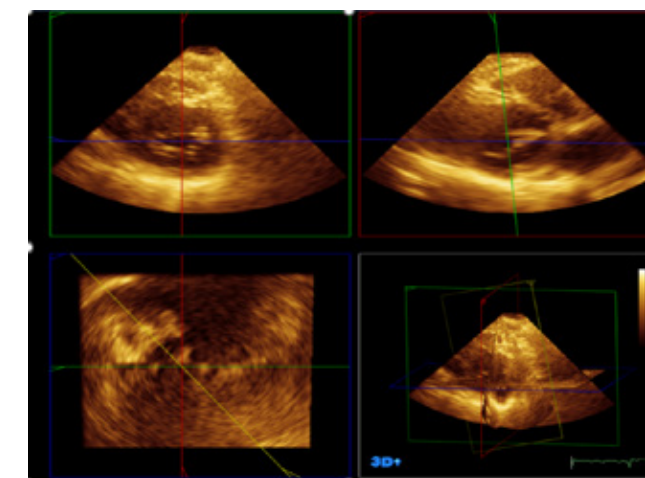


Figura 3. Ecocardiograma transtorácico 3D. Utilización de imágenes multiplanares para determinar la orientación correcta del eje corto paralela al orificio mitral al nivel de los tips de las valvas para medir el AVM.



**Parámetros hemodinámicos:**

La evaluación hemodinámica de la EM incluye la medición del gradiente de presión de la VM, el cálculo del AVM por tiempo de hemipresión (THP) y la estimación de las presiones de ambas aurículas y de la presión sistólica de la arteria pulmonar (PSAP). En casos avanzados, el aumento de las presiones pulmonares conduce a dilatación de cavidades derechas y eventualmente a la aparición de insuficiencia tricuspídea funcional y disfunción del ventrículo derecho. Habitualmente, el ventrículo izquierdo presenta función sistodiastólica normal.

Desde una vista apical utilizando el Doppler continuo alineado coaxialmente con el flujo de entrada mitral podremos obtener en la señal espectral la integral de velocidad/tiempo (VTI) del flujo transmitral, el gradiente medio de presión transmitral derivado del VTI y el THP. A partir de este último, mediante la fórmula:  $AVM = 220/THP$ , podremos obtener el AVM (Figura 1 D). Cuando la pendiente de desaceleración es bimodal con una disminución rápida seguida de una disminución más gradual, la pendiente de desaceleración debe trazarse en la mitad de la diástole, en lugar de utilizar la pendiente de desaceleración pronunciada temprana. Tener en cuenta que los gradientes de presión transmitral dependen del flujo y de la frecuencia cardíaca (FC), y no se debe confiar en ellos en forma aislada porque se encuentran influenciados por estados de alto flujo. Por lo anterior, deben constar en el informe ecocardiográfico la FC y el ritmo durante el estudio. (8)

Por otra parte, el AVM por ecuación de continuidad, así como por método de PISA (proximal isovelocity surface area), implican complejidad, insumen tiempo y ambos presentan múltiples fuentes de error por lo que no se recomiendan en la práctica habitual. Sin embargo, podrían considerarse en pacientes con datos no concluyentes de planimetría, THP y gradiente medio transmitral. (2)

En aquellos casos en que los datos ecocardiográficos de reposo sean discordantes con la sintomatología, la ecocardiografía de estrés es una herramienta útil para evaluar la repercusión funcional de la EM. Los parámetros a objetivar son el gradiente transmitral, el volumen sistólico, el AVM, la PSAP y la función biventricular. Un aumento en el gradiente medio transmitral  $>15$  mmHg con el ejercicio o  $\geq 18$  mmHg con la infusión de dobutamina puede explicar la disnea de esfuerzo debida a las consecuencias hemodinámicas de la EM e identificar a los pacientes de alto riesgo que pueden beneficiarse de una intervención. Una PSAP inducida por estrés  $> 60$  mmHg puede ser considerada otro marcador de EM hemodinámicamente significativa. (9)

**CONCLUSIÓN:**

La EMR es frecuente en nuestro medio, el eco Doppler es de utilidad para la detección y seguimiento en la etapa crónica de la enfermedad, pero también se describen los hallazgos en la etapa aguda que nos permiten realizar un diagnóstico precoz.

**BIBLIOGRAFÍA:**

1. Remenyi B, Carapetis J, Wyber R, et al. Position statement of the World Heart Federation on the prevention and control of rheumatic heart disease. *Nat Rev Cardiol* 2013;10:284-92.
2. Pandian NG, Kim JK, Arias-Godinez JA, et al. Recommendations for the Use of Echocardiography in the Evaluation of Rheumatic Heart Disease: A Report from the American Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*. 2023;36(1):3-28.
3. Remenyi B, Wilson N, Steer A, et al. World Heart Federation criteria for echocardiographic diagnosis of rheumatic heart disease—an evidencebased guideline. *Nat Rev Cardiol* 2012;9:297-309.
4. Gewitz MH, Baltimore RS, Tani LY, et al. Revision of the Jones Criteria for the diagnosis of acute rheumatic fever in the era of Doppler echocardiography: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation* 2015;131:1806-18.
5. Vasan RS, Shrivastava S, Vijayakumar M, et al. Echocardiographic evaluation of patients with acute rheumatic fever and rheumatic carditis. *Circulation* 1996;94:73-82.
6. Webb RH, Culliford-Semmens N, Sidhu K, et al. Normal echocardiographic mitral and aortic valve thickness in children. *Heart Asia* 2017; 9:70-5.
7. Zamorano J, Cordeiro P, Sugeng L, et al. Real-time three-dimensional echocardiography for rheumatic mitral valve stenosis evaluation: an accurate and novel approach. *J Am College Cardiol* 2004;43:2091-6.
8. Baumgartner H, Hung J, Bermejo J, et al. Echocardiographic assessment of valve stenosis: EAE/ASE recommendations for clinical practice. *J Am Soc Echocardiogr* 2009;22:1-23.
9. Lancellotti P, Pellikka PA, Budts W, et al. The Clinical Use of Stress Echocardiography in Non-Ischaemic Heart Disease: Recommendations from the European Association of Cardiovascular Imaging and the American Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 2017;30:101-38.

# 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





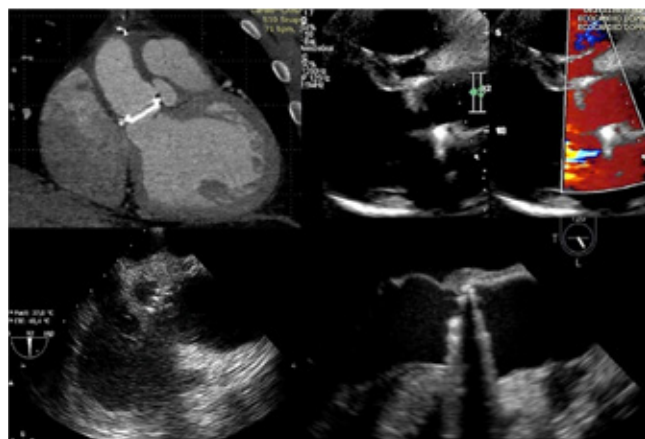
## Endocarditis infecciosa

# 13. INFORME DEL ETE EN LA TOMA DE DECISIONES EN ENDOCARDITIS INFECCIOSA

Dra. Florencia Parcerisa - Dr. Gabriel Scattini.

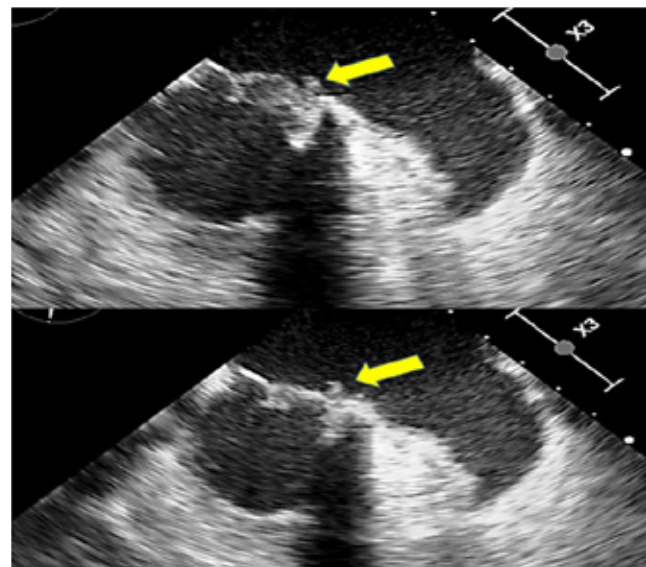
La endocarditis bacteriana continúa siendo una enfermedad prevalente. La epidemiología, la microbiología, los estudios diagnósticos y los tratamientos han cambiado, sin embargo sigue siendo una enfermedad grave con una tasa de mortalidad significativa.

El diagnóstico de endocarditis infecciosa es un desafío e incluye la identificación del agente infeccioso y la detección de las lesiones cardíacas y extracardíacas. La evidencia del compromiso valvular o de material intracardíaco, con la ecocardiografía como primera herramienta dentro de las imágenes, es un criterio diagnóstico mayor. Sin embargo, este método tiene algunas limitaciones y en ciertas situaciones debe complementarse con otras técnicas diagnósticas como tomografía computada (TC), resonancia magnética, medicina nuclear y técnicas híbridas (PET/TC y SPECT /TC). ( 1,2,3) Se recomienda una rápida evaluación ecocardiográfica en todo paciente con sospecha de endocarditis. Los hallazgos anatómicos de importancia que el ecocardiograma puede evidenciar son la presencia, localización, tamaño y movilidad de vegetaciones, así como también la existencia de complicaciones locales. La destrucción valvular típicamente resulta en regurgitación valvular y extensión de la infección en la región paravalvular, e incluye complicaciones como abscesos, pseudoaneurismas, fistulas y dehiscencia valvular protésica. (Imagen 1)



**Imagen 1:** Absceso periprotésico visualizado mejor desde ETT, sombra acústica de la prótesis

El primer escalón en la evaluación por imágenes es el ecocardiograma transtorácico (ETT) continuando con el ecocardiograma transesofágico (ETE) si el ETT inicial no resulta diagnóstico y persiste una alta sospecha clínica, así como ante la presencia de un ETT inicial positivo. Ante la presencia de válvula protésica o de dispositivo intracardíaco el ETE debe ser el aboraje inicial ya que el ETT tiene un rendimiento diagnóstico muy bajo. En aquellos pacientes que serán intervenidos quirúrgicamente, es apropiada la realización de ETE intraoperatorio de manera basal y luego del reemplazo o reparación valvular. (Imagen 2)



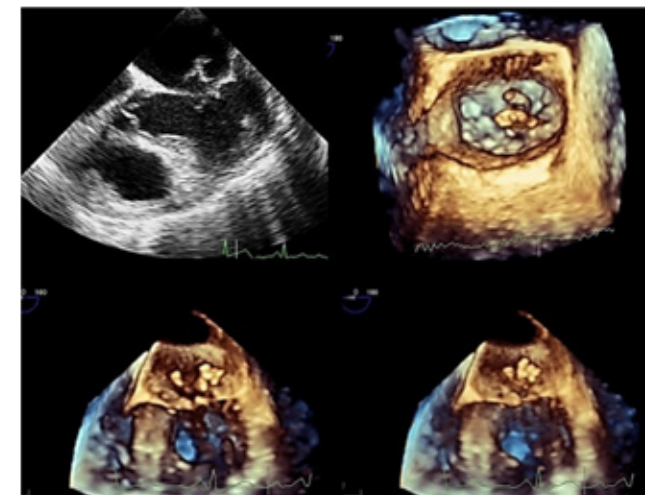
**Imagen 2:** Pequeña vegetación sobre prótesis biológica en posición mitral

La enfermedad valvular subyacente puede afectar la precisión diagnóstica del ETT, como ocurre por ejemplo cuando existe una válvula mitral mixomatosa y de calcificación valvular. En estas circunstancias es donde es necesaria la realización de ETE debido a su mayor sensibilidad y especificidad respecto del ETT. La sensibilidad para el diagnóstico de vegetaciones del ETT se encuentra entre el 40-63% y aumenta al 90-100% con el ETE. (Imagen 1)

El ecocardiograma es útil para un diagnóstico precoz, así como para la decisión quirúrgica y en la evaluación pronóstica de la endocarditis. Además, el ecocardiograma permite una medición cuidadosa del máximo tamaño de la vegetación en el diagnóstico y el seguimiento, así como la predicción del riesgo de embolia. La ecocardiografía desempeña un papel clave a la hora de pronosticar eventos embólicos. Hay varios factores asociados al mayor riesgo de embolia que incluyen: el tamaño y la movilidad de las vegetaciones, la ubicación de la vegetación en la válvula mitral, la extensión, la consistencia y los cambios en sus características.

El tamaño y la movilidad de las vegetaciones son los predictores independientes más importantes de nuevo evento embólico, y por ello la importancia de una clara descripción de las mismas en el informe ecocardiográfico.

En endocarditis izquierdas las vegetaciones mayores de 10 mm se asocian a mayor riesgo de embolia y muerte, y la ecocardiografía tiene un rol fundamental para identificar estos pacientes de alto riesgo ya que esto tiene implicancias en la decisión quirúrgica. La ecocardiografía transesofágica 3D aporta un valor agregado ya que permite una mejor medición de las vegetaciones, que generalmente, tienen una forma muy irregular y habitualmente subestimada en la medición bidimensional. Esta técnica tiene una menor sensibilidad para vegetaciones pequeñas o muy móviles dada su menor resolución temporal y espacial. ( 3)( Imágen 3)



**Imagen 3:** Imagen 3D en donde se identifican 3 vegetaciones diferentes.

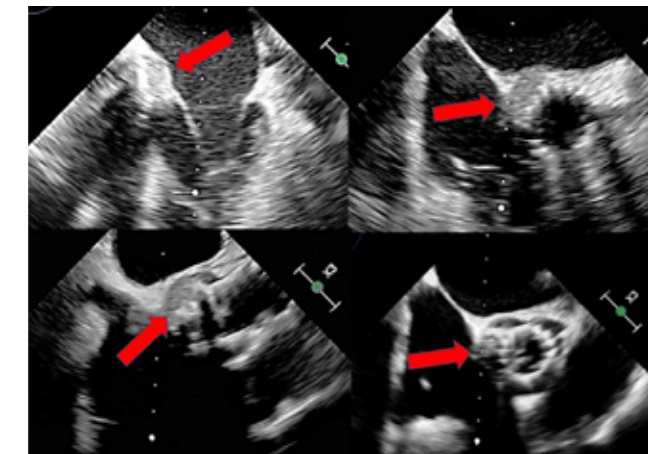
Además, el ecocardiograma puede valorar la extensión perivalvular que comprende la extensión perianular, las complicaciones de la fibrosa mitroaórtica (abscesos), la presencia de fistulas, perforaciones, pseudoaneurismas y aneurismas.

Ante la presencia de abscesos, es fundamental la descripción de sus características tales como número, tamaño, forma y localización, y es en este escenario donde el eco tridimensional tiene mayor precisión para tal fin. Ante la sospecha de complicaciones perivalvulares es mandatorio el uso de eco transesofágico ya que la sensibilidad del ETT es muy baja. De cualquier manera siempre hay que realizar ETT ya que hay estructuras que pueden visualizarse mejor desde

ventana transtorácica. Por ejemplo, en presencia de prótesis aórtica la estructura valvular puede enmascarar la porción anterior del anillo aórtico. (Imágen1)

Cabe mencionar que el ecocardiograma tiene ciertas limitaciones en endocarditis tales como la evaluación de endocarditis derechas y de las complicaciones perivalvulares (especialmente en endocarditis protésicas). Además, no permite detectar complicaciones periféricas.

Un nuevo desafío se plantea con la endocarditis asociada a TAVI ( transcater aortic valve implantation) ya que las estructuras metálicas de sosten generan mucha sombra acústica, que dificulta la visualización de las valvas, la presencia de los restos de la válvula nativa a nivel periprotésico que pueden confundirse con abscesos o los leaks residuales que también constituyen un factor de error diagnóstico. (5-6)(Imagen 4).



**Imagen 4:** Absceso anular en presencia de prótesis tipo corevalve.

La endocarditis asociada a dispositivos, marcapasos y desfibriladores implantables, es una entidad grave asociada a alta mortalidad. Además, se presenta en pacientes más añosos y comórbidos. En la actualidad, la endocarditis asociada a dispositivos comprende el 10% de los casos reportados. El diagnóstico y la estrategia terapéutica son particularmente difíciles en estos pacientes.

El ecocardiograma es la técnica de elección para la detección de vegetaciones, la evaluación del grado de reflujo tricuspideo, el tamaño de cavidades derechas, la estimación de la presión sistólica pulmonar y la evaluación del resto de las válvulas.

El ETT tiene mayor definición para la evaluación de derrame pericárdico y de la función ventricular pero el ETE tiene mayor sensibilidad y especificidad para el diagnóstico de la endocarditis asociada a dispositivos. (Imagen 5)



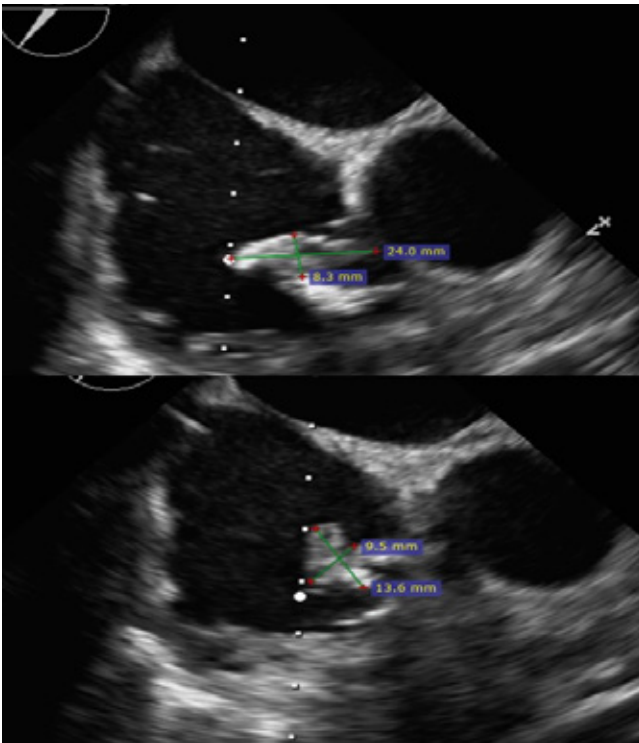


Imagen 5: Vegetación sobre cateter de MCP en aurícula derecha

Dentro de las dificultades diagnósticas del ecocardiograma en esta entidad se encuentran la localización atípica de las vegetaciones (vena cava superior -VCS-, auricular derecha), inadecuada ventana acústica, los artificios secundarios a los catéteres y la imposibilidad de evaluación del bosillo del marcapasos así como de la VCS en su totalidad.

El ecocardiograma aporta información valiosa para decidir la vía de extracción del dispositivo (percutánea / quirúrgica). Por último, el ecocardiograma (ETT/ETE) debe repetirse luego de la extracción para evaluar el grado de vegetación residual y de reflujo tricuspideo residual).

Podemos concluir que la ecocardiografía transesofágica es fundamental en el diagnóstico y en la toma de decisiones en el contexto de la endocarditis bacteriana. El informe debe ser minucioso en la descripción de los hallazgos patológico, tanto en el tamaño de las vegetaciones, su localización como el correcto análisis de las complicaciones perivalvulares en cuanto a su extensión y la presencia o no de flujo en imágenes compatibles con abscesos. Debe incluirse la impresión diagnóstica que debe tener en cuenta el cuadro clínico del paciente. En la actualidad, en el contexto de un abordaje multidisciplinario y multi-imágen de esta patología, los informes deben contar no solo con el texto, sino también con la posibilidad de acceso a imágenes y videos.

#### BIBLIOGRAFÍA

1. Habib G, Lancellotti P, Antunez M. 2015 ESC Guidelines for the management of infective endocarditis. European Heart Journal. Doi: 10.1093/euroheartj/ehv319
2. The 2023 Duke-ISCVID Criteria for Infective Endocarditis: Updating the Modified Duke Criteria. Clinical Infectious Diseases, ciad271, doi.org/10.1093/cid/ciad271
3. Cardiovascular Imaging in Infective Endocarditis Stephen J. Horgan, Anuj Mediratta; Linda D Gillam. Circulation: Cardiovascular Imaging. Volume 13, Issue 7, 2020
4. Habib, G. et al. Recommendation for the practice of echocardiography in infective endocarditis. European Journal of Echocardiography (2010) 11, 202–219 doi: 10.1093/ejechocard/jeq004.
5. Ignacio J. Amat-Santos et al. Endocarditis after transcatheter aortic valve implantation: a current assessment. JACC: Cardiovascular Interventions VOL. 8, NO. 2, 2015 https://doi.org/10.1016/j.jcin.2014.09.013
6. Ivanovic, Branislava et al. Prosthetic valve endocarditis – A trouble or a challenge? J Cardiol 2019 Feb;73(2):126-133. doi: 10.1016/j.jjcc.2018.08.007.

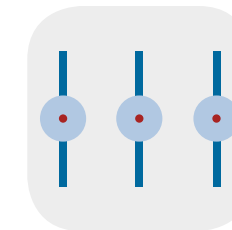


## TECNOIMAGEN

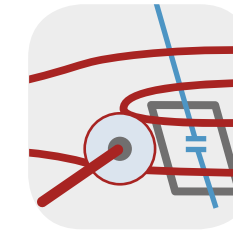
Hacemos el examen cardiovascular más sencillo



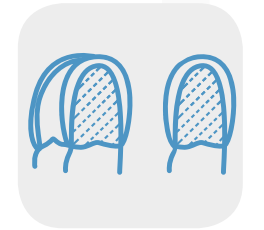
eScan



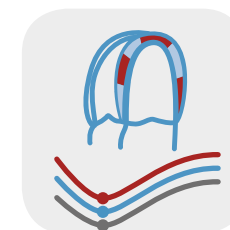
easyMode



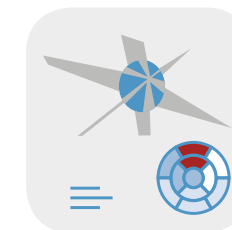
eDoppler



Auto EF por I.A.



Xstrain 2D



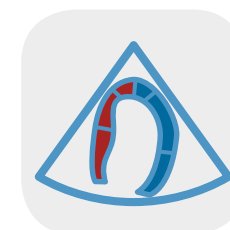
Xstrain 4D



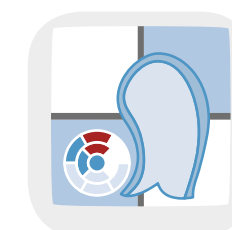
Hyperdoppler



CMM



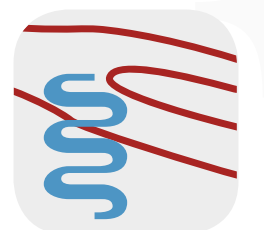
TVM



Eco Estrés



QIMT



QAS



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

www.tecnoimagen.com.ar





# 14. ¿CUÁNDO ADEMÁS DEBERÍAMOS PEDIR UN TAC CARDÍACO?

Dr. Enrique Sodor.

## INTRODUCCIÓN

La endocarditis infecciosa (EI) es una infección que afecta predominantemente al endocardio valvular, así como a las válvulas protésicas y dispositivos cardíacos implantados. Debido a que los síntomas pueden ser variables e inespecíficos, su diagnóstico representa un desafío, ya que debe ser rápido y preciso, para garantizar un tratamiento adecuado y prevenir complicaciones graves como la insuficiencia cardíaca o la embolia. El diagnóstico se basa en una combinación de hallazgos clínicos, microbiológicos e imagenológicos, de acuerdo con los criterios de Duke modificados. Por lo tanto, las imágenes desempeñan un papel fundamental en el diagnóstico, pronóstico y seguimiento de los pacientes con EI.

## ROL DE LA ECOCARDIOGRAFÍA

El ecocardiograma transtorácico (ETT) es el primer método de imagen que debe realizarse en todo paciente con sospecha de EI. No obstante, su rendimiento diagnóstico puede verse afectado al ser un método operador dependiente y en ocasiones, a una ventana acústica subóptima, ante factores como la obesidad, enfermedades pulmonares, calcificaciones valvulares o válvulas protésicas, entre otros. Por tal motivo, las guías actuales recomiendan realizar un ecocardiograma transesofágico (ETE) en prácticamente todos los pacientes con sospecha de EI, aún con un ETT positivo, dado que tiene una mayor sensibilidad y especificidad para la detección de lesiones valvulares y perivalvulares<sup>1</sup>. Existen algunas excepciones, como aquellos pacientes con baja sospecha clínica y con un ETT negativo y de calidad óptima, en los cuales no sería necesario realizar un ETE. Sin embargo, aunque el ecocardiograma debe ser siempre el primer método diagnóstico, no siempre será el último, dado que existen hasta un 15-20% de falsos negativos o resultados no concluyentes<sup>2</sup>. Y particularmente en estas situaciones, tenemos que tener en cuenta otras técnicas de diagnóstico.

## ROL DE LA TOMOGRAFÍA CARDÍACA

En los últimos años, la tomografía cardíaca (TC) se ha establecido como una herramienta diagnóstica complementaria a la ecocardiografía en la evaluación de la EI; principalmente en pacientes con contraindicaciones para el ETE o en aquellos con resultados no concluyentes debido a la presencia de calcificaciones o válvulas protésicas. Es por ello, que las guías de la SEC y de la ACC/AHA recomiendan la utilización de la TC en casos de EI posible o rechazada, pero con alta sospecha clínica tanto en EI de válvula nativa (EVN) como de válvula protésica (EVP), con especial énfasis en la detección de complicaciones perivalvulares<sup>1-3</sup>. Otra de las virtudes de la TC es que nos permite descartar la presencia de embolias sépticas (criterio menor para el diagnóstico de EI) y realizar una evaluación detallada de la anatomía coronaria, en pacientes con contraindicaciones para una cinecoronariografía, especialmente ante la presencia de vegetaciones en la válvula aórtica, debido al riesgo de embolia.

## PROTOCOLO DE ADQUISICIÓN

El estudio debe realizarse sincronizado con el ECG para disminuir los artefactos por movimiento cardíaco, y con un espesor de corte de 0.5-0.75 mm, para tener una adecuada resolución espacial. Las imágenes se deben analizar mediante reconstrucciones multiplanares y tridimensionales. El protocolo consiste en dos adquisiciones: primero una prospectiva sin contraste endovenoso (EV) para evaluar calcificaciones y elementos densos; y posteriormente una retrospectiva con contraste EV (inyección bifásica: primero contraste y luego mezcla de contraste con solución salina) que permitirá obtener múltiples fases del ciclo cardíaco, lo que añade una cuarta dimensión (4D): el tiempo. Esta técnica nos permite evaluar la función cardíaca y valvular, así como la movilidad de las vegetaciones. Ante la sospecha de absceso o pseudoaneurisma se recomienda adicionar una adquisición tardía (60-90 seg).

## HALLAZGOS POR TOMOGRAFÍA:

### - Vegetaciones:

En la TC, las vegetaciones se observan como imágenes hipodensas de tamaño variable o como engrosamiento focal de las valvas, el endocardio o las prótesis (figuras 1 y 3). Es fundamental describir la localización, el tamaño y la movilidad de las mismas, ya que estos factores determinan el riesgo de embolia. Aunque la sensibilidad del ETE para detectar vegetaciones oscila entre el 85% y el 100%, la sombra acústica y los artefactos que generan las válvulas protésicas o muy calcificadas dificultan su diagnóstico (figura 27)<sup>4</sup>. En una revisión retrospectiva de 137 pacientes que se sometieron a una TC antes de la cirugía, la TC demostró una sensibilidad del 70% para la detección de vegetaciones<sup>5</sup>. En otra revisión retrospectiva de 75 pacientes que se sometieron a TC y ETE, el ETE demostró una tasa de detección más alta para las vegetaciones que la TC (97% vs. 72%), y las vegetaciones pequeñas (<10 mm) se subdiagnosticaron en la TC (53%) en comparación con el ETE (94%)<sup>6</sup>.

### - Extensión perivalvular:

La extensión perivalvular de la EI hace referencia a la presencia de abscesos, pseudoaneurismas o fístulas que afectan aproximadamente al 29% de los casos de EVN y al 55% de los casos de EVP, y que requieren con frecuencia tratamiento quirúrgico debido a que se asocian a un aumento de la morbi-mortalidad<sup>7</sup>.

Los abscesos se caracterizan por tener un componente central necrótico de baja atenuación (20-50 UH) con un borde periférico realzante en caso de inflamación activa (figuras 3 y 4); mientras que un pseudoaneurisma se observa como una cavidad llena de contraste perivalvular (200-400 UH), generalmente con una comunicación directa con la raíz aórtica o las cámaras cardíacas (figuras 4 y 5). A medida que el absceso o pseudoaneurisma se extiende, puede complicarse con la formación de una fístula, y si bien el flujo no puede visualizarse directamente, se puede observar un tracto anormal lleno de contraste que comunica dos cavidades vecinas.

Un metaanálisis que incluyó ocho de los estudios más importantes que evaluaron el valor de la TC vs el ETE en pacientes con EI, informó una mayor sensibilidad de la TC respecto del ETE para la detección de abscesos o pseudoaneurismas (78% versus 69%;  $P = 0.052$ ), con una sensibilidad que aumenta al 87% cuando los hallazgos se restringieron a estudios de TC con adquisición retrospectiva con una diferencia estadísticamente significativa ( $P = 0.04$ )<sup>8</sup>. Lógicamente, el ETE es más efectivo para detectar fístulas, debido a la herramienta del Doppler color y a la mejor resolución temporal.

### - Dehiscencia y perforación:

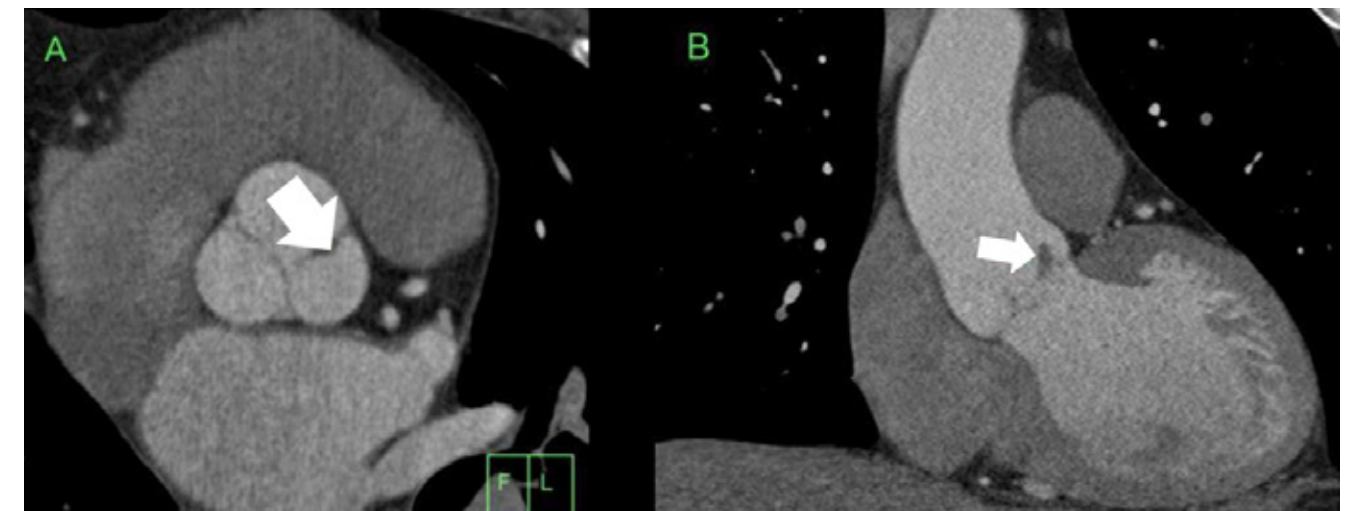
La destrucción del anillo valvular conduce a la dehiscencia valvular y por ende a una fuga perivalvular, que se identifica en la TC como un desalineamiento de la prótesis con movimientos oscilantes de más de 15° en las imágenes de cine. La perforación valvar es una complicación común de la EI y puede estar asociada con una regurgitación valvular grave (figura 6). Al igual que las fístulas, el ETE es más sensible y específico que la TC para diagnosticar estas complicaciones<sup>9-10</sup>.

### - Embolias sépticas:

Otra virtud de la tomografía es su capacidad para detectar hallazgos extracardíacos, como embolias sépticas que ocurren en el 20%-50% de los pacientes y pueden afectar a cualquier órgano, principalmente al bazo y al sistema nervioso central.

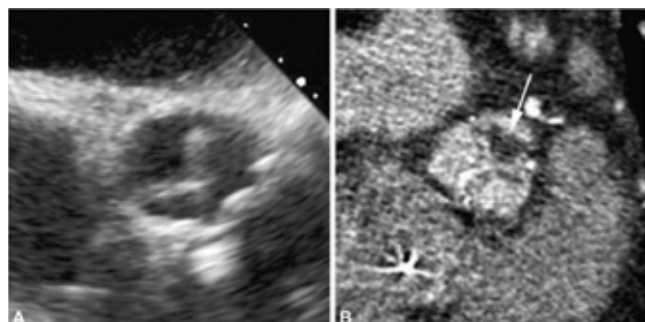
## CONCLUSIÓN:

En conclusión, la TC es una herramienta fundamental en el diagnóstico de la EI y sus complicaciones. Detecta abscesos y pseudoaneurismas de manera más efectiva que la ecocardiografía y la combinación de ambas modalidades puede aumentar la sensibilidad hasta un 100%. Si bien, no es superior a la ecocardiografía en el diagnóstico de vegetaciones, perforaciones valvulares y fugas perivalvulares, puede ser una herramienta útil cuando el ETE no es diagnóstico o está contraindicado. Adicionalmente, permite evaluar la anatomía coronaria, detectar complicaciones extracardíacas y es de suma utilidad para una correcta planificación quirúrgica.

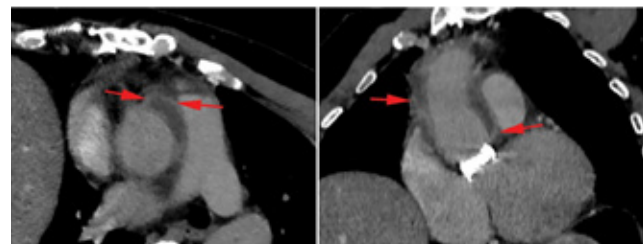


**Figura 1.** Paciente de 55 años con EI de válvula nativa y embolias sépticas. Reconstrucción axial oblicua en plano de válvula aórtica (A) y coronal oblicua (B), donde se evidencia una masa hipodensa de 13 mm en la valva coronariana izquierda (flechas), compatible con vegetación.

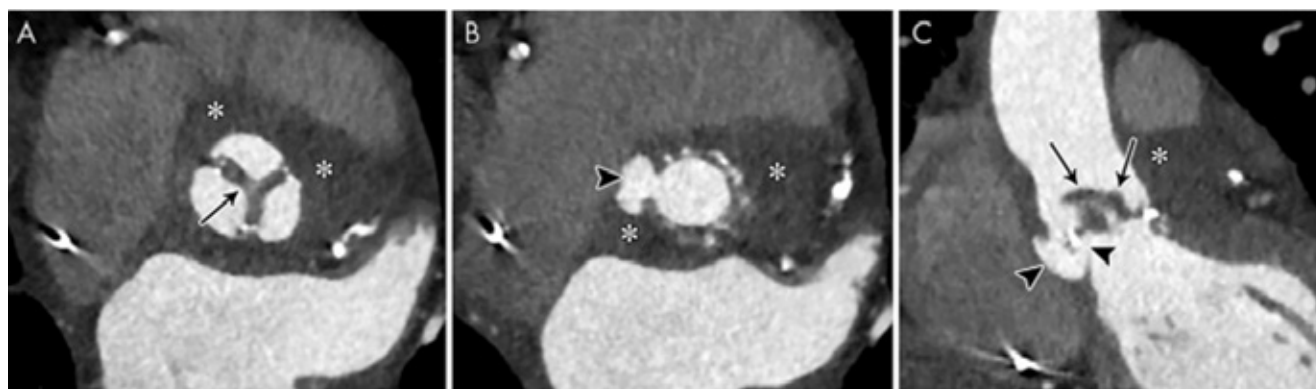




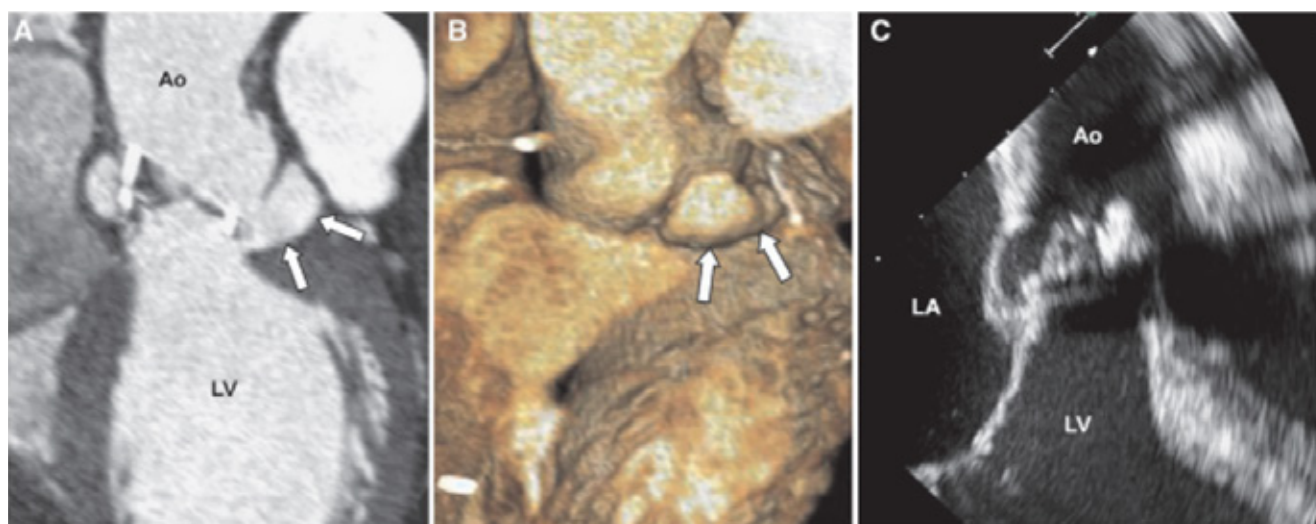
**Figura 2.** Paciente con prótesis biológica en posición aórtica. La vista en eje corto de TC demostró una vegetación en la valva coronaria izquierda (flecha) (B), no detectada en el ETE (A). Habets J, et al. *Int J Cardiovasc Imaging* 2014;30(2):377–387.



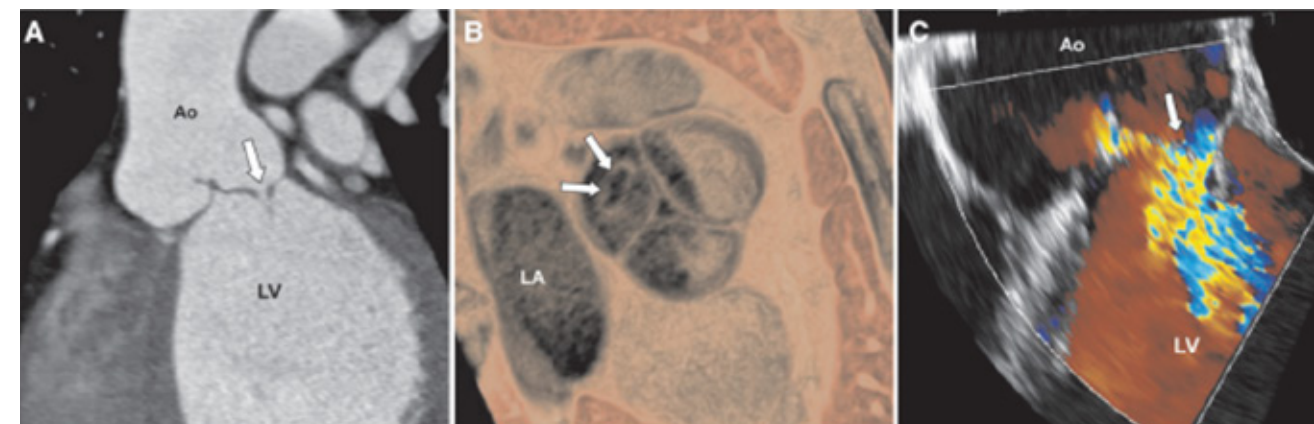
**Figura 4.** de 48 años con antecedentes de cirugía de Bentall con colocación de una válvula mecánica. Imágenes de reconstrucción multiplanar de TC con contraste. Se observa una colección de líquido con borde realzado que rodea el injerto aórtico compatible con absceso (flechas rojas). *Radiology: Cardiothoracic Imaging* 2021; 3(1):e200378



**Figura 3.** Paciente de 83 años con EI de prótesis biológica en posición aórtica. Imágenes de reconstrucción multiplanar de TC con contraste. Se observa engrosamiento de las valvas e imágenes hipodensas nodulares (flechas), compatible con vegetación, un área de baja atenuación peri aórtica sugestivo de absceso (\*), y un pseudoaneurisma a nivel del tracto de salida del ventrículo izquierdo (puntas de flecha). *Radiology: Cardiothoracic Imaging* 2021; 3(1):e200378



**Figura 5.** Paciente de 56 años con prótesis mecánica en posición aórtica. Imagen coronal oblicua (A) y reconstrucción volumétrica (B) de una TC con contraste que evidencia un pequeño pseudoaneurisma en el seno coronario izquierdo (flechas). El pseudoaneurisma no pudo ser detectado en el ETE (C) debido a la sombra acústica de la prótesis mecánica. *European Heart Journal Cardiovascular Imaging* (2017) 0, 1–9.



**Figura 6.** Paciente de 50 años con EI de válvula nativa. Imagen sagital oblicua (A) y reconstrucción volumétrica en el plano valvular aórtico (B) de una TC con contraste que evidencia perforación de la valva coronaria izquierda (flechas). Imagen de ETE con Doppler color (C), que demuestra flujo regurgitante (flecha) a nivel de la perforación. *European Heart Journal Cardiovascular Imaging* (2017) 0, 1–9.

#### BIBLIOGRAFÍA

- Habib G, Lancellotti P, Antunes MJ, Bongiorni MG, Casalta JP, del Zotti F, et al. The Task Force for the Management of Infective Endocarditis of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J*. 2015.
- Bruun NE, Habib G, Thuny F, Sogaard P (2014) Cardiac imaging in infectious endocarditis. *Eur Heart J* 35:624–632
- Nishimura, R.A.; Otto, C.M.; Bonow, R.O.; Carabello, B.A.; Erwin, J.P., 3rd; Guyton, R.A.; O’Gara, P.T.; Ruiz, C.E.; Skubas, N.J.; Sorajja, P.; et al. 2014 AHA/ACC guideline for the management of patients with valvular heart disease: A report of the american college of cardiology/american heart association task force.
- Feuchtner GM, Stolzmann P, Dichtl W, et al. Multislice computed tomography in infective endocarditis: comparison with transesophageal echocardiography and intraoperative findings. *J Am Coll Cardiol* 2009;53(5): 436–444.
- Sims JR, Anavekar NS, Chandrasekaran K, et al. Utility of cardiac computed tomography scanning in the diagnosis and pre-operative evaluation of patients with infective endocarditis. *Int J Cardiovasc Imaging* 2018;34(7):1155–1163.
- Kim IC, Chang S, Hong GR, et al. Comparison of Cardiac Computed Tomography With Transesophageal Echocardiography for Identifying Vegetation and Intracardiac Complications in Patients With Infective Endocarditis in the Era of 3-Dimensional Images. *Circ Cardiovasc Imaging* 2018;11(3):e006986.
- Graupner C, Vilacosta I, SanRomán J, et al. Periannular extension of infective endocarditis. *J Am Coll Cardiol* 2002;39(7):1204–1211.
- Oliveira M, Guittet L, Hamon M, Hamon M. Comparative Value of Cardiac CT and Transesophageal Echocardiography in Infective Endocarditis: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Radiol Cardiothorac Imaging* 2020;2(3):e190189.
- Habets J, Tanis W, van Herwerden LA, et al. Cardiac computed tomography angiography results in diagnostic and therapeutic change in prosthetic heart valve endocarditis. *Int J Cardiovasc Imaging* 2014;30(2):377–387.
- Fagman E, Flinck A, Snygg-Martin U, Olaison L, Bech-Hanssen O, Svensson G. Surgical decision-making in aortic prosthetic valve endocarditis: the influence of electrocardiogram-gated computed tomography. *Eur J CardiothoracSurg* 2016;50(6):1165–1171.





## Endocarditis infecciosa

# 15. UTILIDAD Y APOORTE DEL PET EN ENDOCARDITIS INFECCIOSA

Dra. Laura Grynberg – Dr. Carlos Collaud - Dr. Marcelo Rodriguez.

La endocarditis infecciosa es una patología potencialmente grave que requiere sospecha, diagnóstico y tratamiento oportuno. A pesar de disponer de métodos sumamente accesibles, probados y costoefectivos para el diagnóstico, el porcentaje de pacientes que de acuerdo a los criterios tradicionales de Duke no puede ser definido y permanece como endocarditis posible supera el 50% en numerosas series 1.

No es de extrañar por lo tanto que en los últimos años numerosas publicaciones hayan surgido con el objeto de evaluar diferentes métodos a los fines de optimizar la eficiencia en el diagnóstico.

El PET-CT con 18FDG ha probado sostenidamente en múltiples estudios adecuada sensibilidad y especificidad para el diagnóstico de endocarditis de válvulas protésicas, siendo incluido como criterio diagnóstico desde el año 2015 en las guías europeas de manejo de la endocarditis 2 y desde 2020 en las guías de la ACC/AHA 3 .

La adición del estudio al protocolo diagnóstico tradicional resulta de gran valor agregado considerando la elevada mortalidad del cuadro (20 a 40% de mortalidad intrahospitalaria) y la elevada frecuencia de hallazgos negativos o no concluyentes de los tests microbiológicos y el ecocardiograma. De acuerdo a los criterios de Duke modificados, el hallazgo de captación valvular periprotésica patológica de FDG constituye un criterio mayor para el diagnóstico. Por su parte, la identificación de fenómenos embólicos recientes o aneurismas infecciosos, en ausencia de síntomas, debe ser considerada un criterio menor. Este dato es de vital importancia ya que los fenómenos embólicos en esta patología son frecuentes y potencialmente fatales, pero pueden ser silentes en el 20 a 50% de los pacientes y sólo ser detectados por la sensibilidad de este tipo de métodos de diagnóstico por imagen. El riesgo de embolias disminuye sensiblemente una vez instaurado el tratamiento antibiótico

adecuado, remarcando la necesidad de un diagnóstico temprano y certero.

En el transcurso de estos años hemos avanzado en la comprensión de muchos aspectos relacionados con el paciente y con el estudio, que nos han permitido elevar significativamente la sensibilidad y especificidad para el diagnóstico, así como sistematizar criterios para la interpretación de las imágenes.

Podemos considerar que los principales conceptos aprendidos tienen que ver con:

1- Elección del paciente: el método tiene su mayor rédito diagnóstico en pacientes con criterios de El posible Intervalo postquirúrgico: hoy en día sabemos que la captación periprotésica no infecciosa puede estar presente independientemente del intervalo post quirúrgico, y que el factor que en mayor medida determina la interpretación es el patrón de captación, con lo cual varios estudios pregonan la no necesidad de esperar un intervalo postquirúrgico mayor a 3 meses, como aconsejaban las guías previamente 4.

2- Tiempo desde la sospecha de EI: tal como sucede con los hemocultivos, el rédito diagnóstico del PET disminuye exponencialmente con la instauración del tratamiento antibiótico, y sobre todo a partir de la mejoría de los parámetros inflamatorios sistémicos. Por este motivo, resulta fundamental jerarquizar el método ante la sospecha inicial, a fin de evitar demoras que afecten la sensibilidad del estudio Patrón de captación: la captación periprotésica difusa y homogénea se considera fisiológica, mientras que el patrón heterogéneo o focal presenta sensibilidad y especificidad del 96% de acuerdo a trabajos recientemente publicados 5 .

3-Valor de SUV: tanto el valor de SUV como los índices derivados de su análisis (SUV ratio, índice VUI) presentan utilidad para definir algunos casos

4-Preparación adecuada del paciente: el ayuno prolongado, la dieta hipohidrogenada y la administración de heparina estimulan el metabolismo de ácidos grasos por parte de las células miocárdicas, disminuyendo la captación fisiológica de glucosa que no permite una visualización adecuada de las estructuras valvulares. La realización de imágenes tardías puede ser de utilidad para resaltar la captación patológica en relación a la de las estructuras circundantes

5- En todos los casos la adquisición debe ser de cuerpo completo, dado que los hallazgos extracardíacos pueden contribuir tanto a la detección de embolias sépticas como a la objetivación de otras patologías que puedan justificar el cuadro clínico.

La organización de equipos multidisciplinario de trabajo y la comunicación estrecha entre sus integrantes resulta esencial para la toma de conductas en beneficio del paciente. El abordaje multidisciplinario ha demostrado disminuir la mortalidad a un año de la enfermedad de 18,5 a 8,2% 6.

En el momento actual, la consideración de todos estos factores y la experiencia ganada con los años ha permitido al PET-CT reclasificar a las endocarditis posibles en 70 a 90% de los casos 7.

Con respecto a la endocarditis de válvula nativa, la sensibilidad del estudio resulta muy inferior, entre el 30 y el 50% de acuerdo a diversos estudios. Sin embargo, su especificidad del 98% permite confirmar el diagnóstico en el caso de pacientes con hallazgos positivos. Más aún, un estudio de realización sistemática de PET-CT en pacientes con sospecha de endocarditis tanto de válvulas nativas como protésicas determinó que los hallazgos del estudio modificaban la conducta en uno de cada 3 pacientes con válvula nativa, principalmente en relación a captación extracardíaca 8 .

En relación a la sospecha de endocarditis asociada a dispositivos, la utilidad del PET-CT no sólo reside en la posibilidad de confirmación diagnóstica, sino que además permite evaluar la localización y extensión del compromiso, la estratificación de riesgo y el seguimiento posterior 9. La especificidad y el valor predictivo positivo del estudio en estos pacientes es del 100% 1

Las limitaciones del método son conocidas y se relacionan con el tamaño de la lesión (la evaluación de lesiones menores a 5 mm escapa al poder resolutivo del método),

la subóptima sensibilidad a nivel cerebral dada la elevada concentración fisiológica del fármaco a este nivel, la disminución de la sensibilidad en contexto de tratamiento antibiótico, la superposición del área a evaluar con captación fisiológica miocárdica, y la presencia de falsos positivos por procesos de otras etiologías que es necesario definir de acuerdo al contexto clínico. Los esfuerzos tendientes a disminuir estas limitaciones han dado sus frutos, mejorando significativamente la performance del método y la experiencia del especialista después de un período inicial de aprendizaje.

Con respecto a su utilidad en el monitoreo de la respuesta al tratamiento antibiótico, algunos estudios han sido publicados con resultados prometedores, requiriéndose aún de mayor evidencia para sustentar su indicación.

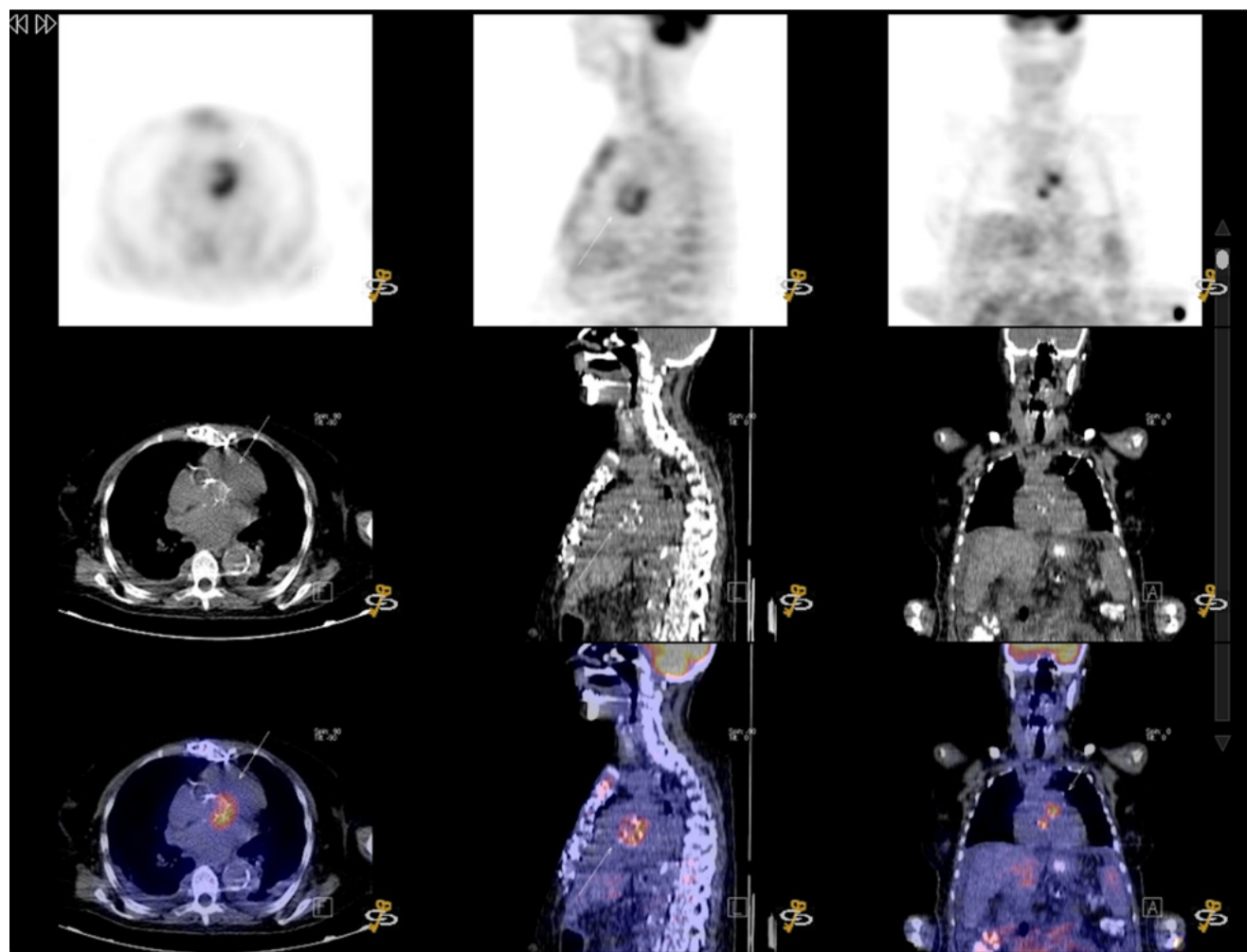
## CONCLUSIONES

el PET-CT con 18FDG es una herramienta de significativo valor agregado en el diagnóstico de endocarditis asociada a válvula protésica. A pesar de su menor sensibilidad en válvulas nativas, permite modificar la conducta en un porcentaje considerable de estos pacientes, y en casos de endocarditis asociada a dispositivos permite también evaluar la localización y extensión del compromiso.

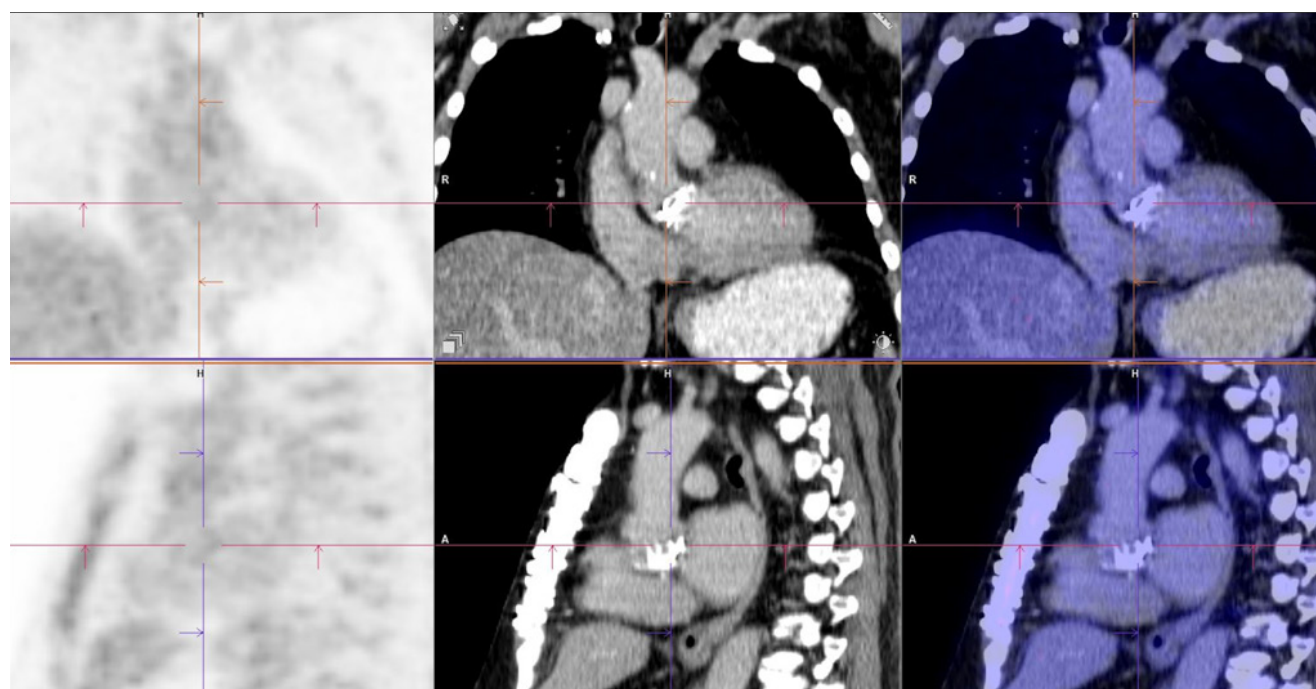
La sistematización en la interpretación ha permitido elevar notablemente la sensibilidad y especificidad del estudio.

A la hora de realizar el examen es imprescindible considerar las características del paciente, optimizar su preparación, considerar la eventual causa de falsos positivos y negativos, los patrones e intensidad de captación, y sobre todo trabajar permanentemente junto al equipo multidisciplinario, en estrecho contacto, aprovechando la experiencia del especialista en cada área, en pos del beneficio de los pacientes.

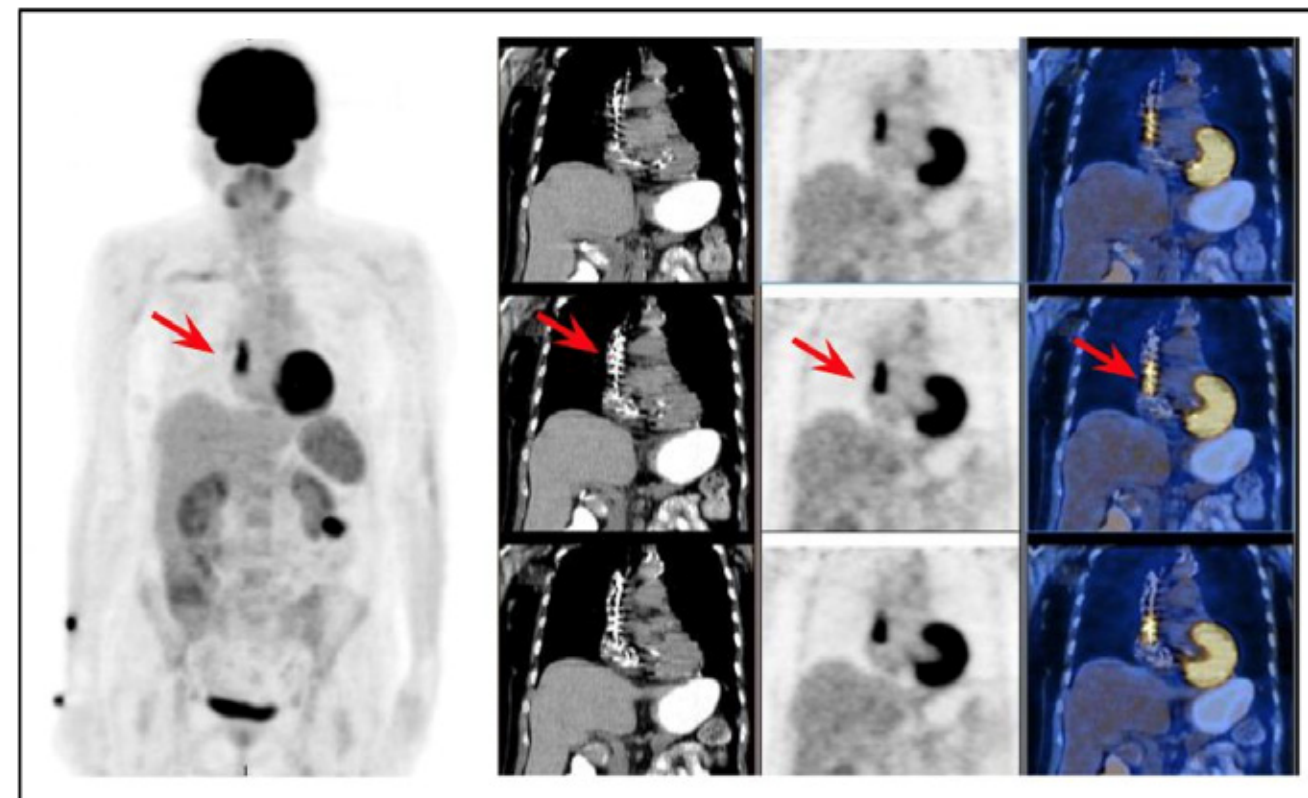




**Figura 1.** Paciente de 82 años de edad que ingresa por fiebre y pirogenemia. Reemplazo de válvula aórtica prótesis biológica más CRM. 4 pares de hemocultivos negativos. ETE sin vegetaciones valvulares. Imagen de PET-TC con intensa captación periprotésica sobre el anillo aórtico donde se aprecian sectores focales de mayor intensidad (SUV 5.9).



**Figura 2.** Ausencia de actividad en relación a la prótesis en posición aórtica en paciente con cuadro febril.



**Figura 3.** Paciente de 70 años con síndrome febril prolongado. ETT negativo y HC 1/2 SCN. PET-TC: aumento de actividad metabólica peri-catéter de MCP, en su trayecto por el sector distal de la VCS y aurícula derecha (SUV 11).

#### BIBLIOGRAFÍA

1. Improving the Diagnosis of Infective Endocarditis in Prosthetic Valves and Intracardiac Devices With 18F-Fluorodeoxyglucose Positron Emission Tomography/Computed Tomography Angiography. Initial Results at an Infective Endocarditis Referral Center. María N. Pizzi y col, *Circulation* 2015, Vol 132, No 12
2. Habib G, Lancellotti P, Antunes M, et al. 2015 ESC Guidelines for the management of infective endocarditis. The task force for the management of infective endocarditis of the European Society of cardiology (ESC). Endorsed by: European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS), the European association of Nuclear Medicine (EANM). *Eur Heart J* 2015; 36: 3075-128.
3. Otto CM, Nishimura RA, Bonow RO, Carabello BA, Erwin JP III, Gentile F et al. 2020 ACC/AHA guideline for the management of patients with valvular heart disease: report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Circulation* 2021;143:e72-227.
4. Roque A, Pizzi M, Fernandez-Hidalgo N et al. Morpho-metabolic post-surgical patterns of non-infected prosthetic heart valves by 18FDG PET-CTA: "normality" is a possible diagnosis. *Eur Heart J Cardiovasc Imag* (2020) 21: 24-33.
5. Roque A, Pizzi M, Fernandez-Hidalgo N et al. The valve uptake index: improvising assessment of prosthetic valve endocarditis and updating 18FDG PET/CT(A) imaging criteria. *European Heart Journal. Cardiovascular Imaging* (2022) 00, 1-12.
6. Botelho-Nevers E, Thuny F, Casalta JP, Richet H, Gouriet F, Collart F, Riberi A, Habib G, Raoult D. Dramatic reduction in infective endocarditis-related mortality with a management-based approach. *Arch Intern Med* 2009;169:1290-98.
7. Gobbo M, Meretta A, Rosa D, Corneli M, Daquarti G, Masoli O, Grynberg L, Perez Baliño N, Nacinovich F, Ronderos. Tomografía por emisión de positrones en endocarditis infecciosa asociada a dispositivos y válvulas protésicas. *Rev. Medicina*. Vol 80 Año 2020, Número 1.
8. Duval X, Le Moing V, Tubiana S et al. Impact of systematic whole-body 18F-fluorodeoxyglucose PET/CT on the management of patients suspected of infective endocarditis: the prospective multicenter TEPvENDO study. *Clin Infect Dis*. 2020 Jun 3; ciaa666. doi: 10.1093/cid/ciaa666.
9. Lancellotti P, Habib G, Oury C et al. Positron Emission Tomography/Computed Tomography Imaging in Device Infective Endocarditis. *Circulation*. Vol 132, Issue 12, sep 2015. 1076-1080.





## Amiloidosis

## 16. BANDERAS ROJAS EN EL ECOCARDIOGRAMA

Dra. Gisela Streitenberger - Dra. Soledad Mitrione

Dra. Graciela Reyes.

La amiloidosis cardiaca (AC) es una enfermedad infiltrativa por depósito extracelular de fibrillas insolubles derivadas de proteínas inestables que se pliegan, agregan y depositan en el espacio extracelular de diferentes tejidos, afectando predominantemente el miocardio, endocardio valvular y el sistema de conducción eléctrico. 1-3.

La manifestación clínica por excelencia es la insuficiencia cardiaca (IC) con fracción de eyección preservada (ICFEP), entidad que engloba un grupo heterogéneo de enfermedades, cuya prevalencia es alta y en aumento debido al envejecimiento progresivo de la población. Se estima que en los próximos años será la primera causa de hospitalización en personas  $\geq 65$  años, siendo responsable de un porcentaje sustancial de los costes de la asistencia sanitaria. 4 Si bien escasos tratamientos farmacológicos actuales para ICFEP han demostrado beneficios, la identificación de la etiología puede ser de utilidad para un manejo más apropiado de estos pacientes, dada la disponibilidad de terapias que pueden modificar la progresión de la enfermedad. 4

De las más de 36 proteínas reconocidas como causales de depósitos amiloides, un 95% de los casos de AC es causada por 2 proteínas precursoras: la cadena ligera de inmunoglobulina (AL) o la transtiretina (TTR). La amiloidosis TTR (ATTR) se presenta en 2 formas, una forma hereditaria (ATTRv) o una forma natural relacionada con la edad (ATTRwt). Esta última es considerada actualmente como la forma más prevalente de amiloidosis, y está presente según diferentes estudios hasta en un 13% de los pacientes con ICFEP y aumento de los espesores parietales ( $>12$ mm).

Todas las formas de AC se caracterizan por engrosamiento parietal del ventrículo izquierdo y derecho con disfunción diastólica y fracción de eyección inicialmente conservada.

La amiloidosis AL se da en contexto de una discrasia de células plasmáticas, cuyo diagnóstico oportuno puede mejorar significativamente la supervivencia.

A pesar de que la biopsia endomiocárdica es considerada el "Gold Standard" para el diagnóstico de AC, dado su carácter invasivo y sus complicaciones asociadas, actualmente se ha restringido su uso, siendo las imágenes cardiovasculares la primera opción para el diagnóstico. 3

El ecocardiograma Doppler color (EDC) es una herramienta excelente para el screening de AC. Los hallazgos característicos o "RED FLAGS" se describen en la figura 1. 4

Existen parámetros ecocardiográficos que permiten diferenciar distintas entidades que cursan con aumentos de los espesores parietales como la AC (tabla 1). Según el consenso del 10th

International Symposium on Amyloidosis 2004, el criterio ecocardiográfico quedó definido por la presencia de HVI con un punto de corte de 12 mm a nivel septal en ausencia de otra causa de HVI como hipertensión arterial (HTA) o estenosis aórtica (EAO). El aumento de espesor parietal puede ser simétrico (en el 68% de los casos de AC-AL), o asimétrico (en el 79% de la AC-TTR). 3

El típico patrón de "sparkling" (o puntillado miocárdico) por ser subjetivo, presenta gran variabilidad interobservador y se ha descrito en hasta el 12% de las miocardiopatías hipertróficas, por lo que su hallazgo aislado no presenta valor diagnóstico. 5-10

En cuanto a la función diastólica los pacientes con AC presentan disfunción grado II o mayor. Se puede observar parálisis auricular con onda A de llenado transmitral menor a 30 cm/seg, lo que es sugestivo de formación de trombos en la orejuela de la aurícula izquierda y riesgo de cardioembolia aunque el paciente se encuentre en ritmo sinusal. 5-10

En el Doppler tisular, un signo específico, pero poco sensible es el hallazgo de las velocidades tisulares menores a 5 cm/seg.

El strain longitudinal global (SLG) mostró ser el mejor indicador para discriminar la AC de las otras causas de aumento del espesor parietal (área bajo la curva, 0,95; 95% intervalo de confianza, 0,89-0,98;  $P < 0.00005$ ). El SLG se ve alterado desde los inicios de la enfermedad, precediendo a la caída de la fracción de eyección. En los pacientes con AC-AL el SLG se encuentra más alterado que en los que padecen AC-TTR. 5-10

El strain regional es una técnica muy útil para el diagnóstico precoz de AC y diferenciarla de otras fenocopias. Phelan et al, describieron un patrón típico denominado "preservación apical" o signo de la bandera de Japón generado por la mayor afección de segmentos basales y medios con preservación relativa de los segmentos apicales (Figura 2). Distintos parámetros han tratado de cuantificar estas diferencias en el strain regional de los segmentos basales y mediales en relación a los apicales (tabla 2). El compromiso del SLG promedio menor a 11,7 % se ha descrito como un predictor independiente de menor supervivencia en pacientes con AC-AL y en AC-TTR un SLG  $<14,5\%$ , con buena correlación entre strain y realce tardío. 5-10

Entre un 4-16% de las estenosis aórticas coexisten con AC, especialmente la ATTRwt. Está en discusión si es una relación casual por ser patologías que se presentan en pacientes añosos o si es causal y el depósito de proteína amiloide en la válvula aórtica juega algún papel en la progresión de la estenosis. Los pacientes en los que coexisten ambas entidades suelen tener aumento

desproporcionado de los espesores, mayor disfunción diastólica, menor SLG y más frecuentemente bajo flujo anterógrado. Vale la pena remarcar que los parámetros basados en la diferencia de la deformación de los segmentos apicales vs los basales y mediales (RELAPS, SAB, EFSR) utilizados para el diagnóstico de AC pura no tienen buena capacidad discriminativa en estenosis aórtica debido a que existe una proporción de pacientes con estenosis aórtica sin AC que los presentan alterados. 11

El Score de ecocardiografía multiparamétrica para el diagnóstico de AC desarrollado por Michele Boldrini y col. tuvo como objetivo investigar la precisión de una amplia gama de variables ecocardiográficas y desarrollar puntajes multiparamétricos para el diagnóstico de AC-AL comprobada o aquellos con aumento del espesor parietal relativo (EPR) del miocardio que tenían sospecha de amiloide. La carga de amiloide cardíaco se cuantificó utilizando mediciones de volumen extracelular en cardiorensonancia magnética. La combinación de variables: EPR, relación E/ea, SLG y TAPSE mostró la mejor precisión diagnóstica para detectar AC en pacientes con amiloidosis AL sistémica (score-AL). Un score-

AL  $<1$  o  $\geq 5$  permite descartar o confirmar respectivamente el compromiso cardíaco con adecuada sensibilidad y especificidad. En los puntajes intermedios se debería completar la evaluación con otras técnicas como resonancia cardíaca o biopsia endomiocárdica. El score-IWT incluye las variables: EPR, relación E/ea, GLS, TAPSE y SAB que mostraron la mejor precisión diagnóstica para detectar AC en pacientes con aumento del espesor de la pared. Un puntaje  $\geq 8$  tuvo una sensibilidad del 54% y una especificidad de 98% para el diagnóstico de AC. (Tabla 3) 12

Cabe destacar que para el diagnóstico de AC no basta solo con el EDC, el enfoque diagnóstico actual implica el uso de varias modalidades de imagen junto con la evaluación de cadenas livianas libres e inmunofijación de inmunoglobulinas plasmáticas en suero y orina. Solo la AC-TTR se puede diagnosticar en forma no invasiva con signos clásicos de AC más captación 2-3 en Gammagrafía con difosfonatos (Tc-DPD/PYP) más la exclusión de una discrasia células plasmáticas, con una sensibilidad y un VPP 100% para el diagnóstico de ATTR. Para las otras formas de amiloidosis se requiere la anatomía patológica. (Figura 3). 3

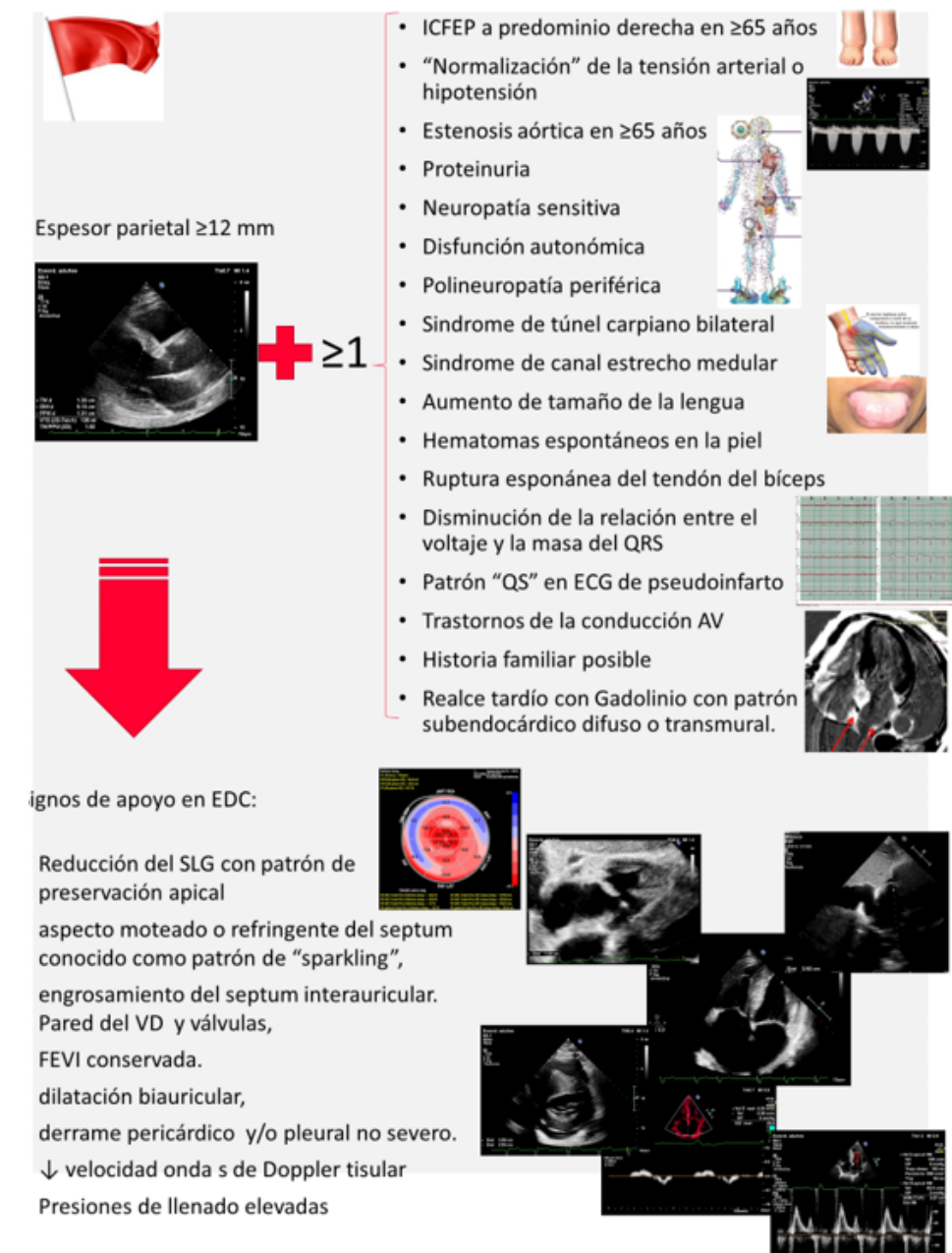


Figura 1. RED FLAGS en Amiloidosis



Tabla 1. Diagnósticos diferenciales

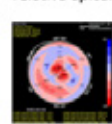
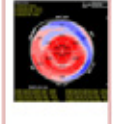
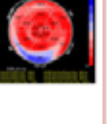

Característica	AC-TTR o AL	MCH	FABRY	HTA
Espesor pared VI	1.2-2 cm	>1.5-3.5 cm	Variable 1,5-2.5 cm	Variable <1,5
Tipo de engrosamiento pared VI	Concéntrica sparkling	Variable- asimétrica	Concéntrica "signo o patrón binario" o "franja" endocárdica"	Concéntrica
Aumento pared VD	Frecuente	Poco frecuente	Frecuente	No
Aumento SIA	Frecuente	Ausente	No	No
Valvas VM	Engrosadas	Elongadas	Normales	Normales
Derrame pericárdico	Frecuente	Muy raro	No	No
Disfunción diastólica con llenado restrictivo	Frecuente	Raro	Menos frecuente	No
FEVI	Normal o levemente reducida	Supernormal	Normal	Normal
SLG	Severamente reducido con preservación relativa apical 	Reducido a predominio septal 	Reducido inferolateral 	Normal 
Strain rate	Severamente reducido	Reducido	Reducido	Normal

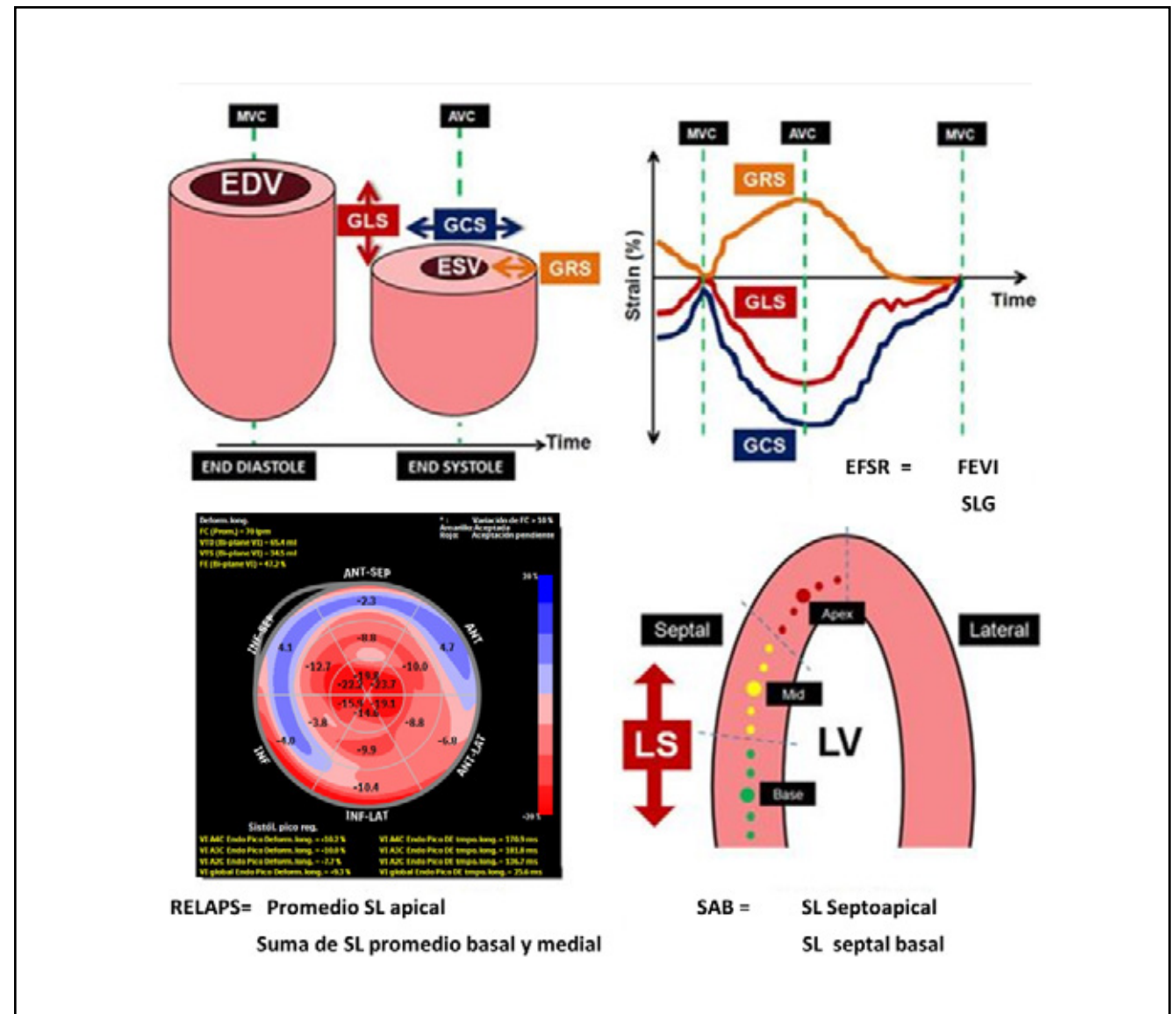
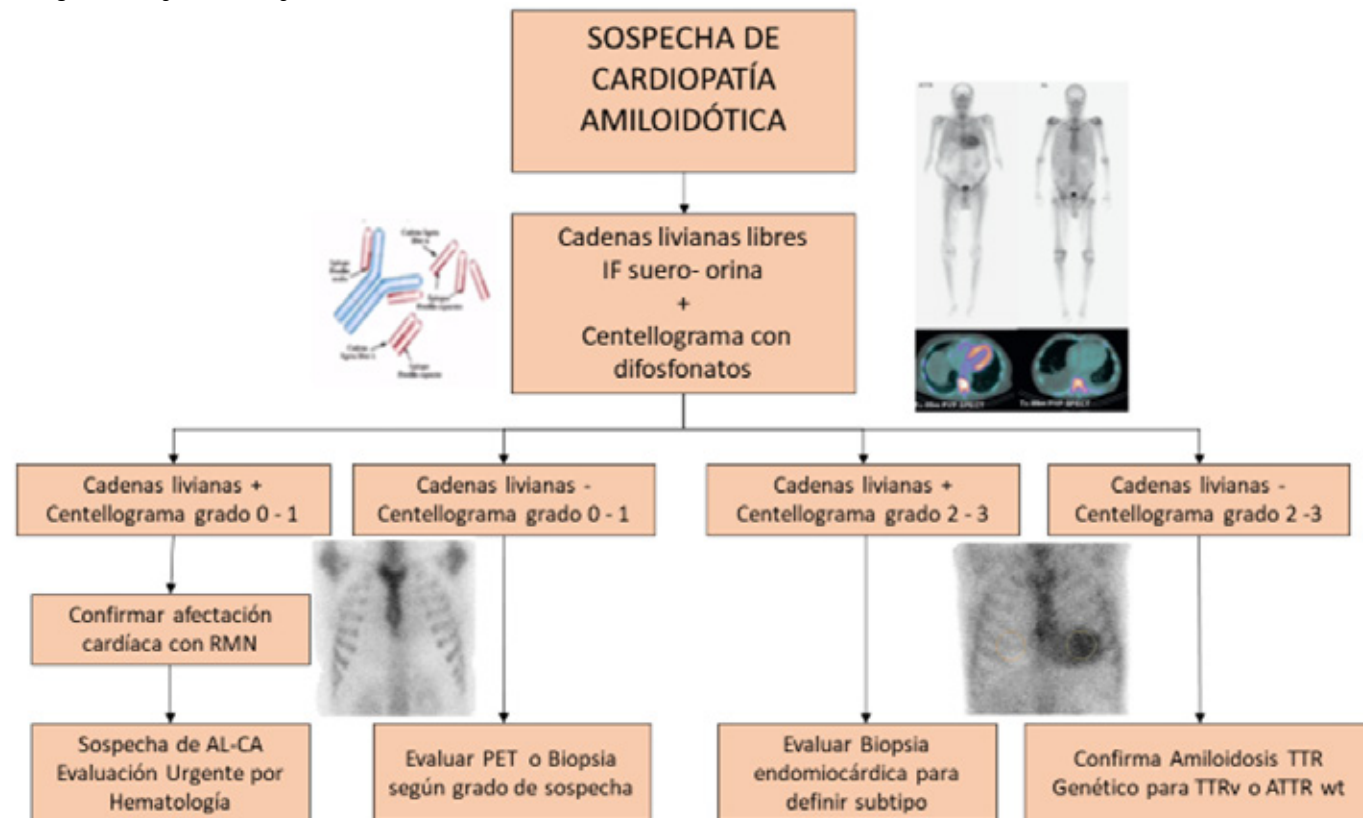
Imagen modificada de cita 8 y Fuente propia (Streitenberger Gisela) de SLGTABLA 3. Score diagnóstico propuesto por Boldrini y col. cita 12

	Definición	Puntaje
<b>AL-Score</b>	Especificidad 98% Sensibilidad 48%	≥5
EPR	>0,52	2
Relación E/e'	>10	2
TAPSE (mm)	≤19	1
SLG (%)	≥-14	1
<b>IWT-Score</b>	Especificidad 98% Sensibilidad 54%	≥8
EPR	>0,6	3
Relación E/e'	>11	1
TAPSE (mm)	≤19	2
SLG (%)	≥-13	1
SAB	> 2,9	3

Tabla 2 y Figura 2- Patrón de preservación apical.

Parámetro	Definición	Punto de corte
SAB (systolic apex to base ratio)	SL septoapical	>2.1
	SL septalbasal	
RELAPS (relative apical sparing of longitudinal strain)	Promedio SL apicales	>1
	(promedios SL M + SL B)	
EFSR (left ventricular ejection fraction to global longitudinal strain ratio)	Fracción de eyección	>4.1
	Strain longitudinal global	

Figura 3. Algoritmo diagnóstico

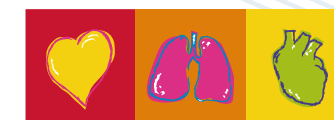


Modificado de cita 3.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Kittleson M, Ruberg F, et al. 2023 ACC Expert Consensus Decision Pathway on Comprehensive Multidisciplinary Care for the Patient With Cardiac Amyloidosis. *J Am Coll Cardiol*. 2023 Mar; 81 (11) 1076–1126.
2. Donnelly JP, Hanna M. Cardiac amyloidosis: An update on diagnosis and treatment. *Cleve Clin J Med*. 2017 Dec;84(12 Suppl 3):12-26. doi: 10.3949/ccjm.84.s3.02. PMID: 29257735.
3. Fernández AA, Pereiro González SM, Costabel JP, Streitenberger G, Aguirre MA, Ratto R, et al. Consenso de Miocardiopatías restrictivas. Sociedad Argentina de Cardiología. *Rev Argent Cardiol* 2021;89 (Suplemento 7):1-92. <http://dx.doi.org/10.7775/rac.es.v89.s7>.
4. McDonagh TA, Metra M, Adamo M, Gardner RS, Baumbach A, Böhm M, et al; ESC Scientific Document Group. 2021 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. *Eur Heart J*. 2021 Sep 21;42(36):3599-3726. doi: 10.1093/eurheartj/ehab368. Erratum in: *Eur Heart J*. 2021 Oct 14; PMID: 34447992.
5. Dorbala S, Ando Y, Bokhari S, Dispenzieri A, Falk RH, Ferrari VA, 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 Card Fail* 2019;25(11):e1-39
6. Falk RH, Quarta CC, Dorbala S. How to image cardiac amyloidosis. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2014 May;7(3):552-62. doi: 10.1161/CIRCIMAGING.113.001396. PMID: 24847009; PMCID: PMC4118308.
7. Gill, S.S., Fellin, E., Stampke, L., Zhao, Y. and Masri, A., 2022. Clinical Clues and Diagnostic Workup of Cardiac Amyloidosis. *Methodist DeBakey Cardiovascular Journal*, 18(2), p.36-46.DOI: <https://doi.org/10.14797/mdcvj.1061>
8. Pagourelas ED, Mirea O, Duchenne J, Van Cleemput J, Delforge M, Bogaert J, Kuznetsova T, Voigt JU. Echo Parameters for Differential Diagnosis in Cardiac Amyloidosis: A Head-to-Head Comparison of Deformation and Non deformation Parameters. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2017 Mar;10(3):e005588. doi: 10.1161/CIRCIMAGING.116.005588. PMID: 28298286.
9. Rapezzi C, Lorenzini M, Longhi S, et al. Cardiac amyloidosis: the great pretender. *Heart Fail Rev*. 2015; 20:117–124.
10. Stricagnoli, M, Cameli, M., Incampo, E. y col. Speckle tracking echocardiography in cardiac amyloidosis. *Heart Fail Rev*. 2019;24: 701–707.
11. Christian Nitsche, Paul R Scully, Kush P Patel, et al. Prevalence and Outcomes of Concomitant Aortic Stenosis and Cardiac Amyloidosis. *J Am Coll Cardiol*. 2021 Jan 19;77(2):128-139. doi: 10.1016/j.jacc.2020.11.006.
12. Boldrini M, Cappelli F, Chacko L, Restrepo-Cordoba MA, et al. Multiparametric Echocardiography Scores for the Diagnosis of Cardiac Amyloidosis. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2020 Apr;13(4):909-920. doi: 10.1016/j.jcmg.2019.10.011.Epub 2019 Dec 18. PMID: 31864973



**SCHILLER**  
The Art of Diagnostics

# Cicloergómetros funcionales de alta calidad



## ERG 911 LS

- ❖ Posicionamiento de 0 a 45º ajustable
- ❖ Apto 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»)
- ❖ Intervalo de carga de 20-999 vatios
- ❖ Existen varias extensiones opcionales para ambos modelos (consulte la ficha técnica)



ECOSAC



## Amiloidosis

# 17. CENTELLOGRAFÍA CON DIFOSFONATO. QUÉ ES, Y CÓMO INTERPRETO LOS RESULTADOS

Dra. Neiva Maciel - Dra. Victoria Carvelli - Dr. Osvaldo Masoli.

La amiloidosis cardíaca (AC) es una miocardiopatía infiltrativa, resultado de trastornos del plegamiento de proteínas y formación de fibrillas insolubles que se depositan en el espacio extracelular del corazón.(1)

Si bien hay más de 40 proteínas que producen amiloidosis, más de 98% de la AC están asociadas a solamente dos tipos de proteínas proamiloidóticas: las cadenas livianas (AL), que suelen darse en contexto de una gammopatía monoclonal, y la transtirretina (TTR). Dentro de esta última hay dos variantes: la hereditaria o mutante (ATTRv) que comúnmente se diagnostica en pacientes jóvenes a partir de síntomas neurológicos, y la wild-type o salvaje (ATTRwt) que se asocia al envejecimiento.(2)

En la amiloidosis AL la afección cardíaca ocurre en un 60-75% y tiene mal pronóstico (3). Las fibrillas de amiloide generan toxicidad directa a corto plazo generando insuficiencia cardíaca, motivo por el cual requiere una conducta activa para el diagnóstico y el tratamiento.

En la amiloidosis ATTR la infiltración de fibrillas de amiloide tipo TTR es lenta en el tiempo generando fundamentalmente aumento del espesor e insuficiencia cardíaca diastólica primeramente. La sospecha está dada fundamentalmente por la clínica, antecedentes del paciente, el electrocardiograma y el ecocardiograma.

Anteriormente se creía que la amiloidosis era una enfermedad rara y el diagnóstico se realizaba de manera invasiva a través de la confirmación histológica. Sin embargo, en la última década hubo un cambio de paradigma, impulsado por la aparición de tratamientos específicos, lo cual ha obligado a indagar sobre métodos diagnósticos no invasivos.

Si bien la biopsia sigue siendo el gold estándar para el diagnóstico de certeza de la amiloidosis AL, en el caso de la amiloidosis ATTR la gammagrafía con radiotrazador óseo marcado con 99m Tecnecio(99mTc) es una herramienta fundamental en el algoritmo diagnóstico debido a su

especificidad de casi 100% y valor predictivo positivo de 100% en ausencia de gammopatía monoclonal, pudiendo reemplazar incluso a la biopsia endomiocárdica (BEM) (4). El centellograma óseo puede detectar AC antes que el electrocardiograma, la ecocardiografía y los biomarcadores (5, 6). Por lo que fue incorporado como una de las principales herramientas para el diagnóstico de AC en las guías de la Sociedad Americana de Cardiología Nuclear (7) y de la Sociedad Europea de Cardiología. (8)

En este artículo, revisaremos los fundamentos y la interpretación diagnóstica del centellograma óseo en la práctica clínica actual.

El centellograma óseo se fundamenta en la adsorción de bifosfonatos en cristales de hidroxiapatita de la matriz mineral ósea del hueso. En la AC la captación de bifosfonatos por el miocardio se debe al alto contenido de calcio en las fibrillas de amiloide, fundamentalmente por las fibrillas tipo TTR. Los radiotrazadores recomendados son el hidroximetilendifosfonato (HMDP), pirofosfato (PYP) o ácido 3,3-difosfono-1,2-propanodicarboxílico (DPD) marcados con 99mTc (7), no siendo recomendado el 99mTc methyl diphosphate (MDP) por su baja sensibilidad.

Luego de la administración endovenosa de una dosis única de 10-20 mCi (370-740 MBq) de uno de estos radiotrazadores, se adquieren imágenes en una gammacámara entre 1 y 3 horas de cuerpo entero en proyecciones anterior y posterior, imágenes estáticas localizadas anterior y oblicuas, SPECT o SPECT-TC(7)

De todas estas imágenes se realiza los siguientes análisis:

**1-Análisis Cualitativo:** Evaluamos el grado de captación a través de una escala visual comparando el corazón con el hueso (generalmente costillas). Esto incluye distintos grados que van del 0 al 3 y son conocidos como clasificación de Perugini. (9) (Tabla y Figura 1)

GRADO	CAPTACIÓN
0	Sin captación cardíaca con captación normal en costillas
1	Captación cardíaca menor que las costillas
2	Captación cardíaca igual que las costillas
3	Captación cardíaca mayor que las costillas

Tabla 1: Clasificación de Perugini. Grado de captación del trazador óseo a nivel del miocardio.



Figura 1: Análisis cualitativo. Clasificación de Perugini: Gradación visual de la captación miocárdica del 99mTc con bifosfonatos mediante la comparación con la captación ósea.

**2-Análisis Cuantitativo:** Conocida como relación corazón-pulmón (H/CL). (10) Se utilizan imágenes planares adquiridas a las 3 horas de la inyección para evitar alto conteo debido a pool sanguíneo. Se determina un área de interés (ROI) sobre el corazón y esta se reproduce en espejo hacia el hemitórax contralateral. La H/CL se obtiene dividiendo las cuentas obtenidas con el ROI a nivel de la silueta cardíaca con respecto a las cuentas de la misma área situado a nivel

contralateral, en ambos casos debe descontarse el fondo (Figura 2). Una relación igual o mayor a 1,5 es altamente sugestiva de amiloidosis cardíaca tipo ATTR (AC- ATTR). Este análisis es opcional y sirve para apoyar la toma de decisiones. Posee algunas limitantes como falsos positivos por presencia de pool sanguíneo, colocación del ROI superpuesto con la captación esternal y costal focal, así como con el pulmón adyacente.

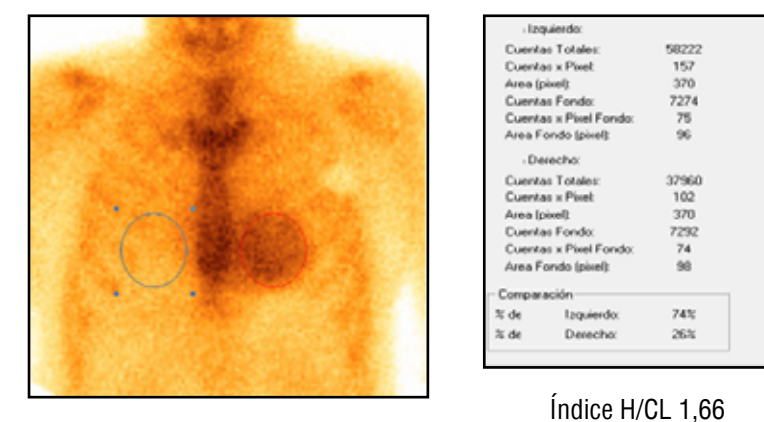


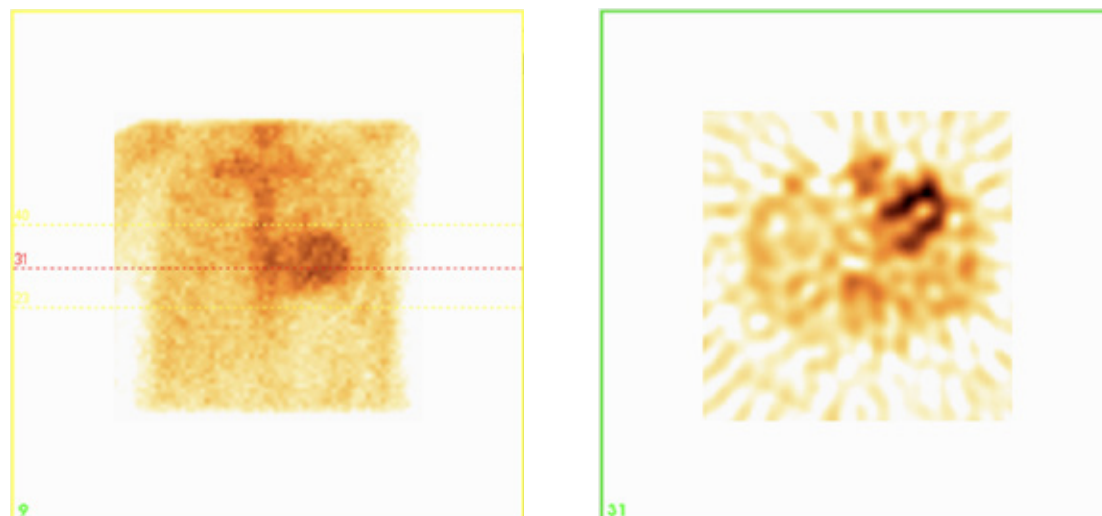
Figura 2: Análisis cuantitativo: Cálculo de la relación corazón-pulmón. El círculo rojo representa el área de interés cardíaco. El círculo azul representa el área de interés contralateral. El índice surge de la división entre ambos restandoles, previamente, el fondo correspondiente.



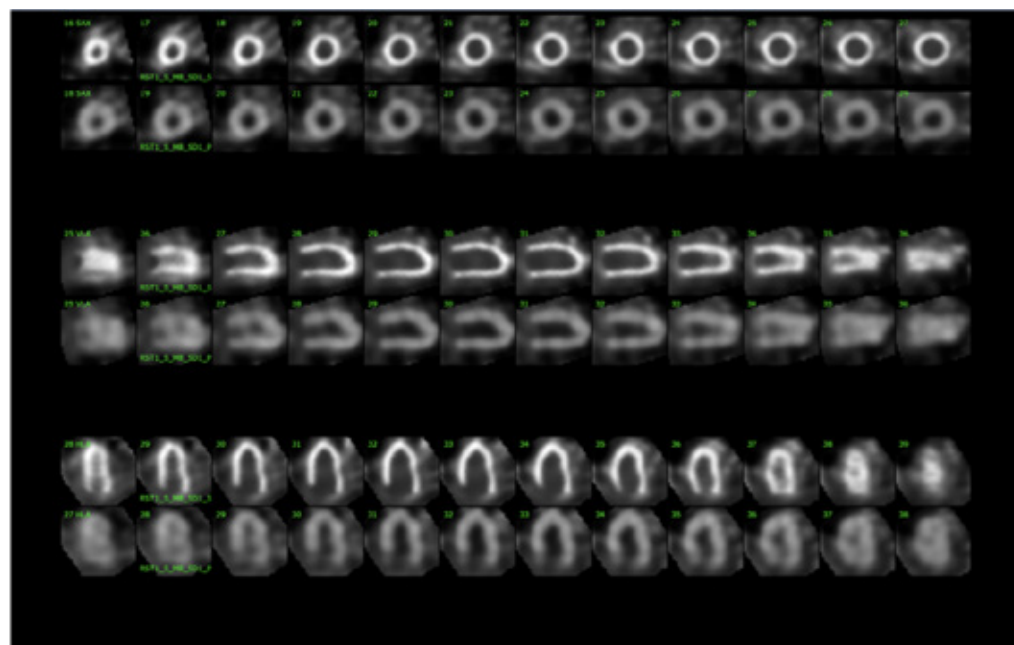


**3-Análisis de las imágenes Gated SPECT o SPECT TC:**  
Es la única forma definitiva para visualizar la captación de

$^{99m}\text{Tc}$ -PYP/DPD/HMDP en el miocardio y diferenciarlo de la actividad del pool sanguíneo (7) (Figura 3 y 4).



**Figura 3:** A la izquierda observamos captación cardíaca definida en la imagen planar. Lo cual se confirma en la imagen de la derecha donde el SPECT demuestra claramente la captación miocárdica.



**Figura 4:** SPECT con  $^{99m}\text{Tc}$  – HMDP en cámara gamma con detectores de CZT donde se evidencia captación intensa del difosfonato en el miocardio.

Resultados: se dividen en tres categorías y se interpretan en el contexto del paciente y de las demás pruebas. Figura 5

**1. No sugerente:** con un grado de captación de 0 y/o un índice H/CL menor a 1.

**2. Altamente sugestivo:** Grado de captación de 2 o 3, y/o un índice H/CL mayor o igual a 1,5.

**3. Ambigua:** grado de captación de 1 y/o un índice H/CL de 1 a 1,5.

El grado 1 o resultado ambiguo puede estar asociado con amiloidosis AL y requiere una evaluación exhaustiva en búsqueda de una gammopatía monoclonal.

Tener en cuenta que la BEM es requerida en casos desafiantes ya que la biopsia de tejido graso presenta una baja sensibilidad para AC-ATTR (45% para ATTRv y solo 15% para ATTRwt).(6)

En el caso de una captación grado 2 o 3 de Perugini se hace el diagnóstico de AC-ATTR con una especificidad y valor predictivo positivo de 100% siempre y cuando el dosaje de

cadena liviana en sangre y orina son negativos (4). En este caso está indicado realizar el estudio genético para reclasificar en AC-ATTRv o AC-ATTRwt. (7)

Debemos tener en cuenta que hasta un 40% de los pacientes con AC-ATTR pueden tener una gammopatía monoclonal de significado desconocido, en este caso la BE es necesaria para diagnosticar definitivamente AC-ATTR.

Por último, el médico examinador debe excluir otras causas de captación miocárdica del radiotrazador sugerentes de falsos positivos debido a otras causas de injuria miocárdica como pericarditis, infarto de miocardio (captación regional), quimioterapia o toxicidad asociada a drogas como la hidroxicloroquina. (7)



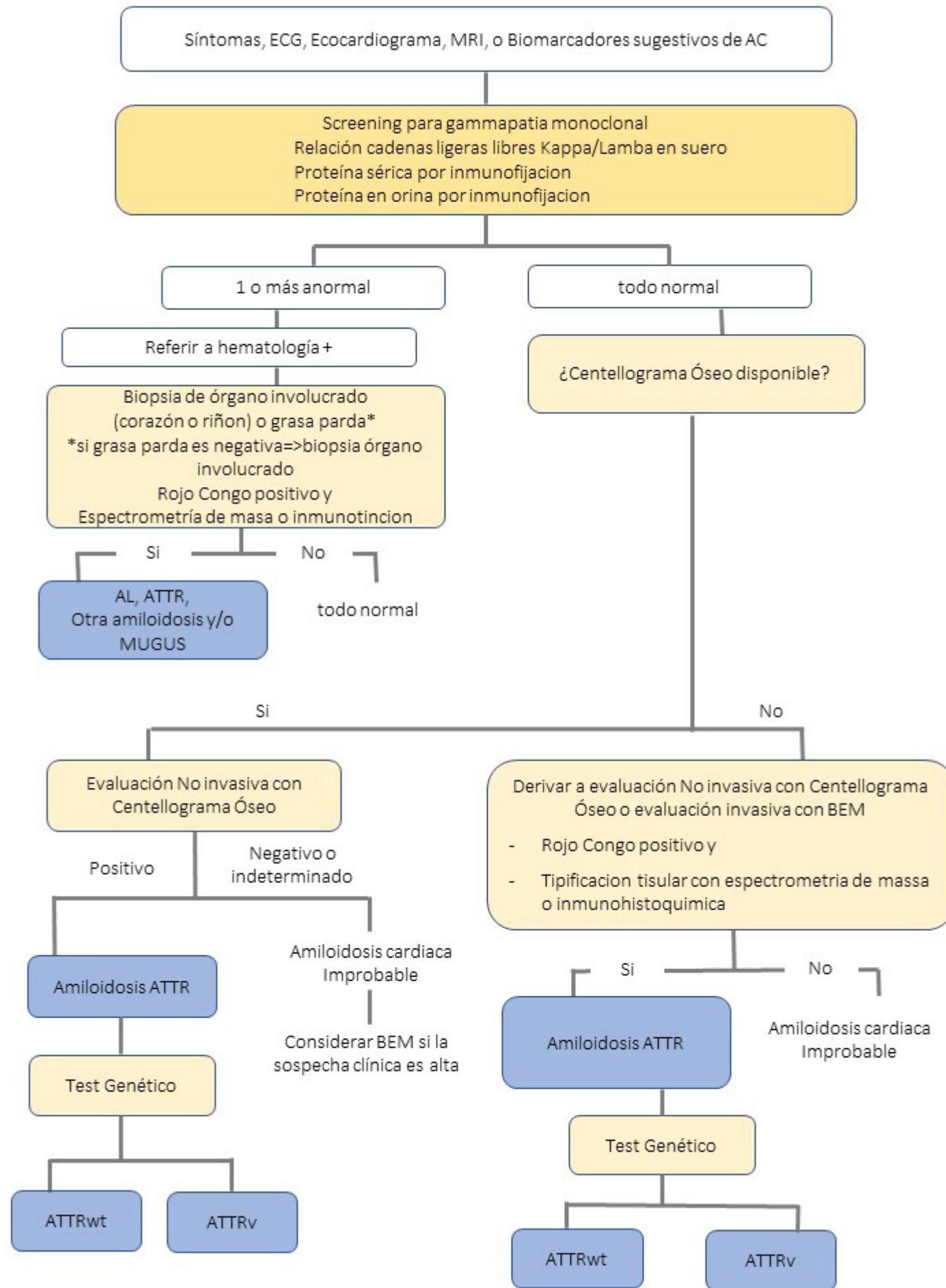


Figura 5: Algoritmo diagnóstico en pacientes con sospecha de amiloidosis cardiaca

En resumen, el Centellograma con trazadores óseos es un método relativamente simple, de bajo costo y ampliamente disponible. Debe ser interpretado en el contexto del paciente y de otras herramientas como el dosaje de cadenas livianas en sangre y orina. Ante un grado de captación 2 o 3 de Perugini y en ausencia de una gammapatía monoclonal posee una sensibilidad y especificidad de casi 100% para el diagnóstico de AC- ATTR, pudiendo prescindir de biopsia tisular o endomiocárdica. La BEM sigue siendo el estándar de oro en situaciones con hallazgos no invasivos equívocos y desafiantes.

Es fundamental sospechar la enfermedad, entendiendo que podemos ofrecer a nuestros pacientes un tratamiento específico que implica una mejoría en su calidad de vida.

Más allá de que en la actualidad contamos con métodos no invasivos, la amiloidosis cardiaca ATTR continúa siendo una enfermedad subdiagnosticada.

#### BIBLIOGRAFÍA

- Glenner GG, Ein D, Eanes ED, et al. Creation of "amyloid" fibrils from Bence Jones proteins in vitro. *Science* 1971;174:712-4
- Buxbaum J, Dispenzieri A, Eisenberg DS, et al. Amyloid nomenclature 2022: update, novel proteins, and recommendations by the International Society of Amyloidosis (ISA) Nomenclature Committee. *Amyloid* 2022; 29:4, 213-219
- Kumar S, Dispenzieri A, Lacy MQ, et al. Revised prognostic staging system for light chain amyloidosis incorporating cardiac biomarkers and serum free light chain measurements. *J Clin Oncol.* 2012;30:989-95. doi: 10.1200/JCO.2011.38.5724.
- Gillmore JD, Maurer MS, Falk RH, et al. Nonbiopsy diagnosis of cardiac transthyretin amyloidosis. *Circulation* 2016; 133: 2404-2412.
- Treglia G, Glaudemans AWJM, Bertagna F, et al. Diagnostic accuracy of bone scintigraphy in the assessment of cardiac transthyretin-related amyloidosis: a bivariate meta-analysis. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2018; 45: 1945-1955.
- Minutoli F, Di Bella G, Mazzeo A, et al. Serial scanning with 99mTc-3, 3-diphosphono-1, 2- propanodicarboxylic acid (99mTc-DPD) for early detection of cardiac amyloid deposition and prediction of clinical worsening in subjects carrying a transthyretin gene mutation. *J Nucl Cardiol* 2021 Oct;28(5):1949-1957
- 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.
- 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.
- Perugini E, Guidalotti PL, Salvi F et al. Noninvasive Etiologic Diagnosis of Cardiac Amyloidosis Using 99mTc-3,3-Diphosphono-1,2-Propanodicarboxylic Acid Scintigraphy, *Journal of the American College of Cardiology* 2005; Vol 46, Issue 6: 1076-1084.
- Kitaoka H, Izumi C, Izumiya Y, et al. Japanese Circulation Society Joint Working Group. JCS 2020 guideline on diagnosis and treatment of cardiac amyloidosis. *Circ J* 2020; 84: 1610-1671.





## Amiloidosis

# 18. ¿CUÁNDO PEDIR UNA RMC Y CUÁL ES LA INFORMACIÓN ADICIONAL?

Dr. Jorge Casas - Dra Vanina Martinez - Dra. Milagros Lezcano

Dra. Rosina Arbucci - Dr. Diego Lowenstein Haber

Dra. Andrea Alvarenga - Dr. Cesar Villalba.

La amiloidosis cardíaca (AC) es una miocardiopatía infiltrativa por depósitos de proteína amiloide principalmente en el miocardio.

Si bien existen más de 30 proteínas con capacidad de infiltrar tejidos, 5 están descritas a nivel cardíaco siendo las más comunes la transtiretina (TTR) y las cadenas livianas (Kappa y lambda) que dan lugar a la amiloidosis por transtiretina (ATTR) y a la amiloidosis por cadenas livianas (AL) respectivamente. Otras proteínas productoras menos frecuentes son la apolipoproteína A, el fibrinógeno y el componente sérico A (1).

La ATTR reconoce formas hereditarias (ATTRv) asociadas a mutaciones patogénicas y más comúnmente adquiridas (senil o forma salvaje -wild type o ATTRwt) y la AL es siempre adquirida por la producción anormal y no controlada de cadenas livianas por parte de las células plasmáticas en la médula ósea (2).

Si bien la epidemiología de la AC es bastante incierta se estima que la incidencia anual de la AL en países desarrollados es entre 6-12/ millón de habitantes, mientras que existen mutaciones patogénicas para la ATTRv entre 1/100.000 y 4% (según la etnia y/o región geográfica). Respecto a la incidencia de la ATTRwt en los últimos años mediante resultados de estudios de medicina nuclear y anatomía patológica se constató una significativa prevalencia de pacientes portadores de depósitos miocárdicos de transtiretina que en octogenarios puede llegar al 25% (3). También se detectó alta prevalencia de depósitos de transtiretina en portadores de estenosis aórtica (superior al 15%) (4) y de insuficiencia cardíaca con fracción de eyección preservada (ICFEP) (5). En base a lo anterior queda claro que el antiguo precepto que la AC es una patología altamente infrecuente pierde valor a la luz de la mayor detección sobre todo de la forma ATTRwt.

El depósito de amiloide en el miocardio provoca alteraciones morfológicas, funcionales y tisulares que dan lugar a síntomas inespecíficos, fundamentalmente fatiga, debilidad, angina, insuficiencia cardíaca congestiva y arritmias, y en ocasiones puede también trombos auriculares y embolias.

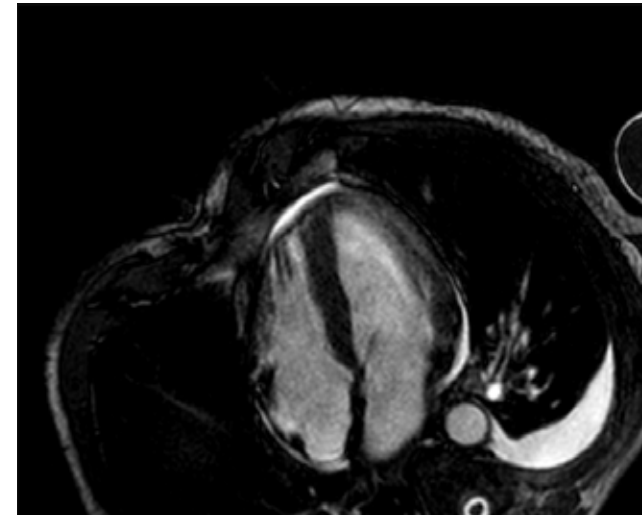
La afección cardíaca es elevada y es la principal causa de morbilidad y mortalidad en todos los tipos de amiloidosis.

Desde el punto de vista estructural tradicionalmente se describe la AC como una hipertrofia difusa principalmente del ventrículo izquierdo, con diámetros y fracción de eyección preservados, dilatación biauricular, engrosamiento del septum interauricular y grados variables de derrame pericárdico asociados a fisiología restrictiva. Si bien lo anterior es correcto será fundamental la realización de un diagnóstico temprano antes de llegar a la presencia de clínica y datos morfológicos floridos ya que actualmente existen terapias farmacológicas que pueden cambiar el curso evolutivo de la ATTR y tratamientos curativos en el caso de la AL, que cuando más temprana sea su instauración mayor será el beneficio.

Si bien la Ecocardiografía es la herramienta diagnóstica inicial, la Resonancia Magnética cardíaca (RMC) con su alta resolución espacial y su capacidad para caracterizar procesos tisulares patológicos se convierte en la herramienta diagnóstica adicional recomendable ante la sospecha de una miocardiopatía infiltrativa (6).

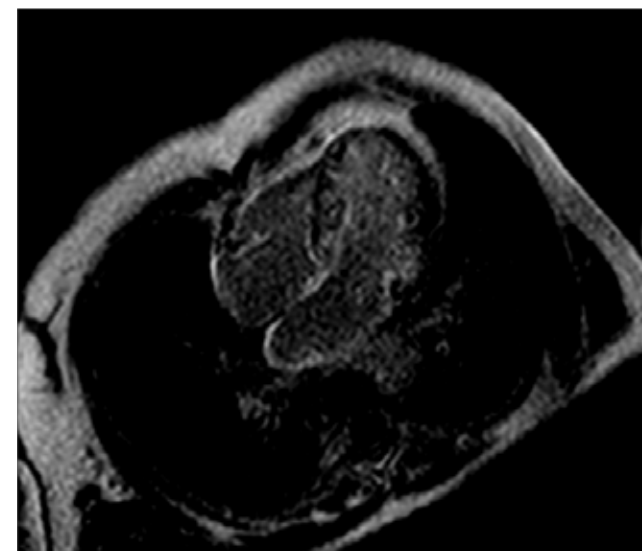
Como es ya conocido la RMC mediante la utilización de sus diferentes secuencias es el estándar para la medición de volúmenes, fracción de eyección, espesores y masa miocárdica sin limitaciones de ventana ultrasonica, además de la mencionada caracterización tisular.

En las secuencias de cine (eco de gradiente, sangre blanca SSFP) se observan diámetros, volúmenes, motilidad y fracción de eyección que se encuentran conservados hasta estadios avanzados de la enfermedad con grados variables de hipertrofia según el tiempo de evolución, con distribución comúnmente simétrica siendo no habitual el componente obstructivo. Las aurículas suelen mostrar agrandamiento el cual es muy significativo en estadios más avanzados. Es frecuente también el engrosamiento del septum interauricular (SIA) como así también grados variables de derrame pericárdico que es raro que sea severo (figura 1).

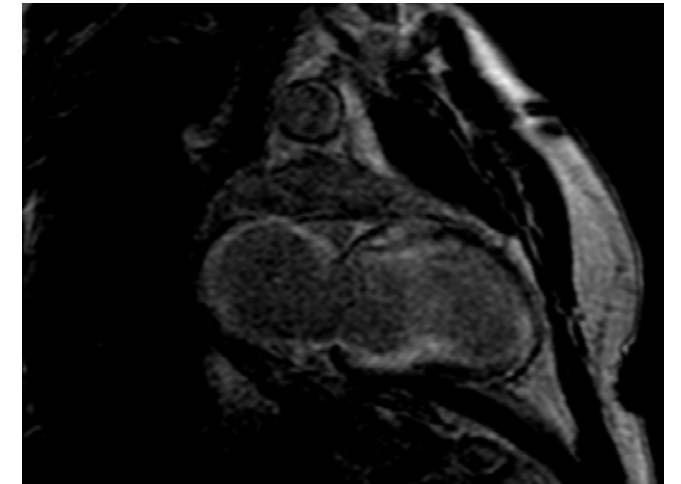


**Figura 1:** cine en 4 cámaras de un paciente con Amiloidosis que evidencia diámetros normales, aumento difuso del espesor parietal del VI y del SIA así como también grados leves de derrame pericárdico y pleural.

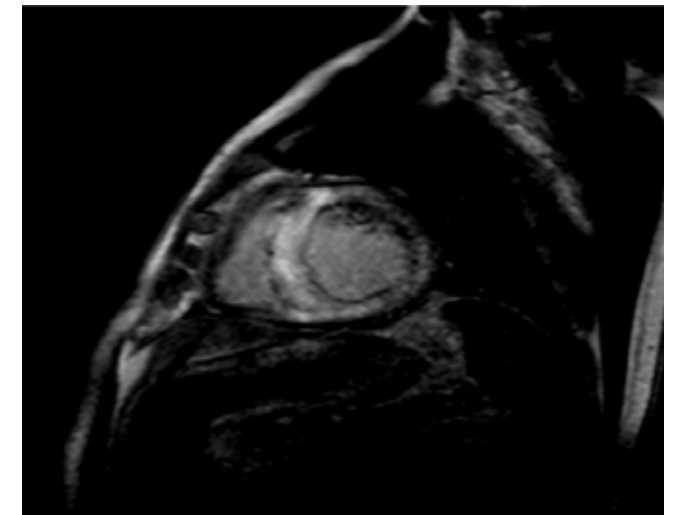
Cuando utilizamos secuencias que abordan la caracterización tisular es importante destacar las secuencias contrastadas luego de la inyección de contraste (gadolinio) fundamentalmente las de realce tardío (inversión recovery) (7,8) en la que posterior a los 4 a 7 minutos de la infusión de contraste intravenoso es característica la existencia de fibrosis focal con patrón subendocárdico difuso siendo el más característico, otros: transmural difuso a predominio de segmentos basales y medios. Al igual que en otras miocardiopatías el grado de extensión y de transmuralidad de la fibrosis se asocia a peor pronóstico (9). Es frecuente encontrar también la presencia de fibrosis a nivel de la pared libre de ambas aurículas como también en el SIA (figuras 2 a 4). Es importante destacar que la infiltración del intersticio miocárdico por amiloide lleva a una anormal cinética del gadolinio con marcada dificultad para anular el miocardio, aún siendo cuidadoso en la búsqueda del tiempo de inversión más adecuado. Este dato técnico es un hecho característico que debe hacer considerar el diagnóstico probable de AC.



**Figura 2:** secuencia de Realce tardío en 4 cámaras que evidencia presencia de fibrosis con patrón subendocárdico difuso en el VI y en aurícula izquierda.



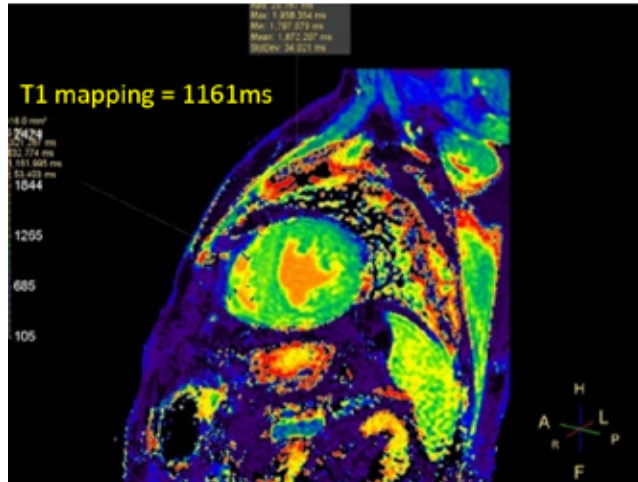
**Figura 3:** secuencia de Realce tardío en 2 cámaras que evidencia presencia de fibrosis con patrón subendocárdico difuso en el VI y en aurícula izquierda.



**Figura 4:** secuencia de Realce tardío en eje corto que evidencia presencia de fibrosis con patrón transmural a predominio del SIV.

Secuencias de introducción más reciente como el T1 mapping (no contrastada) que expresa expansión del espacio extracelular por presencia de edema, fibrosis intersticial o amiloide, pueden ser de utilidad mostrando valores significativamente elevados lo cual puede ser útil para realizar diagnóstico incluso precoz que el con las secuencias de realce tardío (figura 7). Por otro lado es útil para el diagnóstico diferencial con otras causas de hipertrofia que cursan con valores de T1 mapping bajo. De este modo una hipertrofia difusa con un T1 mapping bajo debe hacer considerar un proceso infiltrativo al menos no inicialmente fibrótico como por ejemplo la enfermedad de Fabry o hemocromatosis y no una AC en la cual la fibrosis intersticial (y posteriormente focal) está presente desde estadios tempranos de enfermedad (10).

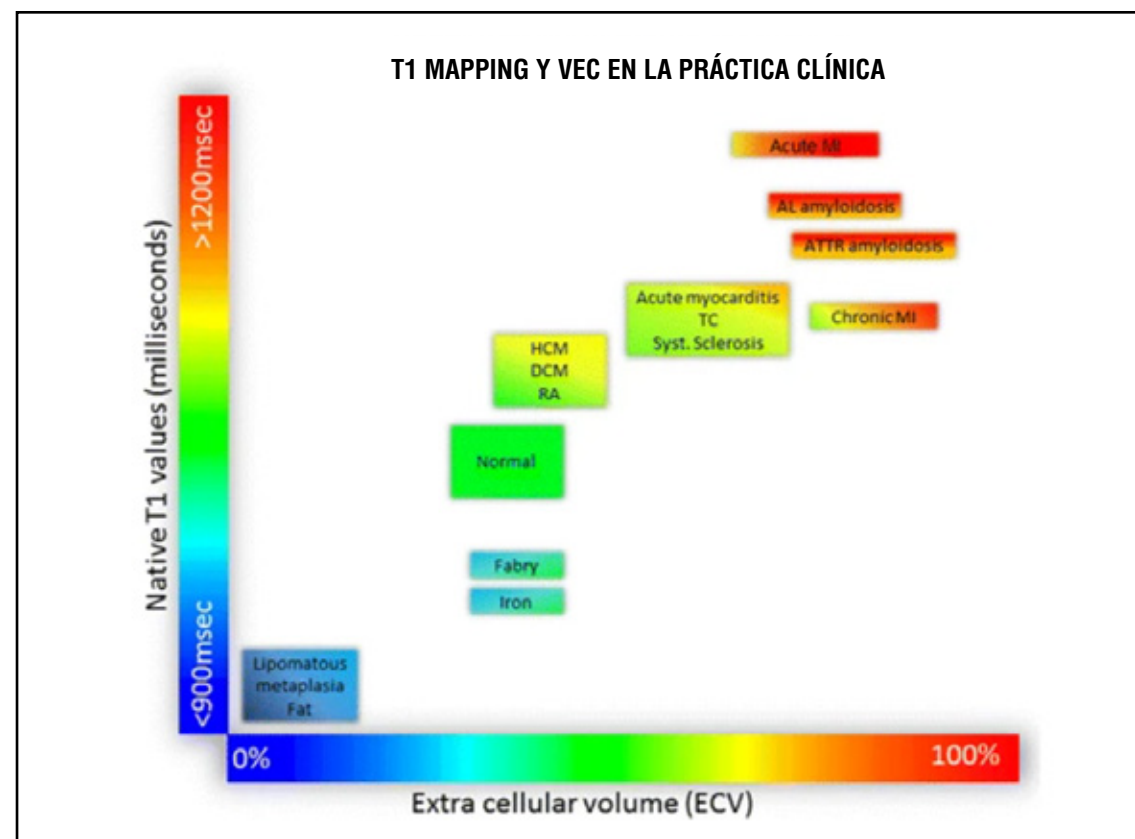




**Figura 5:** secuencia de T1 mapping que muestra un valor elevado para nuestro servicio. Este dato correlaciona con expansión del espacio intersticial por amiloide y/o fibrosis.

La determinación del Volumen extracelular (VEC) realizado mediante un cálculo que incluye al T1 mapping pre y post contraste y el hematocrito del paciente arrojará datos similares a los que aporta el T1 mapping en ambos casos secundarios a la expansión del espacio extracelular por la proteína amiloide y la fibrosis.

La amiloidosis cardiaca se asocia con un VEC y un T1 mapping más alto que cualquier otra miocardiopatía debido a la infiltración extracelular generalizada.



**Figura 6:** Comparación de T1 Mapping y VEC. La amiloidosis es quien posee el tiempo M1 mapping y VEC más altos. Adaptado de Martin Ugander (SCMR 2014)

Las secuencias de strain por RMC mediante Feature-Tracking, al igual que en la ecocardiografía también es un recurso novedoso para detectar alteraciones precoces en la función de fibra, siendo el patrón más característico el de alteración de segmentos basales y medios con conservación de los segmentos apicales. Numerosos artículos mencionan la utilidad de este método para la diferenciación de amiloidosis con miocardiopatía hipertrófica.

En un estudio reciente la sensibilidad para el diagnóstico de AC mediante las secuencias tradicionales de RMC fue del 94% y la sensibilidad del 80% (11).

En la Tabla 1 se enumeran algunas características estructurales aportadas por la RMC, útiles para el diagnóstico diferencial con otras entidades patológicas.

	Amiloidosis	MCH	HTA	Fabry
Diámetros	N	↓	N / leve ↑	N
Grado de HVI	++ /+++	++/++++	+ /++	++/+++
FEVI	N	↑ ó N	N	N
SIA engrosado	+	-	-	-
Derrame pericárdico	+ /++	-	-	-
Fibrosis focal (RT)	++++	+ /++ /+++	-	+ /++ /+++
Localización de la fibrosis (RT)	Subendocárdico difuso	Zonas de inserción ó de >HVI	-	Inferolateral
Fibrosis intersticial (T1m)	↑↑	N ó ↑	N ó leve ↑	N ó ↑

**Tabla 1:** Diagnóstico diferencial entre AC y otras causas de HVI. Los datos que aparecen en la tabla son los más característicos para cada entidad pudiendo variar en situaciones menos habituales. MCH:miocardiopatía hipertrófica.HTA: miocardiopatía hipertensiva. N: normal .HVI: hipertrofia ventricular izquierda.FEVI : fracción de eyección del ventrículo izquierdo. SIA: septum interauricular.RT :realce tardío con gadolinio.T1m:secuencia de T1 mapping

#### LIMITACIONES DEL MÉTODO.

La principal limitación de la RMC es su baja disponibilidad y accesibilidad. El riesgo de desarrollar Nefropatía por gadolinio es un efecto indeseado en aquellos pacientes con amiloidosis renal. Este último punto es una limitación relativa, ya que el valor adicional brindado por el realce tardío puede ser reemplazado por el T1 mapping

Finalmente, en etapas iniciales de la enfermedad, los cambios estructurales y funcionales pueden no ser lo suficientemente evidentes en la RMC como para realizar un diagnóstico preciso. Por lo tanto, debe complementarse con otros estudios y biomarcadores.

#### CONCLUSIONES:

La Amiloidosis cardiaca no es una entidad infrecuente.

Ante pacientes con HVI, con ECG no concordante, o con ICFEP o datos clínicos orientadores como síndrome del túnel carpiano, insuficiencia renal, patología oncohematológicas, etc deberíamos de sospechar en esta entidad.

- Es fundamental el diagnóstico precoz ya que las posibilidades de respuesta al tratamiento son mayores.

-La RMC es el método diagnóstico en la detección de AC de datos estructurales como HVI, dilatación auricular, engrosamiento del SIA, derrame pericárdico etc mediante secuencias de cine, detección fibrosis mediante las secuencias de T1 mapping, cinética y disposición del contraste, que según el caso llevarán a una posterior confirmación etiológica sea por dosaje de cadenas livianas en el caso de (AL), centellograma con pirofosfato o bifosfonato en ATTR o eventualmente la anatomía patológica.

#### BIBLIOGRAFÍA

- González-López E, López-Sainz Á, García-Pavía P. Diagnosis and Treatment of Transthyretin Cardiac Amyloidosis. Progress and Hope. Rev Esp Cardiol (Engl Ed) 2017; 70: 991-1.004.
- Fernández AA, Pereiro González SM, Costabel JP, Straitenberger G, Aguirre MA, Ratto R, et al. Consenso de Miocardiopatías restrictivas. Sociedad Argentina de Cardiología. Rev Argent Cardiol 2021;89 (Suplemento 7):1-92
- Tanskanen M, Peuralinna T, Polvikoski T, Notkola IL, Sulkava R, Hardy J, Singleton A, Kiuru-Enari S, Paetau A, Tienari PJ, Myllykangas L. Senile systemic amyloidosis affects 25% of the very aged and associates with genetic variation in alpha2-macroglobulin and tau: a population-based autopsy study. Ann Med. 2008;40(3):232-9. doi: 10.1080/07853890701842988. PMID: 18382889.
- Castaño A, Narotsky DL, Hamid N, Khaliq OK, Morgenstern R, DeLuca A, Rubin J, Chiuhan C, Nazif T, Vahl T, George I, Kodali S, Leon MB, Hahn R, Bokhari S, Maurer MS. Unveiling transthyretin cardiac amyloidosis and its predictors among elderly patients with severe aortic stenosis undergoing transcatheter aortic valve replacement. Eur Heart J. 2017 Oct 7;38(38):2879-2887.
- Mohammed SF, Mirzoyev SA, Edwards WD, Dogan A, Grogan DR, Dunlay SM, Roger VL, Gertz MA, Dispenzieri A, Zeldenrust SR, Redfield MM. Left ventricular amyloid deposition in patients with heart failure and preserved ejection fraction. JACC Heart Fail. 2014 Apr;2(2):113-22.
- C.X. Tang et al., Cardiovascular magnetic resonance imaging for amyloidosis: The state-of-the-art, Trends in Cardiovascular Medicine (2018).
- Simonetti OP, Kim RJ, Fieno DS, Hillenbrand HB, Wu E, Bundy JM, Finn JP, Judd RM. An improved MR imaging technique for the visualization of myocardial infarction. Radiology. 2001 Jan;218(1):215-23. doi: 10.1148/radiology.218.1.r01ja50215. PMID: 11152805.
- Fontana M, Chung R, Hawkins P, et al. Cardiovascular magnetic resonance for amyloidosis. Heart Fail Rev. 2015; 20: 133 – 44.
- Fontana M, Pica S, Reant P, et al. Prognostic value of late gadolinium enhancement cardiovascular magnetic resonance in cardiac amyloidosis. Circulation. 2015; 132: 1570 – 9.
- Kammerlander et al. CMR T1 Mapping : Validation and Clinical Impact. JACC:cardiovascular imaging .Vol 9 N° 1,2016.January 2016:14-2316 Imaging.
- Vogelsberg H, Mahrholdt H, Deluigi CC, et al. Cardiovascular magnetic resonance in clinically suspected cardiac amyloidosis: noninvasive imaging compared to endomyocardial biopsy. J Am Coll Cardiol 2008; 51: 1.022-1.030.





## Sarcoidosis

# 19. DIAGNÓSTICO DE SARCOIDOSIS POR RMC

Dra. Melina Mana.

La sarcoidosis cardíaca es una rara miocardiopatía infiltrativa caracterizada por inflamación granulomatosa. Presenta una elevada morbimortalidad y se considera un desafío diagnóstico por la poca especificidad de su presentación clínica y la baja sensibilidad de la biopsia endomiocárdica, debido a la naturaleza parcheada de la afección; por lo que conviene mantener un alto índice de sospecha, teniéndola presente ante situaciones clínicas puntuales y conocer en detalle sus diagnósticos diferenciales.

Se trata de una granulomatosis multisistémica, siendo el compromiso cardíaco una forma de presentación menor al 10% de los casos sintomáticos, pero constituyendo el principal determinante de mortalidad de esta patología (1). Debido a que puede evolucionar rápidamente a insuficiencia cardíaca o muerte súbita, siendo frecuentemente asintomática hasta ese momento, y con un gran beneficio con el tratamiento precoz, es primordial contar con un método diagnóstico que permita su detección temprana.

Su prevalencia a nivel mundial se estima en 77/100.000 y su incidencia anual en 14.5/100.000 (2); estimándose en 1.5/100.000 en nuestro país (3). El compromiso cardíaco se observa con mayor frecuencia y agresividad en la población japonesa.

Su fisiopatología no está del todo clara. Se trataría de la resultante entre un antígeno ambiental aéreo, inhalado por un paciente con susceptibilidad genética a presentar este tipo de respuesta inmunitaria (4).

La forma de presentación puede ser un episodio de muerte súbita, taquicardia ventricular, bloqueos auriculoventriculares completos sintomáticos a edades tempranas, arritmias supraventriculares, fibrilación auricular, etc. El ECG puede mostrar alteraciones en la repolarización y otros trastornos de conducción. Al momento de la presentación clínica, suele acompañarse de una imagen de tórax anormal con las características

adenopatías hiliares simétricas, con o sin nódulos no cavitados, pequeños y múltiples.

La ecocardiografía convencional no presenta hallazgos patognomónicos (5). Puede ser compatible con una miocardiopatía con fenotipo hipertrófico (hipertrofia asimétrica por los granulomas) o dilatado, con o sin deterioro de la función sistólica del ventrículo izquierdo; pueden presentarse afinamientos del septum interventricular, e incluso segmentos aneurismáticos, por afinamientos cicatrizales secundarios a las formaciones granulomatosas.

La resonancia magnética cardíaca (RMC) es considerada de primera línea diagnóstica ante la sospecha clínica/ecocardiográfica. Dentro de sus mayores fortalezas en este escenario se destaca que tiene un elevado valor predictivo negativo, no utiliza radiación ionizante, y su capacidad de caracterización tisular como por ejemplo la presencia de realce tardío de gadolinio que conlleva valor pronóstico (8), encontrándose significativamente ligada a la incidencia de arritmias ventriculares y mortalidad total.

El patrón de realce tardío observado es intramiocárdico o subepicárdico de segmentos basales, septum y pared lateral. A su vez, podemos distinguir actividad inflamatoria mediante caracterización tisular con T1, T2 y la cuantificación del volumen extracelular. En las secuencias de T2 mapping especialmente, se puede determinar inflamación activa, ayudando de esta forma a guiar conductas terapéuticas. En cuanto a las técnicas para medición de la deformación miocárdica, herramientas como el strain longitudinal y circunferencial global podrían ser de utilidad ya que se ha documentado que se encuentran alterados en pacientes con sarcoidosis aún en ausencia de otros hallazgos a nivel cardíaco. La disminución del strain longitudinal global se asoció a mayor incidencia de eventos adversos y se ha postulado que podrían ser marcadores precoces (pre-fibrosis) de compromiso cardíaco.

La distribución de los infiltrados intramiocárdicos y parcheados, puede imitar a otras formas de miocarditis.

Así mismo puede remedar la secuela de una injuria isquémica transmural, diferenciándose por no respetar una distribución típica de un territorio coronario. Lo mismo ocurre en la displasia arritmogénica, con la que además puede compartir su forma de presentación clínica. La sarcoidosis presenta mayor compromiso del septum interventricular, sobre todo en sus segmentos basales. Es por esta razón que algunos autores se refieren a ella como "la gran simuladora", debiendo mantener un alto índice de sospecha ante presentaciones similares (7). En nuestra región, debemos sumar a esta lista a la enfermedad de Chagas-Mazza. En menos del 20% de los casos puede aparecer compromiso pericárdico, con distintos grados de efusión (9).

El diagnóstico definitivo es histopatológico: hallazgo de granulomas epitelioides confluentes no necrotizantes en la biopsia endomiocárdica; con una baja sensibilidad de entre 25-36% que puede incrementarse si se realiza una guía por resonancia cardíaca (7). Es así que se establecen una serie de criterios diagnósticos; los de la Sociedad Japonesa de Enfermedades Granulomatosas (2015) recientemente actualizadas (10) y el consenso de expertos de la sociedad de ritmo cardíaco (2014) que exigen la presencia de lesiones patognomónicas al examen histológico de otro órgano o tejido extra-cardíaco, habiendo excluido los diagnósticos diferenciales posibles y, presentar con al menos uno de los siguientes requisitos (cada uno de ellos no explicado por otra causa):

Hallazgos	Sarcoidosis	Enfermedad Coronaria	Miocarditis (Viral)	Chagas	Displasia Arritmogénica
Extra-cardíacos	Pulmonares, adenopatías	No	Antecedente cuadro tipo gripal	Intestinales	Raramente BAV o fallo de bomba
primer pasaje	hipocaptación	Patrón isquémico	No hipocaptación	hipocaptación	-
T1 T2 w	Hiperseñal T2 en actividad.	T2 + en SCA	T2 + (menos de 14 días)	Poco aporte	Infiltración grasa +++
Mapping	Alterados T2 indica actividad	Alterados en secuela. T2 normal	T1/T2 alterados	T1 alterado en secuela. T2 no.	Alterados. No T2 mapping
realce tardío	Parcheado, no coronario, IM o SEp	Subendocárdico o Territorio coronario	Pared libre de VI, SEp, "dedos de guante"	Transmural, no territorio coronario, aneurismas	VD más frecuente que Sarcoidosis

**IM: intramiocárdico; TM: transmural; SEp: Subepicárdico; TC: Territorio Coronario.**

En los casos donde no se llega al diagnóstico pero persiste una alta sospecha clínica, corresponde realizar una tomografía por emisión de positrones (PET-CT) corporal total, que pondrá de manifiesto el compromiso de múltiples órganos y la extensión a lo largo de múltiples cadenas ganglionares, incluido el grado de compromiso cardíaco.

En cuanto al manejo de la patología, dependerá por supuesto

1. Biopsia endomiocárdica con granulomas epitelioides no caseificantes asociado a diagnóstico clínico o histológico de sarcoidosis extracardiaca.

2. Diagnóstico clínico:

Al menos 2/5 criterios Mayores o un criterio Mayor y al menos 2/3 de los Menores:

Criterios Mayores:

- BAV avanzado o TV
- Afinamiento Basal del SIV o anomalía morfológica: aneurisma, afinamiento o engrosamiento parietal
- Deterioro de la FEVI o trastorno de motilidad regional
- Captación anormal de 67Ga o 18F-fluorodeoxiglucosa a nivel cardíaco (detecta inflamación activa, guía el tratamiento inmunosupresor)
- Presencia de Realce Tardío en RMC.

Criterios Menores:

- ECG anormal
- Defectos de perfusión en imagen nuclear
- Biopsia Endomiocárdica con fibrosis intersticial o infiltración moderada

En el Consenso de Expertos mencionado, se agregan la respuesta a terapia con esteroides y el descarte de otras causas para las manifestaciones cardíacas antes mencionadas (9-10).



## BIBLIOGRAFÍA

1. Moguillansky N, Samra R, Drew P A, et al. (November 20, 2022) A 65-Year-Old Male With Classic Cardiac Sarcoidosis: Case Report and Review of the Literature. *Cureus* 14(11): e31705. DOI 10.7759/cureus.31705
2. Sijkjær MG, Hilberg O, Ibsen R, Løkke A: Sarcoidosis: a nationwide registry-based study of incidence, prevalence and diagnostic work-up. *Respir Med.* 2021, 187:106548.
3. Chavarriga-Restrepo A, López-Amaya JE, Mesa-Navas MA, Velásquez-Franco CJ. Sarcoidosis: muchas caras, una enfermedad. Revisión narrativa de la literatura. *Iatreia.*2019 Jul-Sep;32(3):191-203. DOI 10.17533/udea.iatreia.11.
4. Baughman RP, Teirstein AS, Judson MA, Rossman MD, Yeager H Jr, Bresnitz EA, et al. Clinical characteristics of patients in a case control study of sarcoidosis. *Am J Respir Crit Care Med.* 2001 Nov;164(10 Pt 1):1885-9.
5. Takeru Nabeta and others, Risk stratification of patients with cardiac sarcoidosis: the ILLUMINATE-CS registry, *European Heart Journal*, Volume 43, Issue 36, 21 September 2022, Pages 3450–3459, <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehac323>
6. Hussain K, Shetty M. Cardiac Sarcoidosis. [Updated 2023 Jan 9]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan-.
7. Trivieri MG, Spagnolo P, Birnie D, Liu P, Drake W, Kovacic JC, Baughman R, Fayad ZA, Judson MA. Challenges in Cardiac and Pulmonary Sarcoidosis: JACC State-of-the-Art Review. *J Am Coll Cardiol.* 2020 Oct 20;76(16):1878-1901
8. Alexander Stevenson, Jonathan J.H. Bray, Laura Tregidgo, Mahmood Ahmad, Anika Sharma, Alexander Ng, Atif Siddiqui, Ali A. Khalid, Keiran Hylton, Adrian Ionescu, Rui Providencia, Ali Kirresh, Prognostic Value of Late Gadolinium Enhancement Detected on Cardiac Magnetic Resonance in Cardiac Sarcoidosis, *JACC: Cardiovascular Imaging*, Volume 16, Issue 3, 2023, Pages 345-357, ISSN 1936-878X, <https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2022.10.018>.
9. Noriko Oyama-Manabe, Osamu Manabe, The Role of Multimodality Imaging in Cardiac Sarcoidosis. *Korean Circ J.* 2021 Jul;51(7):561-578 <https://doi.org/10.4070/kcj.2021.0104>
10. Tadao Aikawa , MD, PhD1,2, and Satonori Tsuneta , M Fumio Terasaki, Keiichiro Yoshinaga. New Guidelines For Diagnosis Of Cardiac Sarcoidosis In Japan, *AnnNuclCardiol*2017; 3 (1) : 000-000J-STAGE

# 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.





## Enfermedad del pericardio

## 20. TIPS DIAGNÓSTICOS EN LOS DISTINTOS ESCENARIOS

Dr. Rodrigo R. Cano García - Dr. Matías Miguel Paniagua.

El pericardio consta de dos capas, visceral y parietal y reviste las cámaras del corazón limitando el volumen total de las mismas, y las alteraciones del volumen de una de ellas, se refleja en un cambio opuesto de volumen de otra cámara. Normalmente en el espacio pericárdico hay entre 5-10 mL de líquido (1,2).

La afectación hemodinámica está relacionada con la elevación de la presión intrapericárdica, que está relacionada con el volumen de líquido, la velocidad de acumulación y la elasticidad o distensibilidad del pericardio, es así que un derrame de gran cuantía y lento desarrollo puede tener menor afectación hemodinámica que otro más pequeño de rápida evolución<sup>1</sup>.

Existen varias situaciones clínicas en la enfermedad del pericardio, y en cada una de ellas la ecocardiografía desempeña un rol fundamental.

### DERRAME PERICÁRDICO

Puede detectarse con todas las técnicas ecocardiográficas utilizadas tradicionalmente.

Modo M: Planos paraesternales (PP): Se visualiza un espacio anecoico situado por delante y/o detrás del corazón. Los espacios anecoicos aislados anteriores no son específicos y pueden confundirse con grasa mediastínica, fibrosis, el timo y otros tejidos<sup>1</sup>.

Eco bidimensional: Se cuantifica la separación entre el pericardio parietal y el visceral durante la diástole. Se deben explorar los PP en el eje corto, apical y subcostal, para obtener una valoración completa y posible extensión circunferencial<sup>1</sup>.

Trivial: Derrame visible solamente en sístole

Leve: Espacio posterior hasta 1 cm, con o sin acumulación de líquido en otro lugar.

Moderados: 1-2 cm (500mL).

Graves: Mayor a 2cm(>700mL).

Masivo: Movimiento oscilante libre del corazón ("Swimming heart") dentro del espacio pericárdico.

Hay que caracterizar al derrame según la presencia o no de afectación hemodinámica, siendo incluso más importante que la cuantificación de la extensión del derrame por sus implicaciones terapéuticas<sup>2</sup>.

Otros hallazgos<sup>1</sup>:

Bandas fibrosas: Causa inflamatoria, hemorrágica o neoplásica del derrame, pensar en pericarditis urémicas o infecciosas.

Masas: Diseminación metastásica, proceso inflamatorio.

### DIFERENCIACIÓN ENTRE DERRAME PERICÁRDICO Y DERRAME PLEURAL

En los PP se debe tomar en cuenta la reflexión del pericardio, que es anterior a la aorta torácica descendente, por lo que el líquido que aparece por detrás de ella, es más probable que sea pleural, mientras que el que se visualiza por delante es más probable que sea pericárdico<sup>1</sup>.

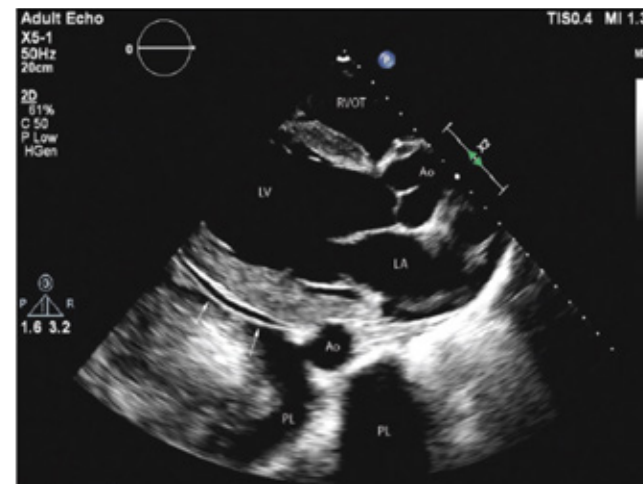


Figura 1: Ao: Aorta, flechas blancas: Derrame pericárdico. PL: Derrame pleural.

### TAPONAMIENTO CARDÍACO

Debido al efecto limitante del pericardio sobre el volumen combinado de las cámaras cardíacas, la variación respiratoria de la presión intrapericárdica (PI) origina una variación paralela en el llenado de los ventrículos derecho (VD) e izquierdo (VI). Con la inspiración disminuyen las presiones intratorácica y pericárdica, aumentando el llenado del volumen sistólico del VD, y un descenso compensador del volumen sistólico del VI. Con la espiración, se produce un efecto contrario (interdependencia ventricular respiratoria (IVR)). Cuando aumenta el volumen pericárdico se limita el volumen sanguíneo que ocupa las cámaras cardíacas y se exagera la IVR<sup>1,9</sup>.

Cuando la PI se eleva, la presión diastólica de las cuatro cámaras se iguala y depende de la PI. Ésta es la base fisiológica del taponamiento cardíaco<sup>1</sup>.

Existen muchos signos ecocardiográficos en ésta patología que pueden sugerir alteración hemodinámica, sin embargo el diagnóstico final es clínico<sup>9</sup>.

En Modo M y 2D (PP y apicales).

- Colapso diastólico del tracto de salida del ventrículo derecho (TSVD) y el colapso exagerado de la aurícula derecha durante la diástole ventricular (Figura 2)1.
- Movimiento posterior de la pared anterior del VD en diástole<sup>1</sup>.

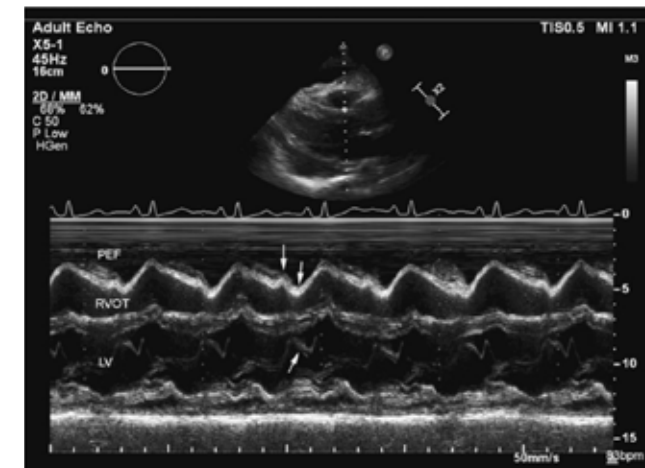


Figura 2<sup>1</sup>.

### Doppler

- Variación respiratoria exagerada de la velocidad del flujo de entrada mitral (>30%) y tricuspídeo (>60%)1,2. (Figura 3)
- Variación fásica de la velocidad del flujo/VTI en el TSVD o TSVI
- Variación respiratoria exagerada del flujo de la vena cava inferior (VCI) y hepática1,7,9.
- VCI "pletórica" (Diámetro >2.1cm con <50% de colapso inspiratorio)2.

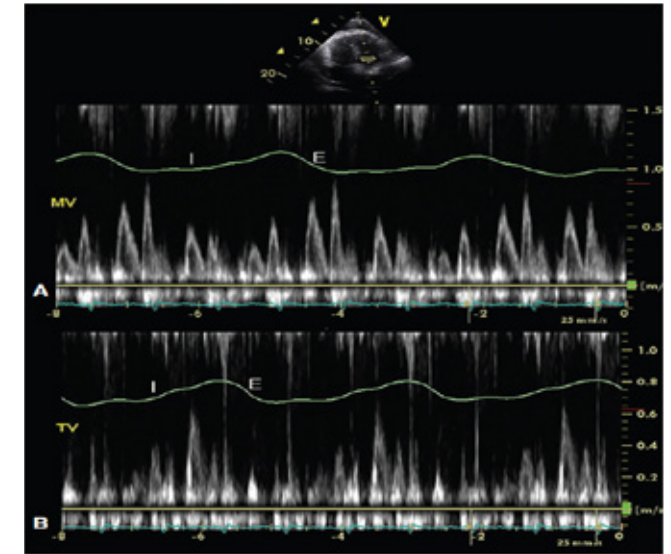


Figura 3<sup>1</sup>.

Las posibles situaciones donde estos signos podrían estar ausentes son, hipertrofia significativa del VI, hipertrofia del VD, engrosamiento de la pared ventricular por procesos neoplásicos, y el taponamiento de baja presión en pacientes hipovolémicos1.

### PERICARDITIS CONSTRICTIVA

La pericarditis constrictiva es una complicación rara pero temida de la pericarditis que puede desarrollarse directamente o a través de un derrame organizado previo. La forma más conocida es la constricción crónica permanente, que tiene un tratamiento quirúrgico definitivo a menos que esté contraindicado por condiciones específicas o una etapa avanzada de la enfermedad<sup>5</sup>.

### Signos Ecocardiográficos y de Doppler<sup>6</sup>:

- Engrosamiento pericárdico
- Variación respiratoria de la velocidad máxima E mitral >25 % y variación en la velocidad máxima de flujo venoso pulmonar >20%<sup>7</sup>.
- Velocidad de propagación del modo M de color mitral (Vp) >45 cm/seg<sup>7</sup>.
- Rebote septal.
- Anillo reverso: velocidad de la e' en mitral septal aumentada (>12 cm/seg)<sup>10</sup>.
- Anillo paradójico: Relación lineal inversa del ratio E/e' en relación a la presión en A1<sup>10</sup>.
- Strain longitudinal normal, strain circunferencial reducido, torsión del VI disminuida.
- Strain reversus (Figura 4): Disminución del strain anterolateral del VI y pared libre del VD con strain septal normal o aumentado, que sugiere tethering perimicárdico<sup>2</sup>.



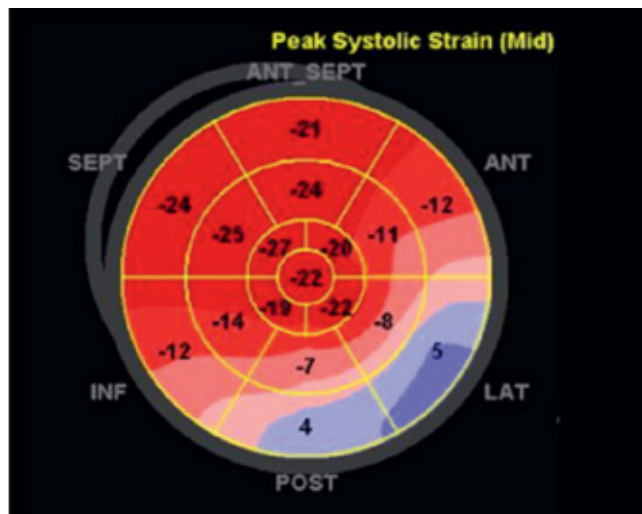


Figura 4².

### Nuevos criterios ecocardiográficos de la Clínica Mayo³:

Relación de inversión diastólica en espiración de la vena hepática: Definida como la velocidad de inversión diastólica en espiración dividida por la velocidad hacia adelante diastólica, y tiene en cuenta la disminución esperada del flujo diastólico hacia adelante y la acentuación del flujo de inversión en la diástole tardía.

### MEDICIÓN:

1. Doppler pulsado en el plano de la vena suprahepática cerca de la entrada a la VCI, visualizando el flujo diastólico.
2. Medir la relación entre el flujo diastólico inspiratorio y el flujo diastólico espiratorio de la vena hepática. Es inversión diastólica espiratoria si  $>0.78$ .

En la figura 5: Espiración (Exp) Inspiración (Insp). Para cuantificar estas inversiones del flujo diastólico, se calcula la relación de inversión diastólica, que se obtiene dividiendo la velocidad de inversión por la velocidad hacia adelante. En el ejemplo, la velocidad de inversión es aproximadamente 0,35 m/s y una velocidad de flujo hacia adelante de aproximadamente 0,3 m/s, lo que resulta en una relación de inversión diastólica de 1.2.

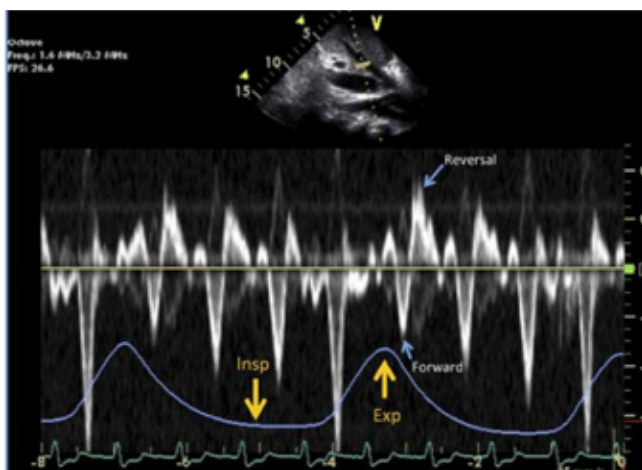


Figura 5³.

Quistes pericárdicos⁴: Son anomalías benignas del desarrollo que se producen más frecuentemente cerca del ángulo costofrénico. La imagen se observa como un espacio anecoico loculado adyacente a los bordes del corazón, pudiendo incluso distorsionar su forma (Figura 4). El estudio debe completarse con contraste para descartar una vena sistémica anómala. Se usa el Doppler color y pulsado a baja velocidad para descartar el flujo dentro de la estructura.

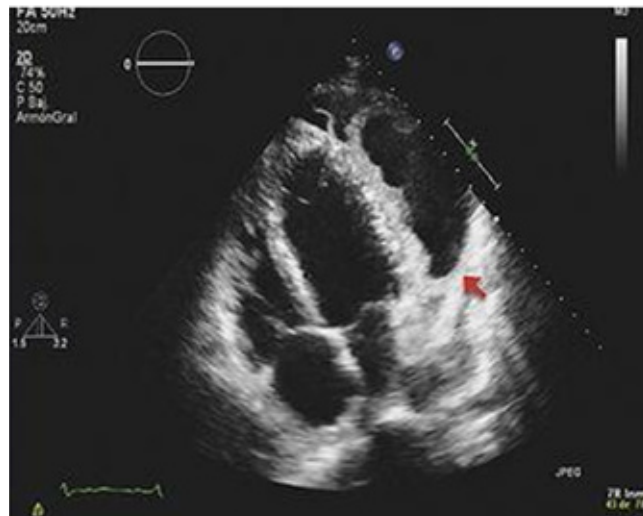


Figura 6⁴.

**Multi-imágenes y otras técnicas 2,5,6,9.:** Si bien se ha usado el strain longitudinal global y la ecografía 3D para complementar el estudio de la patología pericárdica, no han mostrado ser superiores a los modos previamente descritos⁵. Cabe señalar que, si bien el uso de ecocardiografía es indispensable, en la actualidad, y en casos complejos, o en casos donde el diagnóstico no es claro, el estudio se completa con la adición de TAC y Resonancia cardíaca, redefiniendo el abordaje diagnóstico y potencial mejoría de resultados y estadías más cortas de internación.

### BIBLIOGRAFÍA

1. Feigenbaum Ecocardiografía. Armstrong. F. William. 8va edición 2019. ISBN: 9788417602178
2. Michael Chetrit, and cols., Imaging-Guided Therapies for Pericardial Diseases, JACC: Cardiovascular Imaging, Volume 13, Issue 6, 2020, Pages 1422-1437, ISSN1936-878X, <https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2019.08.027>.
3. Welch, T. D., Ling, L. H., Espinosa, R. E., Anavekar, N. S., Wiste, H. J., Lahr, B. D., ... & Oh, J. K. (2014). Echocardiographic diagnosis of constrictive pericarditis: Mayo Clinic criteria. *Circulation: Cardiovascular Imaging*, 7(3), 526-534.
4. Pardo-Pardo, C. A., Juvin, C. E., & Gutiérrez-Carretero, E. (2015). Quiste intrapericárdico gigante con compresión del ventrículo izquierdo. *Rev. esp. cardiol. (Ed. impr.)*, 805-805.
5. Chetrit, M., Xu, B., Verma, B. R., & Klein, A. L. (2019). Multimodality imaging for the assessment of pericardial diseases. *Current Cardiology Reports*, 21, 1-12.
6. Xu, B., Kwon, D. H., & Klein, A. L. (2017). Imaging of the pericardium: a multimodality cardiovascular imaging update. *Cardiology clinics*, 35(4), 491-503.
7. Grupo de trabajo pericardio ESC. (2015). Artículo especial Guía ESC 2015 sobre el diagnóstico y tratamiento de las enfermedades del pericardio. *Revista Española de Cardiología*, 68(12).
8. Imazio, M. (2012). Contemporary management of pericardial diseases. *Current opinion in cardiology*, 27(3), 308-317.
9. Klein, A. L., Abbara, S., Agler, D. A., Appleton, C. P., Asher, C. R., Hoit, B., ... & White, R. D. (2013). American Society of Echocardiography clinical recommendations for multimodality cardiovascular imaging of patients with pericardial disease: endorsed by the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance and Society of Cardiovascular Computed Tomography. *Journal of the American Society of Echocardiography*, 26(9), 965-1012.
10. Veress, G., Feng, D., & Oh, J. K. (2013). Echocardiography in pericardial diseases: new developments. *Heart failure reviews*, 18, 267-275.





Cardio-oncología

# 21. VALORACIÓN Y SEGUIMIENTO DE CARDIOTOXICIDAD POR QUIMIOTERÁPICOS MEDIANTE ECOCARDIOGRAFÍA

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

Para las estadísticas de la OMS, el cáncer representa la mayor carga mundial de enfermedad y discapacidad, siendo la segunda causa, la cardiopatía isquémica, y la enfermedad cerebrovascular. Aquellos pacientes que presentan una sobredada prolongada a la enfermedad oncológica tienen aproximadamente 15 veces más probabilidades de desarrollar insuficiencia cardíaca.

Ciertos esquemas de tratamiento contra el cáncer son cardiotoxicos, entre los más reconocidos son las antraciclinas y el trastuzumab, aunque también existen los anticuerpos monoclonales del receptor epidérmico humano 2 (HER-2), los inhibidores de factor de crecimiento (VEGFI), anticuerpos de segunda y tercera generación BCR ABL como el Busutimib, Dasatinib, Nicotinib, Ponatinib, aquellos utilizados en Mieloma Múltiple, como inhibidores de proteosoma (carfilzomib), anticuerpos contra checkpoints inmunes que activan la respuesta inmune a los Linfocitos T y aquellos utilizados en trasplante de médula ósea. Es por este efecto cardiotoxico que deberíamos evaluar la función miocárdica. Se recomienda realizar un ecocardiograma previo y al finalizar la quimioterapia, y en aquellos casos de aparición de síntomas de insuficiencia cardíaca. La evaluación debe ser protocolizada aunque si aparecieran síntomas el plan puede modificarse. En los asintomáticos, debemos focalizarnos en la prevención primaria y en aquellos casos sintomáticos (leves, moderados, severos o muy severos), pacientes con enfermedad cardiovascular preexistente o tratamientos previos con quimioterápicos realizar la prevención secundaria.

Según nuestro análisis clasificaremos a los pacientes en diferentes grupos para así poder realizar el control adecuado. Pacientes asintomáticos, clasificarlos según el análisis de riesgo con los estudios complementarios. Debemos analizar los efectos secundarios de los quimioterápicos, por ejemplo arritmias (ventriculares y supraventriculares), trastornos de la conducción, miocarditis, isquemia miocárdica, en especial pacientes con antecedentes de infarto previo, hipertensión arterial, trombosis y derrame pericárdico. La evaluación debe ser metódica según lo indican las guías de ASE Y EACVI, deberíamos solicitar inicialmente un electrocardiograma y continuar con un ecocardiograma Doppler transtorácico (IC). En el mismo debemos evaluar, iniciando por el ventrículo izquierdo el volumen ventricular, la masa, la fracción de

eyección por método Simpson biplanar y en aquellos casos que fuera posible la fracción de eyección por ecocardiograma Doppler tridimensional (IB). Si la ventana no fuera la adecuada, está descrito también la realización de un estudio contrastado para poder definir con mayor precisión el endocardio. Adicionalmente, debemos evaluar el Strain longitudinal global (SLG) (IC), y un análisis completo de la función diastólica.

Respecto a la evaluación del ventrículo derecho, dimensiones, función sistólica (TAPSE y la onda S' por Doppler tisular (DTI), el volumen de la aurícula derecha, el strain longitudinal del pared libre del ventrículo derecho y la velocidad de la regurgitación tricuspídea. También se debe evaluar el pericardio y la vena Cava inferior.

El Strain longitudinal global (SLG) está recomendado en todos los pacientes post tratamiento con esquemas cardiotoxicos. El aumento del volumen de fin de diástole, aunque la fracción de eyección se mantenga normal, es un predictor independiente de muerte cardiovascular. Con la técnica de Speckle Tracking, se puede estudiar el grado de deformación de la fibra miocárdica y obtener una medida más directa de la Fracción de eyección del VI, ya que es más sensible para detectar disfunción temprana. Siempre debe visualizarse en las tres vistas apicales.

Se define como cardiotoxicidad según las guías de la EACVI Sociedad Española de Cardiología y la ASE una reducción de la Fracción de eyección del Ventrículo izquierdo mayor al 10 %, entre dos estudios seriados o con una Fracción de Eyección del ventrículo final de < 53 %, o una disminución del Strain Global Longitudinal igual o mayor del 15 % respecto a los valores iniciales, independientemente a la presencia o no de insuficiencia cardíaca.

El SLG es un marcador subclínico sensible de disfunción miocárdica, por lo tanto si este es < 15 % predice de forma clara mayor riesgo de falla post tratamiento, por lo tanto este parámetro ayuda a guiar el tratamiento quimioterápico. Muchos autores sugieren que ante un valor de corte SLG de - 17,5 %, se debe iniciar tratamiento con betabloqueantes e inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina, estatinas y establecer seguimiento ecocardiográfico. Un valor de strain longitudinal global menor a -13,6% se correlaciona

con un 95% de casos de insuficiencia cardíaca.

El uso del Eco 3D (IB) presenta características prometedoras en la valoración de la función ventricular, menor variabilidad inter e intraobservador, tiene buena correlación con la RMN (IC) en donde se puede evaluar aparte de la fracción de eyección la presencia de parámetros inflamatorios.

Los test funcionales para detectar isquemia como los estudios de medicina nuclear como la perfusión miocárdica serán de gran utilidad en los pacientes que ya tengan historia de enfermedad coronaria previa. En aquellos casos donde hemos mencionado la prevención secundaria, durante el tratamiento será de utilidad diagnóstica el uso de biomarcadores como el BNP, pro BNP o la Troponina.

Debemos categorizar a nuestros pacientes individualmente de acuerdo si son de alto, moderado o bajo riesgo para establecer la periodicidad de los controles. Definiremos alto riesgo aquellos pacientes que presenten cardiovascular previa, edad (mayores a 65 años), sexo masculino o que tengan algún factor genético, haber recibido tratamiento quimioterápico previo, presentar alteraciones en el electrocardiograma, en el Ecocardiograma Doppler o alteraciones en los biomarcadores.

DIAGNÓSTICO DE ENFERMEDAD ONCOLÓGICA	SEGUIMIENTO DURANTE EL TRATAMIENTO	PRIMER AÑO POST TRATAMIENTO	SEGUIMIENTO A LARGO PLAZO
BAJO RIESGO	VIGILANCIA	EVALUACIÓN AL TERMINAR	EVALUACIÓN ANUAL Y REEVALUAR SI HAY SÍNTOMAS NUEVOS
MODERADO RIESGO	CONTROL CARDIOLÓGICO	EVALUACIÓN AL TERMINAR	ANUAL Y CONTROL CADA 5 AÑOS Y ECODOPPLER CARDIACO CADA 5 AÑOS
ALTO RIESGO	CONTROL CARDIOLÓGICO Y PREVENCIÓN	EVALUACIÓN A LOS 3 MESES Y AL AÑO	ANUAL Y CONTROL CADA 5 AÑOS Y ECODOPPLER CARDIACO A LOS 1, 3 Y 5 AÑOS

Tabla1- Clasificación de riesgo y seguimiento

Se debe derivar a cardiólogo especialista en caso de aparición de síntomas. En pacientes embarazadas que reciben tratamiento con Antraciclinas el seguimiento se realiza con Ecocardiograma Doppler a la semana 12, 20, después cada 4 a 8 semanas, a la semana 34 y al año de finalizado.

En el pacientes oncológicos la presentación clínica más frecuente es el síndrome coronario agudo sin elevación del ST, teniendo en cuenta que el SCA se lo diagnostica por dolor, ECG y enzimas. Debemos recordar que algunas drogas pueden causar cuadros con características similares (ejemplo, la elevación de troponina y dolor precordial en miocarditis).

La hipertensión arterial es la comorbilidad más frecuente asociada al cáncer.

**CONCLUSIONES:**

La toxicidad cardiovascular por drogas quimioterápicas es variable. La prevención primaria como la secundaria tienen como objetivo prevenir futuras complicaciones y actuar precozmente.

La evaluación debe ser completa y detallada e incluye la realización de electrocardiograma, Ecocardiograma transtorácico 2D, 3D, Strain longitudinal global y dosaje de marcadores biológicos (BNP y Troponina).

El seguimiento se realiza siempre acorde a la severidad de los síntomas.

El seguimiento se realiza siempre acorde a la severidad de los síntomas.

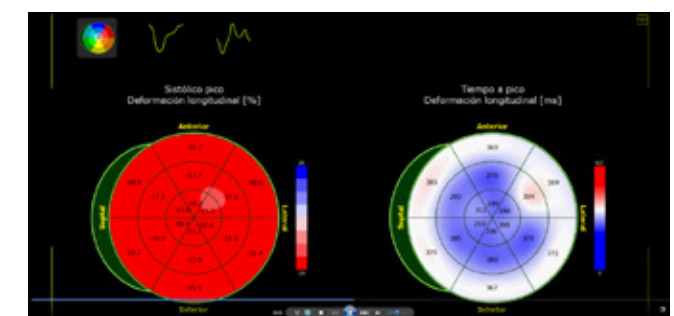
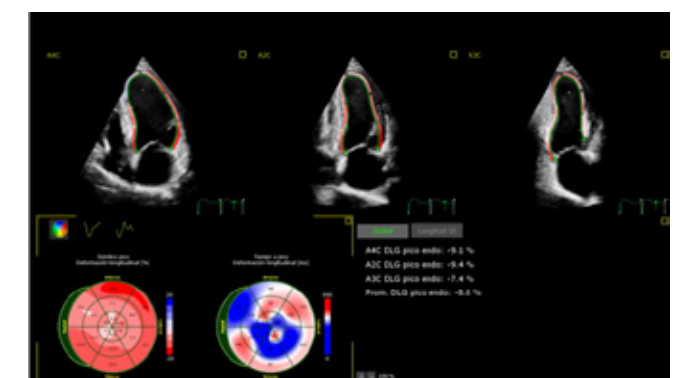
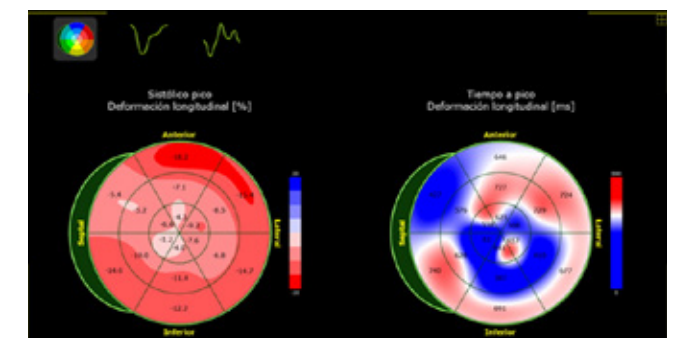


Figura1. Strain longitudinal global con parámetros dentro del rango de la normalidad.



Figuras 3 y 4. Comparativa de SLG Normal y alterada

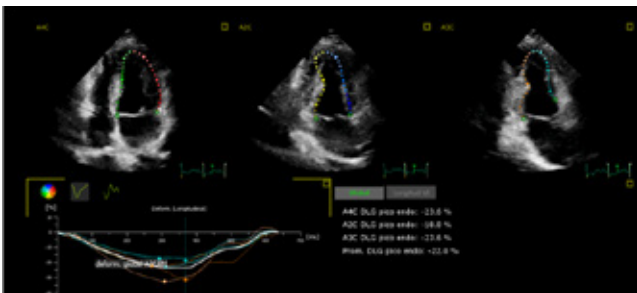
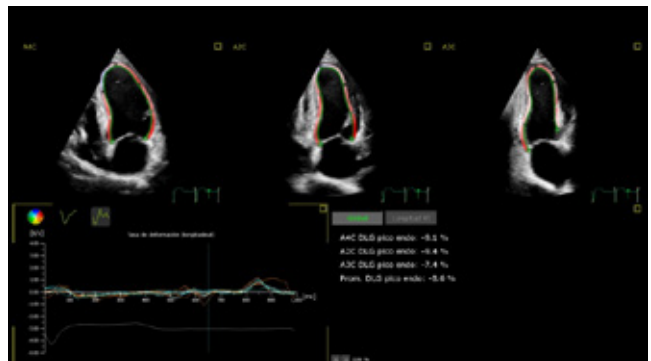




# TECNOIMAGEN

¡Somos representantes exclusivos de Mindray para ecógrafos dedicados!

**Terapia Intensiva, Quirófano y Emergencias.**



Figuras 5 y 6. Comparativas de curvas de deformación longitudinal global. Normal y alterada.

**BIBLIOGRAFÍA**

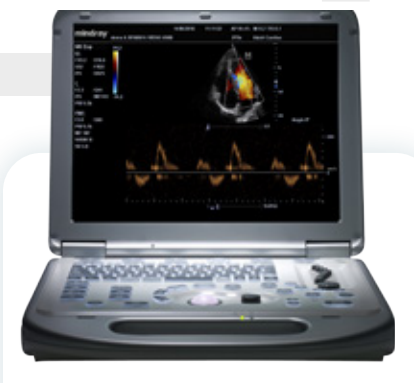
1. 2022 ESC Guidelines on cardio-oncology developed in collaboration with EHA , ESTRO, IC-OS. Lyon, Alexander; Lopez Fernandez, Teresa; Liam S Couch and col.
2. Consenso de Diagnóstico y Tratamiento de la Hipertensión pulmonar. Rev Argent Cardiol2017;85.Galiè N, Humbert M, Vachiery JL, Gibbs S, Lang I, Torbicki A. 2015 ESC/ERS Guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension. The Joint Task Force for the Diagnosis and Treatment of Pulmonary Hypertension of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Respiratory Society (ERS). Eur Heart J 2016;37:67-119.
3. Loma Al-Mansouri, Firas Al-Obaidi . Insights into etiological factors of pulmonary hypertension in cancer patients. NOWOTWORY J Oncol 2017;67:236-42.
4. Blackmon SH, Rice DC, Correa AM, Mehran R, Putnam JB, Smythe WR, et al. Management of primary pulmonary artery sarcomas. Ann Thorac Surg 2009;87:977-84.
5. Müller-Hülsbeck S, Bewig B, Schwarzenberg H, Heller M. Percutaneous placement of a self- expandable stent for treatment of a malignant pulmonary artery stenosis. Br J Radiol 1998;71:785-7.
6. Hirota S, Matsumoto S, Yoshikawa T. Stent placement for malignant pulmonary artery stricture. Cardiovasc InterventRadiol2000;23:242-4.
7. Gutzeit A, Koch S, Meier UR, Zollikofer Ch Stent implantation for malignant pulmonary artery stenosis in a metastasizing non-small cell bronchial carcinoma. Cardiovasc InterventRadiol 2008;31Suppl 2: S149-52.
8. Robinson T, Lynch J, Grech E. Non-Hodgkin's lymphoma causing extrin- sic pulmonary artery compression. Eur J Echocardiogr2008;9:577-8.
9. Pinckard JK, Wick MR. Tumor-related thrombotic pulmonary micro- angiopathy: review of pathologic findings and pathophysiologic mechanisms. Ann DiagnPathol2000;4:154-7.
10. Adnot S, Eddahibi S. Lessons from oncology to understand and treat pulmonary hypertension. Int J Clin Pract Suppl 2007;158:19-25.



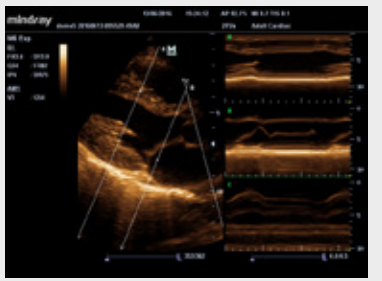
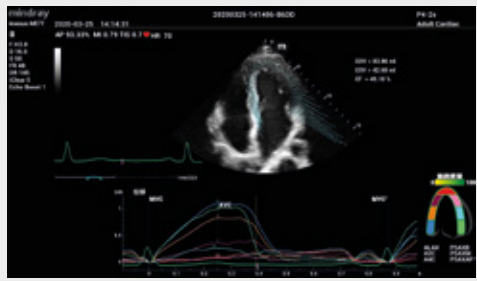
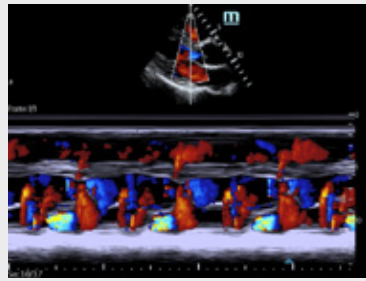
**TE7**  
 SENCILLO  
 INTELIGENTE  
 ENFOCADO EN POC



**ME7**  
 CALIDAD  
 EFICIENCIA  
 PORTABILIDAD



**M6**  
 PRECISO  
 VERSÁTIL  
 MÓVIL





NOVEDAD

# 22. TRABAJO MIOCÁRDICO POR ECOCARDIOGRAFÍA: PRINCIPIOS Y APLICACIONES EN LA PRÁCTICA CLÍNICA

Dra. Silvia Makhoul - Dra. María Elena Sanchez - Dr. Sergio Veloso.

La fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI) es uno de los métodos más utilizados para valorar la función ventricular (-FV), - sin embargo , tiene múltiples limitaciones, como su dependencia de las condiciones de carga, escasa sensibilidad para detectar pequeñas alteraciones de la y FEVI y la gran variabilidad intra e interobservador, entre otras. EEstos factores impulsaron la búsqueda de nuevos índices de función miocárdica, simiocárdica, aunque los mismos no son independientes de las condiciones de carga. El ejemplo es la evaluación de la deformación miocárdica (SLG).

El trabajo miocárdico (TM) surge como herramienta alternativa para la evaluación de la función miocárdica, deriva del SLG, con la ventaja de incorporar información sobre la poscarga, generando curvas de presión estimada del VI/SLG del VI conocidas como curva de trabajo miocárdico y los diferentes índices derivados del mismo. Russell (5) introdujo un método no invasivo para evaluar el TMtrabajo miocárdico regional, mediante el análisis del bucle de presión-deformación del VI (PSL). La curva de presión del VI se

derivó de la presión de la arteria braquial no braquial no invasiva y se ajustoajustó al perfil de una curva de presión del VI de acuerdo con la duración de las fases isovolumétrica y de eyección definidas por la apertura y cierre de las válvulas aórtica y mitral. La curva de PSL del VI surge entonces de la integración de la curva de presión del VI con el SLG del mismo estimado por el método de speckle tracking. Se demostró concordancia entre este En su estudio, experimental, Russell y coly sus colegas demostraron una buena concordancia entre el método invasivo y el área del PSL no invasiva.

Existen condiciones donde la predicción de la presión del VI puede ser imprecisa, por ejemplo en la HTA. Aunque paradójicamente, a pesar de la inexactitud en la estimación de la presión del VI, se demostró una estimación precisa del TM , probablemente relacionada con la integración temporal que induce una disminución de las diferencias entre el trabajo medido y el estimado. Este último estudio confirma entonces la fiabilidad del método y su valor potencial en condiciones patológicas.

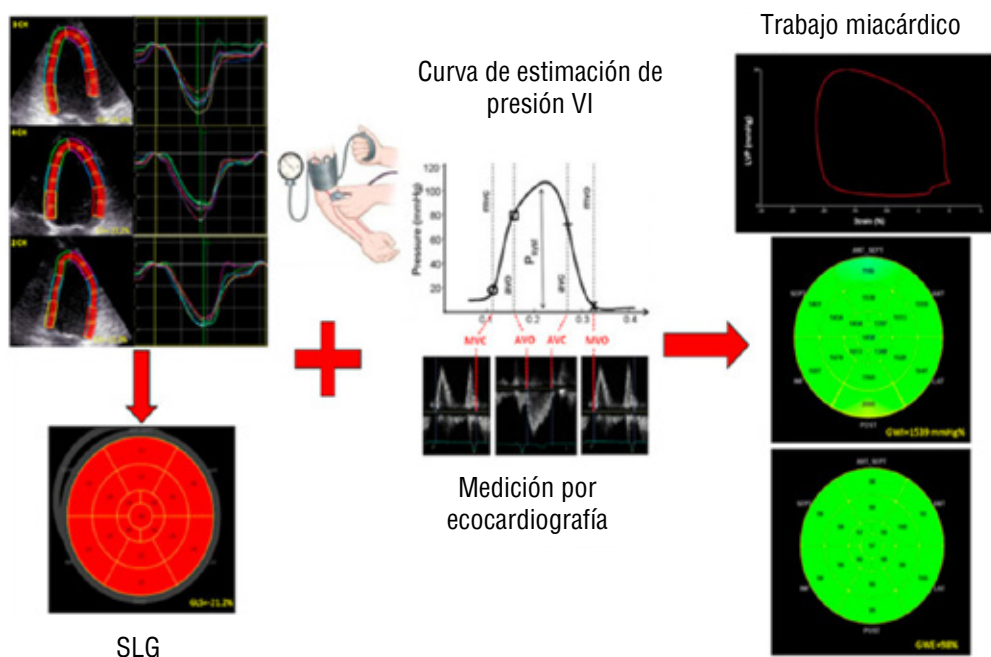


Figura 1: Pasos a seguir para estimar el trabajo miocárdico.

Al introducir la presión arterial-TA- , el software ajusta a una curva de referencia empírica normalizada de acuerdo con la duración de las fases isovolumétrica y de eyección. Es, estaas fases se definen por el momento de apertura y cierre válvula aórtica y mitral por ecocardiografía. E, estos datos de presión los integra al SLG estimado por speckle tracking. La figura 1 muestra los pasos de medición del TMtrabajo miocárdico global representado mediante el bucle de presión-deformación del VI, mapas polares que representan el TMtrabajo miocárdico global, segmentario y eficiencia de trabajo respectivamente.

El área de PSL representa el TM y se estima calculando la tasa de deformación segmentaria (SLG) por la presión instantánea del VI, este producto es una medida de potencia instantánea,

que se integra en el tiempo durante el ciclo cardíaco para obtener el trabajo expresado en mmHg%. Además del índice de TM global, se analiza el trabajo desperdiciado (WW) y el trabajo constructivo (CW) , global y segmentario. Tabla 1: resume los determinantes de los índices de TM e informa los valores de referencia normales según la edad y género, si bien sabemos que no depende de la edad ni el género, se observó un aumento con la edad en el índice de trabajo global (GWI) y el trabajo constructivo global (GCW) en mujeres que podría estar relacionado con el aumento de la presión arterial.

Determinantes de los índices de trabajo miocárdico y valores de referencia según sexo.

Parámetro	Determinantes	Valores de referencia		
		Total	Masculino	Femenino
GWI (mmHg%)	Cantidad de trabajo miocárdico realizado por el ventrículo izquierdo durante la sístole => área de PSL desde el cierre de la válvula mitral hasta su reapertura.	1292-2505	1270-2428	1310-2538
GCW (mmHg%)	Trabajo positivo realizado en sístole (acortamiento) + Trabajo negativo realizado en relajación isovolumétrica (alargamiento)	1582-2881	1650-2807	1543-2924
GWW (mmHg%)	Trabajo negativo realizado en sístole (alargamiento) + Trabajo positivo realizado en relajación isovolumétrica (acortamiento)	226 ± 28	238 ± 33	239 ± 39
GW (%)	Trabajo constructivo global/trabajo constructivo + desperdiciado.	91 ± 0,8	90 ± 1,6	91 ± 1

GCW = trabajo constructivo global; GWE = eficiencia global del trabajo; GWI = índice global de trabajo; GWW = trabajo desperdiciado global; PSL = bucle de presión-deformación

**APLICACIONES CLÍNICAS:**

Si bien los índices de TM principalmente GWI y GCW, han mostrado buena correlación con los parámetros de FEVI – deformación miocárdica, la perspectiva de proporcionar información no afectadas por las condiciones de carga y su validación con métodos invasivos de trabajo cardiaco, correlación con el consumo de oxígeno como con el metabolismo del miocardio hicieron que la aplicación del trabajo miocárdico mediante ecocardiografía 2D sea particularmente útil en diversos estudios clínicos.

**1. INSUFICIENCIA CARDÍACA Y (TRC):**

Alrededor del 30 % de los pacientes no muestran beneficio sustancial con la TRC. Algunos autores sugieren que la evaluación de la contractilidad miocárdica residual en pacientes con asincronía podría desempeñar un papel en la predicción de la restauración funcional del VI después de la TRC (3-4).. En este contexto, el TM parece ser capaz de identificar repondedores post resincronización. Un estudio reciente mostró que en los respondedores a la TRC el trabajo desperdiciado global y el trabajo desperdiciado medido en el tabique son más altos en comparación con los que no responden. Un enfoque integrador, que combine parámetros clínicos, electrocardiográficos y

ecocardiográficos avanzados, puede ayudar en la selección correcta de los candidatos a TRC.

En una cohorte de 97 ptes, se demostró que el GWE es predictor independiente de la respuesta a la TRC a 6 meses y se asoció una mejoría significativa en el remodelado ventricular tanto en pacientes isquémicos como no isquémicos (6).

**2. INSUFICIENCIA CARDÍACA CON FE REDUCIDA:**

El tratamiento con sacubitrilo/valsartán demostró aumentar significativamente el GCW a los 6 meses de seguimiento, mejorando al año la GWE. La mejora del GCW parece ser un índice sensible de la reducción del estrés de la pared del VI y del aumento del metabolismo miocárdico inducido por estas drogas.

Un Recientemente, en un estudio más grande, D'Andrea y col (7) detectaron un aumento del valor de GWW trabajo desperdiciado global englobal en reposo y durante el esfuerzo, a pesar de FE yFE y SLG normalesSLG normales, en pacientes con IC en comparación con los controles, como un signo de deterioro subclínico de la función sistólica y diastólica.



Un valor inicial GCW <910 mmHg% identifica pacientes con alto riesgo de eventos cardiovasculares mayores.

### 3. ENFERMEDAD CORONARIA:

Edwards y col demostraron que en pacientes con sospecha de EC y función sistólica normal, el GCW, y la eficiencia global se reducen significativamente en presencia de enfermedad obstructiva, mientras que el GWW aumenta ligeramente. Un valor de trabajo global < 1810 mmHg% es capaz de detectar EC con un valor predictivo positivo del 95%. Particularmente el índice de trabajo global ha demostrado ser superior al SLG para predecir EC significativa (8).

En el SCASEST el índice TM regional ha demostrado ser superior a todos los demás parámetros ecocardiográficos para identificar la oclusión arterial coronaria aguda.

La presencia de 4 o más segmentos adyacentes con índice de trabajo miocárdico < 1700 mmHg% ha mostrado 81% de sensibilidad y 82% de especificidad en la detección de oclusión coronaria, con un VPN del 94%, demostrando ser superior al área de riesgo funcional medida con strain (sensibilidad 78%, especificidad 65%, VPN 91%)

Los índices de TM en SCACST revascularizados, fueron útiles para predecir la recuperación segmentaria y global de la FS, sobre los clásicos parámetros como la FEVI o SLG, así como menores complicaciones intrahospitalarias y menor remodelado cardíaco.

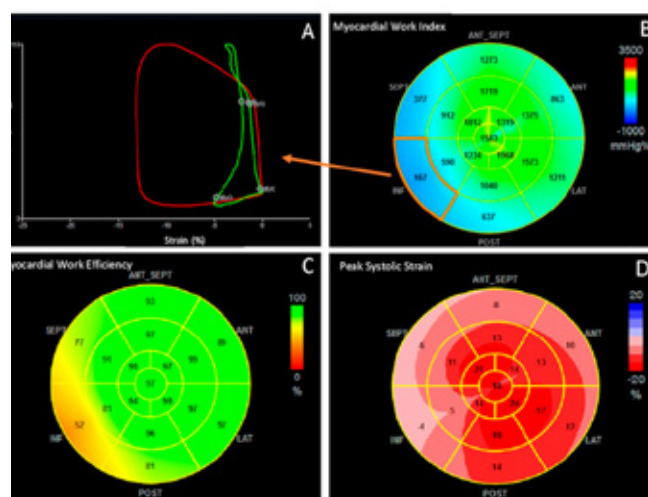


Figura 2

Índices de TM en un paciente con IAM con elevación del ST inferior. El asa de presión-deformación del segmento inferior-basal mostró acortamiento post-sistólico, marcador temprano de isquemia, lo que se traduce en una importante disminución del índice de TM (A-B respectivamente), la eficiencia miocárdica global (C) y el Strain longitudinal (D) disminuidos en el territorio irrigado por la arteria coronaria derecha obstruida.

### 4. HIPERTENSIÓN ARTERIAL:

Un análisis de 170 pacientes hipertensos reveló un gradiente de vértice a base en la distribución de TM que reflejaba un deterioro de los segmentos basales, compensado por la región apical, más pronunciado en aquellos con hipertrofia septal basal (9). Si bien el TM parece ser más sensible, ninguno de estos estudios fue diseñado para probar la superioridad del TM respecto al

SLG. Se necesitan estudios a mayor escala para establecer la utilidad clínica de los índices de trabajo miocárdico y el impacto pronóstico en este grupo de pacientes.

### 5. MIOCARDIOPATÍAS:

En pacientes con miocardiopatía hipertrófica no obstructiva (MCH), el índice global de trabajo, GCW, y GWE han demostrado estar significativamente deteriorados en comparación con los controles con FEVI similar, lo que refleja el desorden de las fibras y el deterioro metabólico, con un aumento de GWW. En este grupo de pacientes en particular, el trabajo constructivo se correlacionó con la disfunción diastólica, el espesor máximo de la pared del VI y la duración del QRS. El GCW surgió como el único predictor de fibrosis del VI evaluado mediante realce tardío.

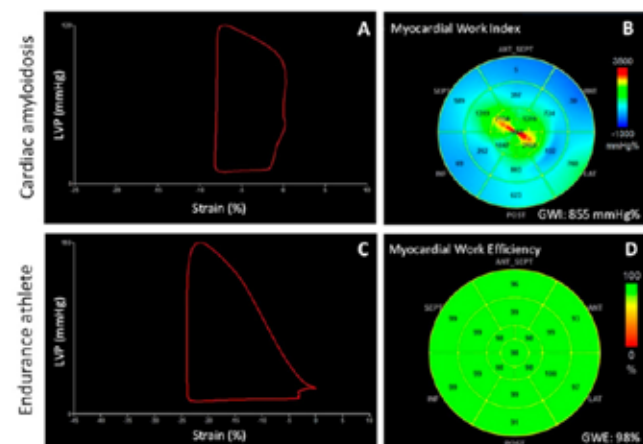


Figura 3

Bucle de tensión-presión (A) y representación de ojo de buey de 17 segmentos de GWI (B) en un paciente con amiloidosis cardíaca, que muestra un área de bucle reducida, lo que representa un trabajo sistólico reducido desarrollado por el ventrículo y un deterioro significativo del índice MW en los segmentos basales. En los atletas de resistencia, el MWE es un predictor temprano de la remodelación fisiológica en el examen inicial (D). GWI = índice global de trabajo; GWE = eficiencia global del trabajo; LVP = presión del ventrículo izquierdo.

### 6. CORAZÓN DE ATLETA:

El análisis de trabajo en atletas de resistencia representa una aplicación interesante para evaluar la deformación miocárdica del VI y la reserva contráctil de una manera menos dependiente de la carga. Un gran estudio en 350 atletas demostró que en reposo, la adaptación del VI da como resultado GWE y GWW conservados a pesar de una reducción de SLG(10). Además, la eficiencia global de trabajo en reposo es capaz de predecir la capacidad funcional, la congestión pulmonar o hemodinámica medida en el esfuerzo máximo, mejor que la FEVI.

La evaluación de los índices de TMt en 24 corredores de medio maratón antes, inmediatamente después y 72 después confirmó que la eficacia y el GWW no cambian significativamente después de la competencia, pero se observó un aumento en índice global de trabajo en un subgrupo de atletas con mayor BNP y mayor frecuencia cardíaca(11). Los autores sugirieron que esto podría reflejar una manifestación temprana de estrés miocárdico con aumento de la frecuencia cardíaca, pudiendo ser un precursor fatiga miocárdica.

### 7. ECOCARDIOGRAFÍA DE ESTRÉS:

Halabi y col mostraron que la valoración del TM es factible durante la ecocardiografía de estrés, evidenciando que el índice global de trabajo medido en el pico de estrés se correlacionó con la capacidad funcional, un predictor bien conocido de mortalidad en sujetos sanos (12-13).

### 8. ENFERMEDAD CARDÍACA VALVULAR:

En la insuficiencia aórtica crónica significativa, el análisis de trabajo miocárdico puede permitir una cuantificación más confiable del desempeño miocárdico corregido por la sobrecarga, lo que permite individualizar pacientes con disfunción sistólica incipiente. En un estudio realizado en pacientes con IAO grave asintomáticos sometidos a esfuerzo físico, demostraron que SLG y TM en reposo se correlacionan significativamente con la capacidad funcional, la presión de llenado del VI y la congestión pulmonar durante el esfuerzo.

Inicialmente se excluyó a la estenosis aórtica (Eao) grave en la que la TA no invasiva no es representativa de la presión sistólica máxima del VI debido a la obstrucción fija valvular.

El TM sería particularmente útil en este contexto, ya que la FEVI permanece preservada hasta etapas tardías de la enfermedad, enfermedad. Fortuni y col(14) propone utilizar la suma del gradiente medio transaórtico y la TA no invasiva como una estimación de la presión sistólica máxima del VI en una población de pacientes con EAO grave sometidos a (TAVR)(15).

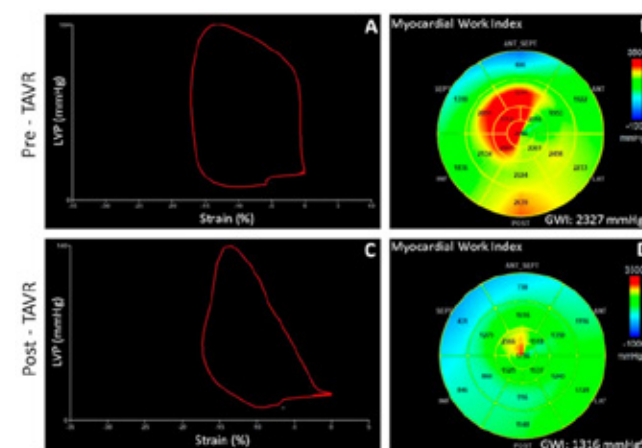


Figura 4

Bucle de presión-deformación (A, C) y representación en ojo de buey de 17 segmentos del índice de trabajo global (B, D) en un paciente con estenosis aórtica grave antes y después de la implantación de una válvula aórtica transcáteter, lo que demuestra una reducción significativa del trabajo sistólico, y por lo tanto, GWI, como consecuencia de la reducción de la poscarga GWI = índice global de trabajo; LVP = presión ventricular izquierda; TAVR = reemplazo de válvula aórtica transcáteter.

### 9. CARDIO-ONCOLOGÍA:

La disfunción ventricular relacionada con el tratamiento del cáncer es una de las complicaciones cardiovasculares más temidas, pero su detección precoz asociada al inicio de terapias antirremodelado han demostrado prevenir un mayor

deterioro de la función ventricular, así como la recuperación de la misma. Es por ello que se trabaja arduamente para buscar parámetros que nos permitan detectar esta alteración de la función ventricular "tempranamente". Así surge el análisis del TM en esta población, como un valor adicional de monitoreo de cardiotoxicidad.

Moya y col evaluaron a 24 mujeres con cáncer de mama bajo tratamiento con antraciclina y taxanos, en las que se realizó la vigilancia durante el tratamiento potencialmente cardiotoxicógeno a través de la FEVI, el SLG del VI y el índice de TM (MWI). A los 6 meses de seguimiento hubo una reducción significativa de la FEVI ( $53 \pm 8\%$ ,  $p = 0.003$ ), del SLG ( $-19 \pm 3\%$ ,  $p = 0.002$ ) y del MWI ( $1933 \pm 410$  mmHg,  $p = 0.005$ ) sin evidenciar cambios de la TA sistólica. Ambos grupos tuvieron valores basales similares de MWI ( $2199 \pm 390$  mmHg vs  $2170 \pm 294$  mmHg,  $p = 0.85$ ), pero aquellos con reducción del GLS >15% presentaron una caída significativa del MWI a los 6 meses ( $1626 \pm 344$  mmHg vs  $2116 \pm 334$  mmHg,  $p = 0.003$ , figura). Al comparar los tres parámetros, los autores concluyeron que el MWI fue el mejor predictor de disfunción ventricular precoz, destacando la necesidad de realizar otros estudios que validen estos resultados.



Extraído de Moya A et al. Cambios del MWI a los 6 meses de iniciada la terapia oncológica con antraciclina y taxanos, en mujeres con cáncer de mama divididas en 2 grupos según la caída del SLG del VI. Grupo 1: pacientes con reducción del SLG >15% y grupo 2 pacientes con reducción del SLG <15%.

### 10. VENTRÍCULO DERECHO:

Se ha evaluado el índice de TM en pacientes con hipertensión pulmonar con resultados alentadores relacionados a su valor pronóstico, sin embargo, se necesitan estudios para validar la aplicación del software trabajo en el estudio de la cámara derecha y así ampliar su aplicabilidad.

Análisis final: La principal ventaja de esta nueva herramienta de diagnóstico es que al integrar la medición de la deformación miocárdica con la presión sistólica del ventrículo izquierdo, nos aproxima a una evaluación más objetiva de la función ventricular. Al incorporar las condiciones de carga, y supera las limitaciones técnicas de FEVI y del SLG. Por lo tanto, la evaluación del trabajo miocárdico puede ser particularmente útil en algunos escenarios para dilucidar si la reducción de la contracción se debe a una mayor poscarga o a una contractilidad disminuida.



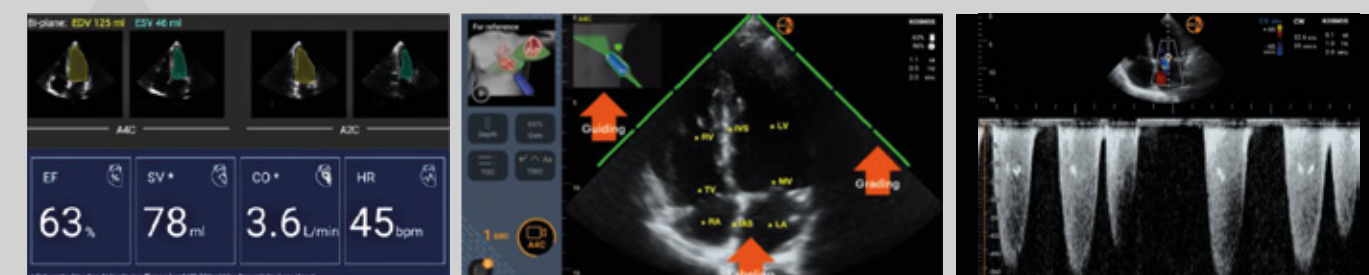


**BIBLIOGRAFÍA**

1. Morbach C, Sahiti F, Tiffe T, et al. Myocardial work - correlation patterns and reference values from the population-based STAAB cohort study. *PS One*.2020;15, 0239684.
2. Marwick, T.H. Ejection Fraction Pros and Cons: JACC State-of-the-Art Review. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2018, 72, 2360–2379.
3. Lim, P.; Donal, E.; Lafitte, S.; Derumeaux, G.; Habib, G.; Réant, P.; Thivolet, S.; Lellouche, N.; Grimm, R.A.; Gueret, P. Multicentre study using strain delay index for predicting response to cardiac resynchronization therapy (MUSIC study). *Eur. J. Heart Fail.* 2011, 13, 984–991.
4. Ciampi, Q.; Pratali, L.; Citro, R.; Piacenti, M.; Villari, B.; Picano, E. Identification of responders to cardiac resynchronization therapy by contractile reserve during stress echocardiography. *Eur. J. Heart Fail.* 2009, 11, 489–496.
5. Russell, K.; Eriksen, M.; Aaberge, L.;Wilhelmsen, N.; Skulstad, H.; Remme, E.W.; Haugaa, K.H.; Opdahl, A.; Fjeld, J.G.; Gjesdal, O.; et al. A novel clinical method for quantification of regional left ventricular pressure–strain loop area: A non-invasive index of myocardial work. *Eur. Heart J.* 2012, 33, 724–733.
6. Galli, E.; Leclercq, C.; Hubert, A.; Bernard, A.; A Smiseth, O.; Mabo, P.; Samset, E.; Hernandez, A.; Donal, E. Role of myocardial constructive work in the identification of responders to CRT. *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging* 2018, 19, 1010–1018.
7. D’Andrea, A.; Ilardi, F.; D’Ascenzi, F.; Bandera, F.; Benfari, G.; Esposito, R.; Malagoli, A.; Mandoli, G.E.; Santoro, C.; Russo, V.; et al. Impaired myocardial work efficiency in heart failure with preserved ejection fraction. *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging* 2021.
8. Edwards, N.F.A.; Scalia, G.M.; Shiino, K.; Sabapathy, S.; Anderson, B.; Chamberlain, R.; Khandheria, B.K.; Chan, J. Global Myocardial Work Is Superior to Global Longitudinal Strain to Predict Significant Coronary Artery Disease in Patients With Normal Left Ventricular Function and Wall Motion. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2019, 32, 947–957.
9. Loncaric, F.; Marciniak, M.; Nunno, L.; Mimbrero, M.; Fernandes, J.F.; Fabijanovic, D.; Sanchis, L.; Doltra, A.; Montserrat, S.; Cikes, M.; et al. Distribution of myocardial work in arterial hypertension: Insights from non-invasive left ventricular pressure-strain relations. *Int. J. Cardiovasc. Imaging* 2021, 37, 145–154.
10. D’Andrea, A.; Radmilovic, J.; Carbone, A.; Mandoli, G.E.; Santoro, C.; Evola, V.; Bandera, F.; D’Ascenzi, F.; Bossone, E.; the Echocardiography Study Group of the Italian Society of Cardiology; et al. Speckle tracking evaluation in endurance athletes: The “optimal” myocardial work. *Int. J. Cardiovasc. Imaging* 2020, 36, 1679–1688.
11. Sengupta, S.; Jain, R.; Burkule, N.; Olet, S.; Khandheria, B.K. Myocardial Work Index: A Novel Method for Assessment of Myo-cardial Function in South Asian Recreational Athletes. *J. Patient Cent. Res. Rev.* 2020, 7, 147–156.
12. Snader, C.E.; Marwick, T.H.; Pashkow, F.J.; Harvey, S.A.; Thomas, J.D.; Lauer, M.S. Importance of Estimated Functional Capacity as a Predictor of All-Cause Mortality Among Patients Referred for Exercise Thallium Single-Photon Emission Computed Tomography: Report of 3,400 Patients From a Single Center. *J. Am. Coll. Cardiol.* 1997, 30, 641–648.
13. Ekelund, L.-G.; Haskell, W.L.; Johnson, J.L.; Whaley, F.S.; Criqui, M.H.; Sheps, D.S. The Lipid Research Clinics Mortality Follow-up Study Physical Fitness as a Predictor of Cardiovascular Mortality in Asymptomatic North American Men. *N. Engl. J. Med.* 1988, 319, 1379–1384.
14. Fortuni, F.; Butcher, S.C.; van der Kley, F.; Lustosa, R.P.; Karalis, I.; deWeger, A.; Priori, S.G.; van der Bijl, P.; Bax, J.J.; Delgado, V.; et al. Left Ventricular Myocardial Work in Patients with Severe Aortic Stenosis. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2020, 34, 257–266.
15. Jain, R.; Bajwa, T.; Roemer, S.; Huisheree, H.; Allaqaband, S.Q.; Kroboth, S.; Moreno, A.C.P.; Tajik, A.J.; Khandheria, B.K. Myocardial work assessment in severe aortic stenosis undergoing transcatheter aortic valve replacement. *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging* 2020.

# 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

• Calidad de imagen comparada con equipos estacionarios



**TECNOIMAGEN**  
[www.tecnoimagen.com.ar](http://www.tecnoimagen.com.ar)



## Misceláneas

## 23. PET CARDÍACO: PRINCIPIOS BÁSICOS Y APLICACIONES

Dra. Neiva Maciel - Dra. Susana Lapresa - Dr. Roberto Agüero.

La Tomografía por Emisión de Positrones (de la sigla en inglés: PET) es una técnica no invasiva de diagnóstico por imagen e investigación utilizada en Medicina Nuclear. La PET permite medir la actividad metabólica del cuerpo humano en tiempo real mediante la detección y análisis tridimensional de la distribución de un radiofármaco de vida media ultracorta, el cual es administrado mediante una inyección intravenosa. Dependiendo del objetivo del estudio, se pueden emplear uno o varios radiofármacos. 1

Las imágenes se obtienen gracias a que el tomógrafo detecta los positrones emitidos por el radiotrazador, lo que permite generar una imagen anatómica del cuerpo del paciente. El radiotrazador más comúnmente utilizado es la 18F- Fluordesoxiglucosa (18F-FDG), que permite identificar, localizar y cuantificar el consumo de glucosa en los tejidos mediante el Valor de Captación Estandarizado (SUV) 2 .

El uso de la 18F-FDG en procesos neoplásicos e inflamatorios se basa en que las células tumorales tienen un metabolismo principalmente anaeróbico y una mayor expresión de las moléculas transportadoras de glucosa (GLUT). Estos receptores GLUT también se encuentran sobreexpresados en los procesos infecciosos debido a la activación de neutrófilos, monocitos y macrófagos. Al ser captado pero no metabolizado, el 18F-FDG experimenta un “atrapamiento metabólico”, lo que permite obtener imágenes mediante la PET 2 .

Así, la técnica de PET/TC con el radiotrazador 18F-FDG u otros radiofármacos específicos tiene clara indicación en distintas áreas de la medicina y en los últimos años grandes utilidades en cardiología.

### 1. ONCOLOGÍA

La 18F-FDG PET/TC es una técnica que utiliza imágenes para identificar y localizar áreas con crecimiento celular anormal en el cuerpo, permitiendo la detección temprana y planificación del tratamiento de tumores. También ayuda a evaluar la extensión de la enfermedad, la respuesta al tratamiento y las posibles recaídas. La combinación de imágenes PET/TC mejora el diagnóstico al proporcionar información sobre el metabolismo y la ubicación de los tumores 3 .

### 2. VIABILIDAD MIOCÁRDICA

La PET/TC es el patrón estándar en la evaluación de la viabilidad miocárdica en pacientes con cardiopatía isquémica y disfunción ventricular (Figura 3), gracias a su precisión

diagnóstica. El estudio PET/TC con 18F-FDG permite evaluar la actividad metabólica del tejido miocardio, diferenciando entre miocardio hibernado y cicatrizado. Cuando se combina con trazadores de perfusión como el amonio (13NH3), se logra una mayor sensibilidad y especificidad. Al analizar la perfusión con amonio y la captación de 18FDG en conjunto, se pueden identificar patrones de “match”, “mismatch” o “mismatch inverso”. Figura 4. Estos patrones indican la viabilidad del miocardio y la posibilidad de recuperación a través de la revascularización, la cual debe evaluarse considerando la clínica y anatomía del paciente específico.

### 3. CUANTIFICACIÓN DE FLUJO ABSOLUTO

Actualmente, la PET es la modalidad validada para la cuantificación del flujo sanguíneo miocárdico absoluto en unidades de ml/min/g de tejido. Esta medición se suma al análisis de los defectos de perfusión para la estratificación del riesgo, ya que el flujo sanguíneo miocárdico depende tanto de la integridad funcional de las arterias coronarias epicárdicas como de la microvasculatura. En la práctica clínica, la cuantificación del flujo sanguíneo miocárdico mejora la detección de enfermedad arterial coronaria de múltiples vasos y, en muchos casos, lleva a un manejo más efectivo y rentable en comparación con la detección de solo defectos de perfusión. Además, la 18F-FDG PET/TC ofrece mejores valores predictivos positivos y negativos, una mayor resolución espacial y de contraste, así como la reducción de artefactos de atenuación 10 .

### 4. ENDOCARDITIS

La PET/TC con FDG es altamente útil en la evaluación de pacientes con sospecha de endocarditis infecciosa (EI). Presenta excelente sensibilidad y especificidad en casos de EI asociada a válvulas protésicas y dispositivos cardíacos, según las guías europeas de 2015 y las guías de la ACC/AHA de 2020. Además, permite reclasificar casos de EI posible en un alto porcentaje (70-90% de los casos) 7 .

El patrón de captación focal y heterogéneo es altamente diagnóstico, y los índices derivados de SUV (SUV ratio e índice VUI) se utilizan en casos desafiantes. También es útil para identificar manifestaciones extracardiacas, como embolización séptica 2 .

En pacientes con sospecha de EI asociada a dispositivos intracardiacos, el 18F-FDG PET/TC muestra una alta precisión diagnóstica en la detección de infección de bolsillo/generador

con una sensibilidad de 93% y especificidad de 98% 2 . Permite reclasificar casos de EI rechazada a EI posible. Figura 2

### 5. SARCOIDOSIS

Es una enfermedad multisistémica granulomatosa que afecta múltiples órganos. La afectación cardíaca (SC) ocurre entre el 25% y el 75% de los casos. Puede ser asintomática o manifestarse con diversos síntomas como arritmia ventricular, bloqueo auriculoventricular, insuficiencia cardíaca o muerte súbita.

El diagnóstico de SC es un desafío y requiere criterios clínicos y biopsia endomiocárdica. Sin embargo, actualmente, las imágenes no invasivas con 18F-FDG PET/TC han demostrado una sensibilidad del 100% en el diagnóstico de SC ya que pueden identificar la presencia o ausencia de inflamación. Un estudio de perfusión miocárdica con 13N-Amonio PET/TC puede demostrar el componente fibroso de la SC 5 .

Los estudios híbridos con PET/TC y resonancia magnética cardíaca ofrecen información adicional al detectar zonas de inflamación activa y también la fibrosis por retención de gadolinio, ayudando a reclasificar los pacientes con sospecha de SC 6 . Figura 1.

La 18F-FDG PET/TC es una técnica valiosa en el diagnóstico y seguimiento de tumores proporcionando información detallada sobre su localización y metabolismo.

### 6. VASCULITIS

En pacientes con vasculitis, la 18F-FDG PET/TC muestra una alta sensibilidad y especificidad en el diagnóstico de la Arteritis de Células Gigantes (90% y 98%, respectivamente) y la enfermedad de Takayasu (87% y 73%, respectivamente)

4 . Además, esta técnica evalúa la extensión, la actividad y la eficacia terapéutica al detectar los cambios metabólicos en etapas más tempranas que los cambios morfológicos.

### 7. ESPONDILODISCITIS, OSTEOMIELITIS, INFECCIONES DE PRÓTESIS ARTICULARES, FIEBRE DE ORIGEN DESCONOCIDO

En pacientes postquirúrgicos, la 18F-FDG PET/TC es altamente beneficiosa para diferenciar áreas de inflamación o infección, evaluar la extensión, complicaciones, respuesta terapéutica y focos potenciales de infección. Además, permite evaluar sitios profundos y superar las limitaciones de la resonancia magnética en presencia de materiales metálicos. En pacientes con fiebre de origen desconocido, tiene una buena sensibilidad y especificidad para identificar el foco infeccioso (88% y 77%, respectivamente) y un alto valor predictivo negativo (92%), en comparación con la TC toracoabdominal 2 .

### CONCLUSIONES:

La PET TC es una técnica de imagen que utiliza radiofármacos para evaluar la función metabólica de las células y tejidos y poner de manifiesto lesiones inflamatorias e infecciosas activas. Además, la PET TC es un método estándar en la evaluación de la viabilidad miocárdica en pacientes con cardiopatía isquémica y disfunción ventricular, permitiendo diferenciar entre miocardio hibernado y cicatrizado. También es capaz de cuantificar el flujo sanguíneo miocárdico absoluto, lo cual mejora la detección de enfermedad coronaria y facilita el manejo clínico. Ofrece información valiosa en el diagnóstico y seguimiento de diversas enfermedades, mejorando la precisión y el manejo de los pacientes.

CASO	DATOS CLÍNICOS	RMC	Probabilidad SC por RMC	PET	Patrón PET
1	M, 45 años. <b>Sarcoidosis multisistémica</b> desde 2009. MC: Dolor precordial. Ecodoppler: trastorno <b>nuevo</b> de la MP y deterioro L-M de la FEVL.		No SC <10%		Normal
2	M, 57 años. <b>Sarcoidosis Cardíaca</b> 2018 (Dx por biopsia, tto inmunosupresor). MC: palpitaciones. Holter: Arritmia Ventricular Compleja.		Probable SC 50-90%		Fibrosis
3	M, 51 años. MC: ICC. ETT: dilatación del VI, FSVI deterioro severo.		Probable SC 50-90%		Inespecifico

Fig.1- Valor complementario de la RMC con los patrones PET

Ejemplos de 3 casos con los patrones combinados de resonancia magnética cardíaca (RMC) y de tomografía por emisión de positrones (PET) en la sospecha de SC. Abreviaturas: MC: motivo de consulta, Dx: diagnóstico, ICC: insuficiencia cardíaca congestiva,

Tto: tratamiento, ETT: ecocardiograma transtorácico, MP: motilidad parietal, L-M: leve a moderado, FSVI: función sistólica del VI, SC: sarcoidosis cardíaca, TC: tomografía computada.





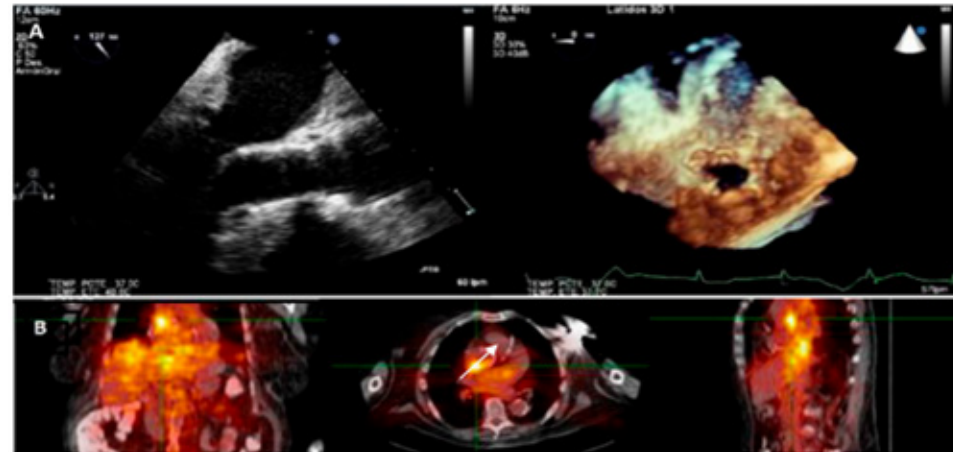


Fig.2- Paciente con diagnóstico de EI rechazada de acuerdo a los criterios de Duke. A: Vista transesofágica, endoprótesis aórtica normoinsera sin imágenes sugestivas de complicaciones infecciosas. B: PET/CT con imagen hipercaptante (SUV 5,8) en región posterior de prótesis aórtica (flecha).

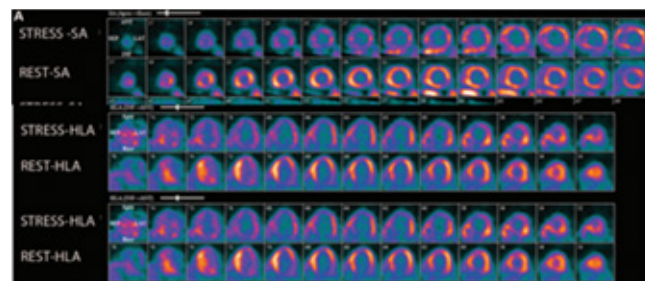


Figura 3 - PET con Rubidio (82Rb) - Eje corto arriba, eje largo horizontal (centro) y eje largo vertical (abajo). Ventriculo izquierdo severamente dilatado en estrés, extenso defecto de perfusión de los segmentos anterior, anteroseptal y de ápex, reversibles, compatible con isquemia extensa en el territorio de la arteria coronaria descendente anterior. Adaptado de: Predicting Benefit From Revascularización in Patients with Ischemic Heart Failure. Buckley O, Di Carli M. Circulation 2011;123:444-450



Fig. 4: Patrones de viabilidad por PET: "match" (perfusión y metabolismo conservados) indica miocardio viable; "match" o parcial concordancia (perfusión y metabolismo ausente) indica necrosis; "mismatch o discordante" (perfusión ausente y metabolismo conservado) indica hibernación; "mismatch reversa" (perfusión conservada y metabolismo ausente) indica atontamiento.

**BIBLIOGRAFÍA :**

1. Machac J, Bacharach S, Di Carli M. et al. Positron emission tomography myocardial perfusion and glucose metabolism imaging. J Nucl Cardiol 2006;13:e121-131
2. Casali M, Lauri C, Allini C, et al. State of the art of 18F-FDG PET/CT application in inflammation and infection: a guide form image acquisition and interpretation, Clinical and Translational Imaging 2021;9:299-339
3. Lopic E, Aide N, Dimitrakopoulou-Strauss A, Dercle L et al. Perspectives on joint EANM/SNMMI/ANZSNM practice guidelines/procedure standards for [18F]FDG PET/CT imaging during immunomodulatory treatments in patients with solid tumors. Cancer Imaging. 2022 Dic 20;22(1):73.
4. SlartR, Glaudemansb A, Panithaya C, et al. FDG-PET/CT(A) imaging in large vessel vasculitis and polymyalgia rheumatica: joint procedural recommendation of the EANM, SNMMI, and the PET Interest Group (PIG), and endorsed by the ASNC. European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging (2018) 45:1250–1269
5. Chareonthitawee P, Beanlands RS, Chen W, Dorbala S, et al. Joint SNMMI-ASNC expert consensus document on the role of 18F-FDG PET/CT in cardiac sarcoid detection and therapy monitoring. J Nucl Cardiol 2017;24:1741-58.
6. Rodríguez MI, Merani MF, Gallo JC, Munain MNL, Campisi R. et al. Imágenes híbridas de tomografía por emisión de positrones y resonancia magnética en el diagnóstico de la sarcoidosis cardiaca: experiencia piloto. Rev Argent Cardiol 2022; 94:414-420
7. Pizzi MN, Roque A, Fernández-Hidalgo N, et al. Improving the Diagnosis of Infective Endocarditis in Prosthetic Valves and Intracardiac Devices With 18F-Fluorodeoxyglucose Positron Emission Tomography/ Computed Tomography Angiography. Initial Results at an Infective Endocarditis Referral Center. Circulation 2015 Sept;132 (12):113-26
8. Gobbo M, Meretta A, Rosa D, Corneli M, Daquarti G, Masoli O, Grynberg L, Perez Balaño N, et al. Tomografía por emisión de positrones en endocarditis infecciosa asociada a dispositivos y válvulas protésicas. Rev. Medicina 2020; 80 (1):17-22.
9. Orla Buckley, Marcelo Di Carli. Predicting Benefit From Revascularization in Patients With Ischemic Heart Failure. Circulation 2011;123:444-450
10. Ron Blankstein, Leslee Shaw, Gulati M, Di Carli M, et al. Implications of the 2021 AHA/ACC/ASE/CHEST/SAEM/SCCT/SCMR Chest Pain Guideline for Cardiovascular Imaging: A Multisociety Viewpoint. JACC: Cardiovascular Imaging 2022 May; Vol 5; Issue 51: 912-926



## Misceláneas

## 24. VALOR DE T1 Y T2 MAPPING EN LOS DISTINTOS ESCENARIOS CLÍNICOS

Dra. Mercedes Carlini - Dr. Sergio Veloso.

La resonancia magnética cardíaca (CMR), como técnica no invasiva de estudio permite la evaluación detallada de la anatomía, la caracterización tisular y la función cardíaca, convirtiéndose en el método de elección para el estudio de muchos escenarios clínicos. En los últimos años, el desarrollo de secuencias de imagen basadas en el mapeo de los tiempos de relajación T1 y T2, ha revolucionado el campo de la RMC. Estas secuencias de imagen, conocidas como T1 y T2 mapping, ofrecen una información adicional valiosa sobre la composición tisular y la presencia de patologías cardíacas.

El mapeo con esta técnica, genera una imagen en la cual se observa la intensidad de señal de cada vóxel siendo ésta proporcional a los tiempos T1 o T2 del área en estudio.

Dentro del mapeo T1 y T2, nos encontramos con distintas modalidades, que serán explicadas muy brevemente para tomar contexto y comprender su utilidad. Podemos llevar a cabo la cuantificación de T1 aún sin la administración de contraste (T1 nativo), de manera que puede ser útil en aquellos pacientes que presenten contraindicaciones para su utilización. Con este método, observaremos los cambios que se producen tanto a nivel intra como extracelular, alterándose ante la presencia de edema, hierro, lípidos, colágeno y otras proteínas de depósito. El análisis del T1 nativo, generalmente se realiza junto con el análisis del Volumen Extracelular (VEC)1. Luego de la administración de contraste puede medirse el tiempo de T1 postcontraste, el cual se verá afectado por aspectos clínicos del paciente (hematocrito, función renal, frecuencia cardíaca y composición corporal) y técnicos de la adquisición de la imagen (el tiempo tras la administración del contraste y la dosis empleada) y estará relacionado con el comportamiento del gadolinio en los tejidos. Como bien sabemos, en un tejido sano, luego de la administración del gadolinio, éste se va a distribuir a nivel intravascular e intersticial, no llegando al espacio intracelular, por lo cual, ante la pérdida de la integridad celular, o incremento del espacio intersticial, el tiempo T1 postcontraste cobra gran importancia2. La utilidad del tiempo T2 nativo, así como el mapeo de T2, se verán principalmente alterados ante la presencia de edema miocárdico, permitiendo este último una mejor detección y evaluación.

Si hablamos exclusivamente de la utilidad de esta técnica, en distintos escenarios clínicos, podemos resumir que el mapeo T1 es el más estudiado en conjunto con el VEC, encontrándose ambos aumentados ante enfermedad miocárdica y el mapeo T2 es de gran utilidad en la presencia de isquemia aguda y enfermedad inflamatoria.

Se detallan a continuación, los aspectos más relevantes que podrían ser encontrados en distintos escenarios clínicos.

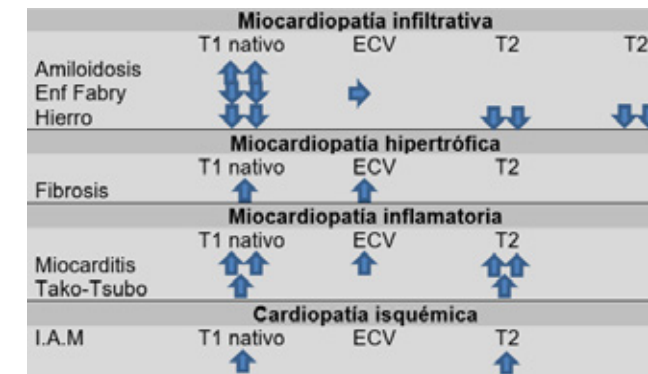
En el estudio de las miocardiopatías infiltrativas, presenta un gran valor agregado en el uso del T1 mapping y del VEC. En el caso de la amiloidosis cardíaca, si bien la RMC presenta características de realce tardío (RTG) muy claras para su diagnóstico, el mapeo de T1 aporta información adicional útil. El valor de T1 nativo, así como el VEC, se encontrarán aumentados y dichos hallazgos se correlacionan con la gravedad de la enfermedad en asociación con la alteración de la función sistólica ventricular, los biomarcadores, el grosor parietal y las alteraciones en el electrocardiograma3. En tanto la enfermedad de Fabry, ocasionada por el depósito lisosomal de glucoesfingolípidos, la cual también cursa con aumento de los espesores miocárdicos, el T1 mapping se encontrará acortado y el VEC se conservará normal4.

En pacientes con sobrecarga de hierro miocárdico, ya sea de forma primaria por la absorción anormal y elevada o por haber sido sometido a múltiples transfusiones por diversas patologías, observamos un importante acortamiento del T1, así como una reducción del T2\* debido a la alteración en el campo magnético que ocasiona el hierro férrico5.

En el estudio de la miocardiopatía hipertrófica, resulta de gran interés para valorar la presencia de fibrosis tanto a nivel difuso como focal, siendo marcador pronóstico para la evolución del paciente. Se observan tiempo de T1 nativo y el VEC incrementados, así como tiempo de T1 postcontraste acortado, correlacionándose dichos hallazgos con mayor fibrosis y deterioro de la función sistólica6. Es importante remarcar, que con el uso del T1 nativo, T1 postcontraste y VEC, podría diferenciar entre las fenocopias de la miocardiopatía hipertrófica7.

En el diagnóstico de miocarditis, la RMC es el método de imagen de elección, basándonos inicialmente en los criterios de Lake Louise. Observaremos un incremento del tiempo T2, del T1 nativo y del VEC. La medición de T1 nativo, T1 y T2 mapping postcontraste, se mostró superior en cuadros agudos/subagudos, a las técnicas convencionales de RMC, ya que evidenció alteraciones aún en ausencia de RTG, y como se mencionó anteriormente, el T1 nativo puede valorarse igualmente sin la administración de contraste8, lo cual es muy útil ya que algunos pacientes pueden cursar con deterioro de la función renal concomitante.

Tabla 1



En la cardiopatía isquémica, el empleo de T1 y T2 nativos permiten evidenciar la presencia de edema miocárdico. En el contexto de infarto agudo observamos incremento de los tiempos T1 nativo con sensibilidad del 96% y especificidad del 91% mientras que en la evaluación de la secuela de infarto la valoración del T1 poscontraste tiene mayor jerarquía9.

Otra utilidad de relevancia es en la detección y monitorización del impacto a nivel miocárdico de los tratamientos oncológicos, tanto en su presentación aguda donde de igual manera T1 y T2 nativos se encontrarán aumentados, como en su presentación tardía con el desarrollo de fibrosis donde observaremos un T1 nativo elevado y T2 dentro del rango de normalidad10.

En la RMC, las secuencias de RTG están ampliamente consolidadas para la caracterización tisular en diferentes escenarios clínicos, tanto para determinar diagnóstico, pronóstico y para llevar a cabo un seguimiento evolutivo en diferentes patologías. En la actualidad, las secuencias de T1 y T2 mapping, han demostrado ser herramientas valiosas proporcionando información adicional sobre la composición tisular en las diferentes patologías. La capacidad de detectar y cuantificar la fibrosis, edema y otras alteraciones tisulares ha mejorado el rendimiento diagnóstico y seguimiento de diversas enfermedades cardíacas. El uso de T1 y T2 mapping en combinación con otras secuencias y/o pruebas de estrés forman parte de una evaluación más completa y precisa en el futuro.

### BIBLIOGRAFÍA :

1. Myocardial T1 mapping and extracellular volume quantification: a Society for Cardiovascular Magnetic Resonance (SCMR) and CMR Working Group of the European Society of Cardiology consensus statement. Moon JC, Messroghli DR, Kellman P, Piechnik SK, Robson MD, Ugander M, et al. J Cardiovasc MagnReson. 2013;15:92
2. T1 mapping: basic techniques and clinical applications. Taylor AJ, Salerno M, Dharmakumar R, Jerosch-Herold M. JACC Cardiovasc Imaging. 2016;9:67-81.
3. Noncontrast T1 mapping for the diagnosis of cardiac amyloidosis. JACC Cardiovasc Imaging. Karamitsos TD, Piechnik SK, Banyersad SM, Fontana M, Ntusi NB, Ferreira VM, et al. 2013;6:488-97
4. Diffuse myocardial fibrosis by T1-mapping in children with subclinical anthracycline cardiotoxicity: relationship to exercise capacity, cumulative dose and remodeling. Tham EB, Haykowsky MJ, Chow K, Spavor M, Kaneko S, Khoo NS, et al. J Cardiovasc MagnReson. 2013;15:48
5. Advances in parametric mapping with CMR imaging. Salerno M, Kramer CM. JACC Cardiovasc Imaging. 2013;6:806-22.
6. A comprehensive evaluation of myocardial fibrosis in hypertrophic cardiomyopathy with cardiac magnetic resonance imaging: linking genotype with fibrotic phenotype. Ellims AH, Iles LM, Ling LH, Chong B, Macciocca I, Slavins GS, et al. Eur Heart J Cardiovasc Imaging. 2014;15:1108-16.
7. T1 mapping in discrimination of hypertrophic phenotypes: hypertensive heart disease and hypertrophic cardiomyopathy: findings from the International T1 Multicenter Cardiovascular Magnetic Resonance Study. Hinojar R, Varma N, Child N, Goodman B, Jabbour A, Yu CY, et al. Circ Cardiovasc Imaging. 2015.
8. T1 mapping for the diagnosis of acute myocarditis using CMR: comparison to T2-weighted and late gadolinium enhanced imaging. Ferreira VM, Piechnik SK, Dall'Armellina E, Karamitsos TD, Francis JM, Ntusi N, et al. JACC Cardiovasc Imaging. 2013;6:1048-58.
9. Mechanisms for overestimating acute myocardial infarct size with gadolinium-enhanced cardiovascular magnetic resonance imaging in humans: a quantitative and kinetic study. Hammer-Hansen S, Bandettini WP, Hsu LY, Leung SW, Shanbhag S, Mancini C, et al. Eur Heart J Cardiovasc Imaging. 2016;17:76-84.
10. CMR imaging biosignature of cardiac involvement due to cancer-related treatment by T1 and T2 mapping. Haslbauer JD, Lindner S, Valbuena-Lopez S, Zainal H, Zhou H, D'Angelo T6, Pathan F, Arendt CA, Bug G, Serve H, Vogl TJ, Zeiher AM, Carr-White G, Nagel E, Puntmann VO. Int J Cardiol. 2019;275:179-186.





## Misceláneas

# 25. INDICACIONES DE PERFUSIÓN PULMONAR EN LA ENFERMEDAD PULMONAR TROMBOEMBÓLICA

Dr. Jorge Casuscelli - Dra. Laura Brodsky - Dra. Sonia Traverso.

El centellograma de ventilación/perfusión pulmonar (V/Q) es un estudio que consta de dos etapas, la perfusión mediante la infusión de moléculas de macroagregados de albúmina marcadas con Tecnecio 99m (99mTc) que se distribuyen por la red capilar y la ventilación con diferentes agentes marcados con 99mTc en nebulización o en aerosoles, que se distribuyen en los bronquiolos y alvéolos. El tromboembolismo pulmonar (TEP) se diagnostica mediante un patrón mismatch, definido como alteración en la perfusión segmentaria o subsegmentaria asociada a ventilación conservada 1 .

Históricamente el centellograma V/Q planar se informaba con criterios probabilísticos los cuales presentaban alta tasa de resultados no diagnósticos. Las guías recientes sugieren clasificar los informes en forma binaria como normal o TEP definido (al menos 1 segmento con mismatch), siendo los no diagnósticos aquellos que presentan significativa patología parenquimatosa que dificulta su interpretación 2 .

La realización de imágenes con cortes SPECT (tomografía computada por emisión de fotón simple), conjuntamente con la evaluación de la probabilidad clínica disminuyen el porcentaje de estudios no diagnósticos hasta un 1-4%, aumentando la sensibilidad (96-99%) y el valor predictivo negativo (97-99%). Actualmente se pueden fusionar las imágenes SPECT con una tomografía computada (TC) de baja dosis, mejorando la especificidad diagnóstica (96-98%) 3,4.

Las principales indicaciones del centellograma de ventilación/perfusión pulmonar comprenden:

### 1- Diagnóstico de hipertensión pulmonar tromboembólica crónica (HPTEC)

El centellograma V/Q es el método recomendado para determinar si la etiología de la hipertensión pulmonar (HTP) es de origen tromboembólico (tipo IV). La importancia de su diagnóstico radica en que este tipo de HTP podría tener resolución quirúrgica mediante endarterectomía arterial pulmonar (EAP).

El centellograma V/Q demostró ser superior a la angiografía pulmonar por tomografía computada multicorte (TCM) para el diagnóstico de HPTEC debido a su mayor sensibilidad (90-100%). Los pacientes con HPTEC poseen centellogramas V/Q patológicos y habitualmente con múltiples defectos de perfusión mismatch (Imagen 1). Hallazgos normales en un

centellograma V/Q excluyen la presencia de enfermedad tromboembólica crónica.

Los pacientes con hallazgos sugestivos de HPTEC deben ser referidos a un centro especializado para la realización de cateterismo cardíaco derecho y así evaluar los parámetros hemodinámicos que determinan riesgo y pronóstico antes de la realización de la EAP, siendo la HPTEC la única HTP con posibilidad de resolución quirúrgica en hasta un 30% de los casos 5. (Figura 1).

### 2- Cuantificación de la extensión del embolismo pulmonar

La extensión del TEP es un factor de riesgo independiente para recurrencia de tromboembolismo venoso. La cuantificación de la misma sería de utilidad para el manejo y seguimiento post TEP, siendo el centellograma V/Q - SPECT particularmente útil para ello. El número de segmentos y subsegmentos con defectos mismatch puede ser cuantificado y expresado como porcentaje del total del parénquima pulmonar. En pacientes estables hemodinámicamente con TEP, la seguridad del manejo ambulatorio puede ser establecido de acuerdo a la carga tromboembólica cuantificada por centellograma V/Q - SPECT o perfusión sola (Q) y se ha incluido en los algoritmos de tratamiento 4 .

### 3- Determinación de la obstrucción vascular pulmonar residual

La obstrucción vascular pulmonar residual (OVPR) se define como repermeabilización incompleta de las arterias pulmonares luego de un TEP agudo que altera la distribución de la perfusión pulmonar. El centellograma V/Q - SPECT es una técnica apropiada para su determinación y los resultados servirían para guiar el tratamiento anticoagulante y/o predecir el riesgo de recurrencia, permitiendo visualizar la persistencia o resolución de los defectos de perfusión inducidos o asociados con el tratamiento con una muy baja tasa de radiación en comparación con el seguimiento por TCM. La OVPR se define por un score de obstrucción vascular calculado luego de tres meses de terapia anticoagulante 6 .

### 4- Centellograma pulmonar como guía del tratamiento anticoagulante.

El tratamiento anticoagulante ha sido tema de debate y aún permanece controversial si se debe tratar por 3, 6 o más meses luego de un primer episodio de TEP. En un estudio prospectivo desarrollado para evaluar cuantitativamente la historia natural de un EP utilizando centellograma V/Q - SPECT

y definir la duración del tratamiento anticoagulante estimando el riesgo de recurrencia de TEP con el riesgo de sangrado se observó resolución significativa de los defectos mismatch dentro de los primeros 3 meses de anticoagulación. Luego de 3 meses de tratamiento el 70% de los pacientes no mostraban signos de TEP. En los pacientes con TEP remanente no se observó mejora más allá de la alcanzada a los 6 meses. A los pacientes que desarrollaron TEP crónico evidenciado por centellograma V/Q - SPECT a los 6 meses se les mantuvo el tratamiento anticoagulante a largo plazo.

Posteriormente los mismos autores demostraron que la normalización de la perfusión a los 3 meses del evento es un indicador confiable de suspensión segura de la terapia anticoagulante en pacientes sin hipercoagulabilidad 7.

### 5- TEP agudo:

El centellograma V/Q en el diagnóstico de TEP agudo ha sido desplazado en gran medida por la TCM debido a su amplia distribución y disponibilidad temporal. Sin embargo, en ciertos escenarios dentro de la enfermedad aguda el centellograma es el método de elección por sobre la TCM por su baja tasa de radiación y para los pacientes que no requieren medios de contraste como ser: pacientes con bajo pretest clínico y radiografía de tórax normal, pacientes jóvenes especialmente mujeres, embarazadas, pacientes con historia de reacción anafiláctica a los medios de contraste, pacientes con insuficiencia renal severa y pacientes sin enfermedad pulmonar previa. Un centellograma V/Q normal excluye el diagnóstico de TEP agudo. En pacientes donde se requiera una baja tasa de radiación (ej. embarazadas) o con imposibilidad de ventilar adecuadamente, puede realizarse solo la perfusión pulmonar, definiendo el diagnóstico cuando la misma es normal o presenta defectos segmentarios, con rendimiento superior en

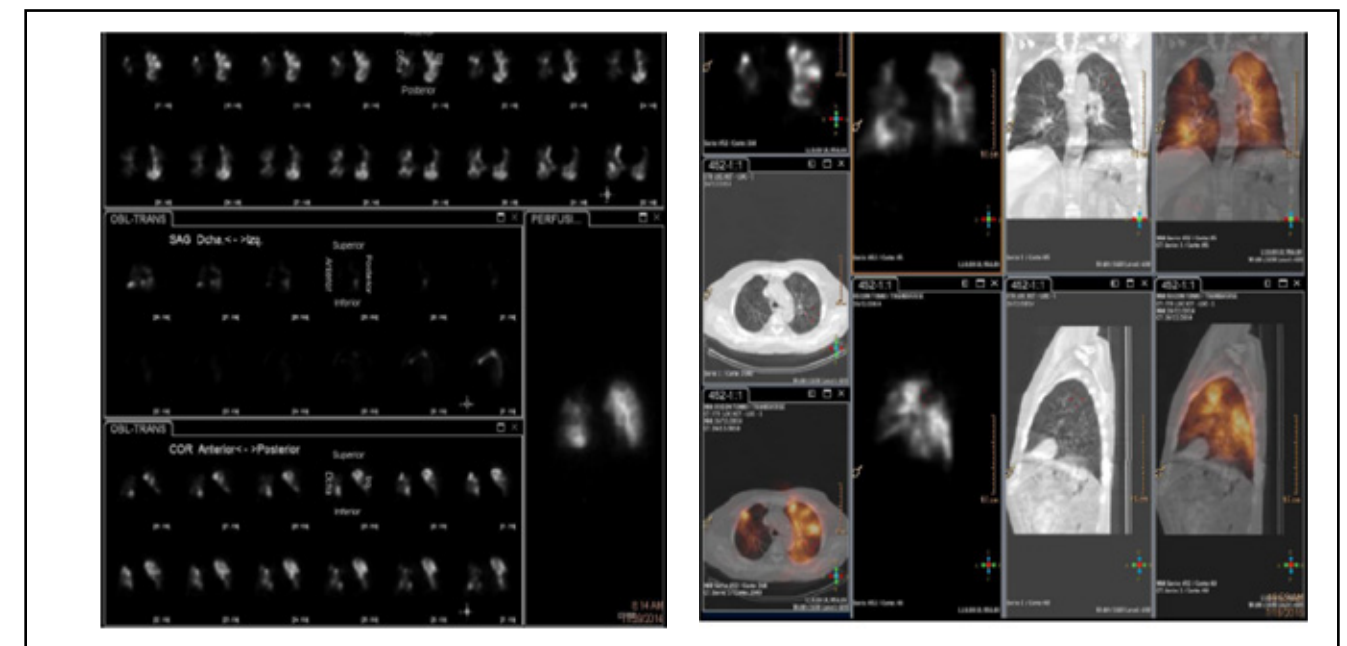
ausencia de patología parenquimatosa pulmonar 8 .

### CONCLUSIONES:

El centellograma V/Q ha sido sustituido en gran medida por la TCM en el diagnóstico de TEP agudo, en contraste, constituye la principal modalidad de imagen para el diagnóstico de HPTEC. El centellograma V/Q SPECT parece ideal para el seguimiento posterior a un TEP agudo. Reconoce defectos de perfusión permitiendo el estudio de la progresión o regresión de la enfermedad tromboembólica. La baja dosis de radiación permitiría estudios repetitivos en puntos temporales preestablecidos, utilizando el mismo método para diagnóstico y seguimiento.

Los puntos temporales sugeridos serían al momento del diagnóstico (24 a 48 hs), a 7 días post evento, donde el porcentaje de mejoría predeciría la recuperación final y entre 3 y 6 meses, ya que luego se iniciaría una fase de meseta sin mejoría posterior. Este seguimiento permitiría diagnosticar recurrencia, evaluar duración de la terapia anticoagulante y la principal indicación actual que es la de diagnosticar de forma temprana el evento adverso a largo plazo más temido: la HPTEC.

A pesar de la evidencia existente el centellograma pulmonar no ha sido implementado para seguimiento de rutina posterior a un TEP y se encuentra infrautilizado. Esto podría deberse a la amplia disponibilidad de TCM y la mala reputación adquirida por el centellograma pulmonar planar y su interpretación probabilística, criticado también por su baja especificidad y alta tasa de estudios no diagnósticos. La introducción de la técnica SPECT, SPECT/TC y la interpretación binaria de los informes han mejorado la precisión diagnóstica con respecto al TEP y otras enfermedades cardiopulmonares.



Centellograma V/Q SPECT con fusión con TC de baja dosis que evidencia múltiples defectos de perfusión mismatch en paciente de 30 años con hipertensión pulmonar en ecocardiograma que permite el diagnóstico de hipertensión pulmonar tromboembólica crónica (HPTEC)



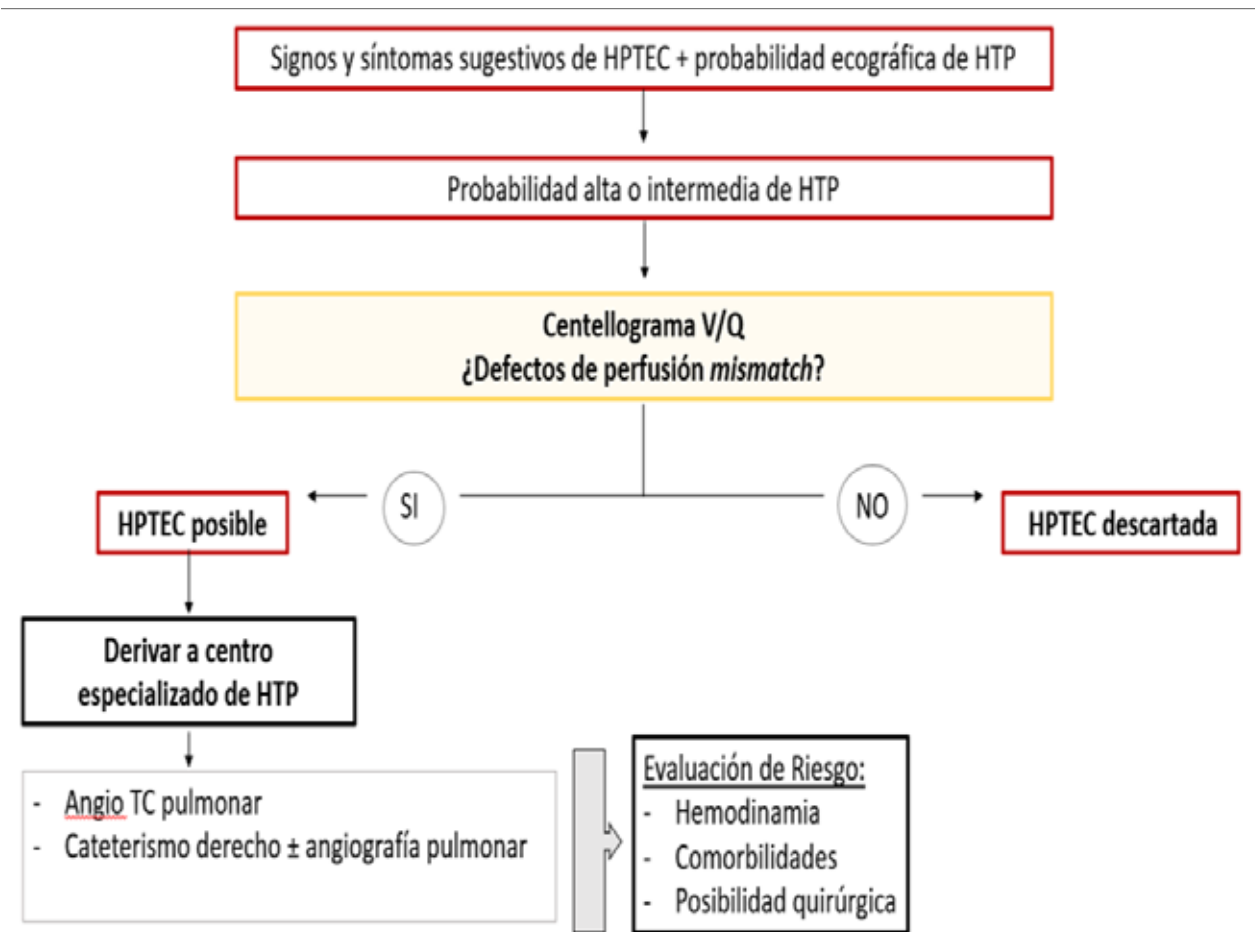


Figura 1 - Algoritmo diagnóstico para HPTEC

**BIBLIOGRAFÍA :**

1. Reid JH, Coche EE, Inoue T, et al. International Atomic Energy Agency Consultants' Group. Is the lung scan alive and well? Facts and controversies in defining the role of lung scintigraphy for the diagnosis of pulmonary embolism in the era of MDCT. Eur J Nucl Med Mol Imaging 2009;36:505521.
2. Glaser JE, Chamrath M, Haramati LB, Esses D, Freeman LM. Successful and safe implementation of a trinary interpretation and reporting strategy for V/Q lung scintigraphy. J Nucl Med 2011;52:15081512.
3. Collart JP, Roelants V, Vanpee D, et al. Is a lung perfusion scan obtained by using single photon emission computed tomography able to improve the radionuclide diagnosis of pulmonary embolism? Nucl Med Commun 2002;23:11071113.
4. 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. European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging .European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging (2019) 46:2429–2451
5. Farshad Moradi, Timothy A. Morris, Carl K. Hoh. Perfusion Scintigraphy in Diagnosis and Management of Thromboembolic Pulmonary Hypertension, RadioGraphics 2019; 39:169–185.
6. Bonnefoy P.B., Margelidon-Cozzolinob,V, Catella-Chatronb J, et al. What's next after the clot? Residual pulmonary vascular obstruction after pulmonary embolism: From imaging finding to clinical consequences, Thromb. Res 184 (2019) 67–76
7. Begic A, Jogi J, Hadziredzovic A, et al. Tomographic ventilation/perfusion lung scintigraphy in the monitoring of the effect of treatment in pulmonary embolism: serial follow-up over a 6-month period. Nucl Med Commun 2011, 32:508–514.
8. Lisa Duffett, Lana A Castellucci, Melissa A Forgie, Pulmonary embolism: update on management and controversies. BMJ 2020;370:m2177



# TECNOIMAGEN

Tecnología e insumos para una medicina de avanzada



+20 años acompañando a los especialistas de la salud con medicina de avanzada

[www.tecnoimagen.com.ar](http://www.tecnoimagen.com.ar)





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

