

# Diagnóstico de insuficiencia cardiaca por imagen multimodal

Nilda Espinola-Zavaleta<sup>1</sup>, Joaquin Berarducci<sup>1</sup>, Valente Fernandez-Badillo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Cardiología Nuclear. Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez, Ciudad de México, México

## Correspondencia:

Dra Nilda Espinola-Zavaleta

Email:

niesza2001@hotmail.com

Fecha de publicación: 15 de noviembre de 2021

## Membrete bibliográfico:

Espinola-Zavaleta N.

Diagnóstico de insuficiencia cardiaca por imagen multimodal. Rev. Med. Sociedad Ecuatoriana de Cardiología.

## Resumen

La insuficiencia cardíaca es un síndrome clínico que se caracteriza por ser el desenlace de diversas patologías cardiovasculares. Debido al constante aumento de su prevalencia, las repercusiones que genera en la calidad de vida de los pacientes y el gasto económico al sistema de salud, es importante realizar un diagnóstico temprano, con el fin de instaurar un tratamiento oportuno. El abordaje multimodal es la piedra angular en el diagnóstico, tratamiento, seguimiento y pronóstico de la insuficiencia cardíaca, por lo que es esencial conocer las características de cada técnica de imagen, sus ventajas y limitaciones. La siguiente revisión aporta información actualizada de las técnicas de imagen utilizadas en el diagnóstico y seguimiento de la insuficiencia cardiaca.

## Palabras Clave

Insuficiencia cardíaca; ecocardiografía; resonancia magnética cardíaca; tomografía computarizada.

## Introducción

La insuficiencia cardíaca (IC) es un grave problema de salud pública con un marcado incremento a nivel mundial, con una prevalencia aproximada de 1 a 2% en población adulta en países desarrollados, y mayor a 10% en población que supera los 70 años. La IC es el estadio final de múltiples enfermedades, siendo la cardiopatía isquémica su principal etiología en hasta el 50% de los casos; entre otras causas de interés epidemiológico están la hipertensión arterial sistémica y la diabetes mellitus tipo 2 [1-5].

La IC se define como un síndrome clínico que cursa con síntomas cardinales (disnea y fatiga) y/o signos (presión venosa yugular elevada, crepitantes pulmonares y edema periférico), causados por anormalidades cardíacas estructurales y/o funcionales, que se corroboran con niveles elevados de péptido natriurético y/o evidencia objetiva de congestión pulmonar o sistémica, ya sea mediante técnicas de imagen (ecocardiograma) o por mediciones hemodinámicas (cateterismo del ventrículo derecho y/o arteria pulmonar), observando presiones intracardiacas elevadas y/o gasto cardiaco disminuido, en reposo o durante el ejercicio [1,6,7].

Para realizar el diagnóstico de IC nos basamos en el cuadro clínico y la exploración física, en el electrocardiograma (ECG), que generalmente es anormal y en los niveles de péptidos natriuréticos, cuya elevación es signo de presiones cardíacas aumentadas (BNP  $\geq 35$  pg/mL o NT-proBNP  $\geq 125$  pg/mL). El siguiente paso es la realización de un ecocardiograma, que evalúa la severidad de la disfunción

ventricular izquierda. Tradicionalmente, la IC se ha dividido en fenotipos, basados en la medición de la fracción de expulsión del ventrículo izquierdo (FEVI) por ecocardiografía, que de acuerdo con la última guía de la Sociedad Europea de Cardiología (ESC, por sus siglas en inglés) se divide en: (1) IC con FEVI reducida ( $\leq 40\%$ ); (2) IC con FEVI moderadamente reducida (41-49%); e (3) IC con FEVI preservada ( $\geq 50\%$ ) [1,2]. En fechas recientes, se discute la inclusión de un nuevo tipo de IC, (4) IC con FEVI recuperada (IC con FEVI basal  $\leq 40\%$ , con una medición subsecuente que muestra un aumento  $\geq 10$  puntos de la FEVI basal y  $> 40\%$ ) [6]. Aproximadamente el 50% de los pacientes con IC presentan una FEVI preservada [5]. (Figuras 1,2, 3 y 4)

## Definición Universal y Clasificación de la Insuficiencia Cardíaca



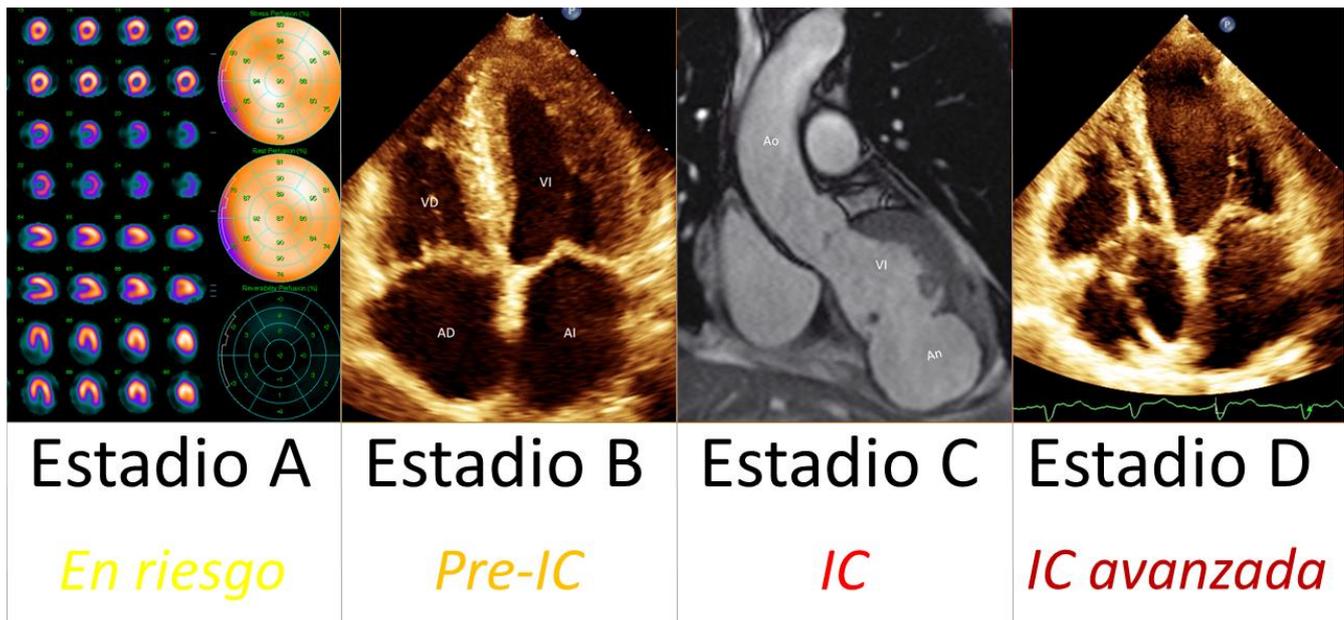
**Figura 1.** Definición Universal y Clasificación de la Insuficiencia Cardíaca.

Abreviaturas: IC – Insuficiencia cardíaca; FEVI – Fracción de expulsión del ventrículo izquierdo.

En la actualidad, la imagen multimodal no invasiva juega un rol central para definir la etiología de la IC, determinar su pronóstico y orientar al tratamiento adecuado. No obstante, debido a la amplia cantidad de pruebas de imagen, se convierte en un reto identificar la técnica más adecuada para cada paciente, por lo que es necesario establecer una estrategia que proporcione precisión diagnóstica sin desperdiciar los recursos económicos. Es importante reconocer las ventajas de cada técnica de imagen y en qué momento escalar de un ecocardiograma a otra modalidad de imagen [2,4].

La ecocardiografía es la técnica de imagen noinvasiva más ampliamente usada para establecer el diagnóstico inicial y el seguimiento. Además de determinar la FEVI, se puede evaluar el tamaño de las cavidades, la presencia de remodelado e hipertrofia ventricular, las anomalías en la movilidad parietal global y segmentaria, la función ventricular derecha, la función valvular y los marcadores de disfunción diastólica, incluyendo la función atrial [1,2]. La radiografía de tórax es recomendada para descartar enfermedades de origen pulmonar así como el ultrasonido pulmonar [1]. La resonancia magnética cardíaca (RMC) se prefiere cuando la ventana acústica del ecocardiograma es limitada o para la caracterización del tejido miocárdico en

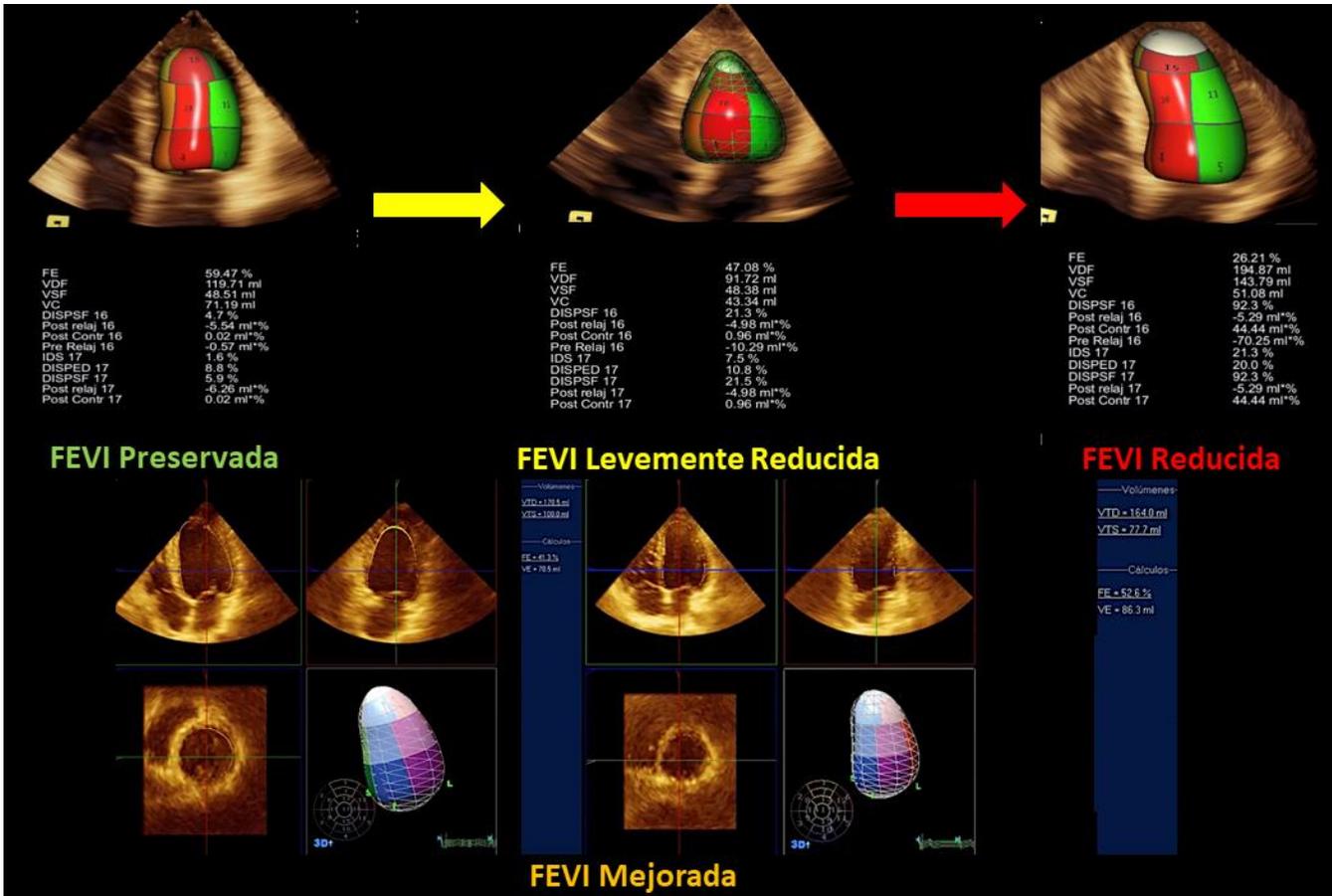
patologías específicas (enfermedades infiltrativas, inflamatorias o miocarditis) [1,2]. La angiografía coronaria por tomografía computarizada (ACTC) es la técnica de imagen no invasiva de elección para el diagnóstico de enfermedad arterial coronaria. Finalmente, la tomografía computarizada de fotón único (SPECT, por sus siglas en inglés) y el PET (positron emission computed tomography) permiten determinar la isquemia y la viabilidad miocárdica, así como la inflamación e infiltrados en este órgano y la reserva del flujo coronario.



**Figura 2.** Estadios Clínicos de la Insuficiencia Cardíaca.

**(A)** SPECT normal de un paciente con hipertensión de larga evolución. **(B)** Ecocardiograma transtorácico en ventana apical de cuatro cámaras, donde se observa hipertrofia del ventrículo izquierdo en un paciente asintomático. **(C)** Resonancia magnética de un paciente post-infartado con un aneurisma ventricular, el paciente se encuentra sintomático. **(D)** Ecocardiograma transtorácico en ventana apical de cuatro cámaras de un paciente con insuficiencia cardíaca por cardiotoxicidad, que tiene un desfibrilador automático implantable en cavidades derechas para mejorar su función ventricular.

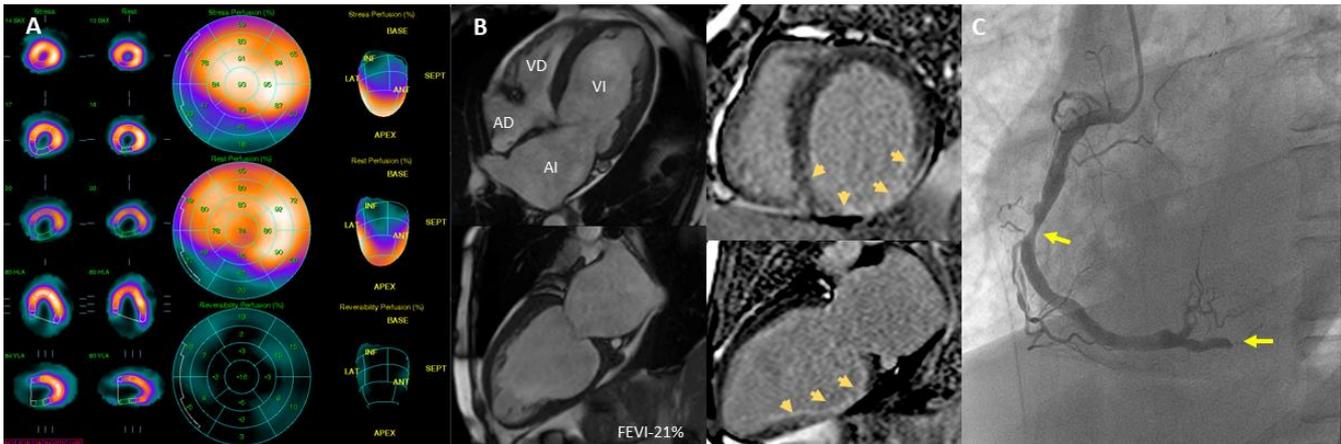
El propósito de esta revisión es proporcionar al médico clínico un panorama general de la imagen multimodal en el diagnóstico, tratamiento y pronóstico de los pacientes con IC.



**Figura 3.** Clasificación actual de la Insuficiencia cardiaca por fracción de expulsión del ventrículo izquierdo, mediante ecocardiografía tridimensional.

## Ecocardiograma

El ecocardiograma es una tecnología de primera línea para la evaluación y estratificación del paciente con insuficiencia cardiaca (IC). Es un estudio no invasivo que provee mucha información, pero tiene la limitación de ser operador dependiente. La cuantificación de la fracción de expulsión del ventrículo izquierdo (FEVI), a pesar de sus limitaciones metodológicas y fisiopatológicas, continúa siendo fundamental para la clasificación de la IC. Los parámetros de llenado ventricular nos ayudan a caracterizar los distintos perfiles hemodinámicos de los pacientes con IC. Los parámetros convencionales, estudiados y validados del ecocardiograma se representan en la *Tabla 1*.



**Figura 4.** Caso de Miocardiopatía Isquémica.

Paciente masculino de 51 años con antecedentes de diabetes mellitus tipo 2 e hipertensión arterial sistémica de larga evolución. Infarto agudo del miocardio no reperfundido dos meses previo a su ingreso a nuestra institución. Acude por presentar disnea de pequeños esfuerzos y edema bímaleolar. **(A)** SPECT que muestra infarto transmural del ventrículo izquierdo inferoseptal, inferior y de las porciones basal y media inferolaterales. Se aprecia discinesia inferoseptal de los tercios basal y medio, discinesia sistólica con FEVI del 33%. **(B)** Resonancia Magnética que muestra infarto de la pared inferior y de la región inferoseptal transmural en el tercio basal y no transmural en el tercio medio y apical, discinesia en las porciones basal y media de la pared inferior del ventrículo izquierdo y discinesia sistólica con FEVI de 28%. **(C)** Coronariografía con obstrucción del 75% del segmento vertical de la coronaria derecha y oclusión total crónica de la descendente posterior (flujo TIMI 0).

Recientemente se han incorporado nuevos parámetros ecocardiográficos para la valoración del paciente con IC. Estos incluyen: valoración con ecocardiografía 3D e índices de deformación cardíaca con Speckle tracking o Velocity vector imaging (strain, torsión y rotación), así como la deformación global de la aurícula izquierda con sus fases de reservorio, conducto y bomba. Estos “nuevos” parámetros todavía no son incorporados a las guías internacionales de IC. Sin embargo, estas nuevas herramientas nos permiten detectar la disfunción subclínica y consecuentemente abordar a los pacientes de forma más temprana.

De estos nuevos parámetros, la ecocardiografía 3D es el método que cuenta con mayor validación, ya que no requiere de presunciones geométricas y tiene buena correlación con la resonancia magnética cardiovascular en la evaluación de los volúmenes ventriculares y de la FEVI [8]. Asimismo, se ha demostrado que los parámetros anatómicos y funcionales de la aurícula izquierda, como la FE y el vaciamiento activo, tienen un valor pronóstico importante [9]. Finalmente, el estudio del ventrículo derecho (VD) se ha beneficiado de la aplicación clínica del ecocardiograma 3D, que permite cuantificar la FEVD con precisión comparable a la RM [10] y de la deformación de la pared libre del ventrículo derecho. Otros parámetros del VD importantes en el estudio del paciente con IC incluyen el TAPSE (desplazamiento del anillo tricúspideo) y la fracción de acortamiento de áreas del ventrículo derecho.

El ecocardiograma con sus diferentes modalidades es una herramienta de gran utilidad en la valoración de la sincronía ventricular y en la selección de pacientes para tratamiento de resincronización.

Valor	Método	Valores Anormales	Interpretación	Consideraciones especiales
Función de bomba del VI	FE (%)	< 40 % 41 – 49 % > 50 % (normal)	ICFEVIr ICFEVIr ICFEVIp	Limitaciones en el 2D, dependiente de la carga ventricular
	VL (ml)	< 35 ml/m <sup>2</sup>	Volumen latido disminuido	Medición del tracto de salida del VI
Índices de función muscular del VI	Dp/Dt (mmHg/seg)	< 1200	Contractilidad ↓	Baja sensibilidad
	Índice Tei-Doppler pulsado Índice Tei-Doppler tisular	> 0.40 > 0.54	↓ rendimiento global del VI	Pseudonormalización en ICFEVIp
Índices morfológicos (2D)				
VI	Hombres DTD (mm), VTD (ml/m <sup>2</sup> ) DTS (mm), VTS (ml/m <sup>2</sup> )	>58, >74 >39.8, >31	Remodelado	Acortamiento apical
	Mujeres DTD (mm), VTD (ml/m <sup>2</sup> ) DTS (mm), VTS (ml/m <sup>2</sup> )	>52, >61 >34.8, >24		
AI	DAI (mm), VAI (ml/m <sup>2</sup> )	>40, >34	P intracavitaria ↑	
VD	DTD basal (mm) DTD medio (mm) DTD Longitud (mm)	>41 >35 >83	Remodelado	
VCI	D (mm), colapso (%)	>21, <50	Congestión venosa	
AD	Hombres/mujeres Vol (ml/m <sup>2</sup> )	>32 / >27	P aurícula derecha ↑	
Índices de llenado del VI	DT de la onda E (mseg) E/A E/e'	<150 >2 >14	Patrón restrictivo PD VI ↑	Depende del ángulo de insonación

**Tabla 1.** Parámetros Ecocardiográficos Clásicos

Abreviaturas. VI: ventrículo izquierdo; FE: fracción de expulsión; VL: volumen latido; ICFEVIr: insuficiencia cardiaca con fracción de expulsión reducida; ICFEVIr: insuficiencia cardiaca con fracción de expulsión levemente reducida; ICFEVIp: insuficiencia cardiaca con fracción de expulsión preservada; 2D: bidimensional; DTD: diámetro telediastólico; VTD: volumen telediastólico; DTS: diámetro telesistólico; VTS: volumen telesistólico; DAI: diámetro de la aurícula izquierda; VAI: volumen de la aurícula izquierda; D: diámetro; Vol: volumen; AI: aurícula izquierda; VD: ventrículo derecho; VCI: vena cava inferior; AD: aurícula derecha; P: presión; DT: Doppler tisular; PD: presión diastólica.

## Resonancia magnética cardiaca (RMC)

---

La RMC es la modalidad de imagen de mayor utilidad para evaluar los diferentes estadios de la IC [2]. Es la técnica de elección para medir la masa, los volúmenes ventriculares y las fracciones de expulsión de ambos ventrículos [3,11]. También está indicada para evaluar la estructura y función miocárdica en aquellos casos en los que la ventana acústica por ecocardiografía es deficiente y en las cardiopatías congénitas complejas; además permite cuantificar de forma precisa la perfusión miocárdica y definir el origen, trayecto y la relación espacial de los grandes vasos [1,2,12]. Esta técnica es menos operador-dependiente en comparación con la ecocardiografía [12]. La gran ventaja de la RMC respecto a cualquier otra modalidad de imagen radica en su habilidad para caracterizar el tejido, cuyo resultado semeja al obtenido durante la realización de una biopsia [3,4].

La RMC cuenta con varias secuencias de pulso, entre las más relevantes están las imágenes potenciadas en T1 y T2, la secuencia cine 2D (SSFP – steady state free precession), el T1 y T2-mapping, el volumen extracelular y la imagen de inversión-recuperación con reforzamiento tardío con gadolinio (RTG) [3,11]. La secuencia cine es usada para evaluar la morfología y función cardíaca, proporcionando información sobre el grosor de la pared, el patrón geométrico del ventrículo izquierdo (VI) y la función ventricular global y regional [2]. La RMC ponderada en T2 tiene alta sensibilidad para detectar el edema miocárdico asociado a isquemia, justificando su uso para diferenciar isquemia aguda de la isquemia crónica [11]. El RTG es probablemente la técnica de RMC más ampliamente usada para determinar la etiología y el pronóstico de algunas cardiomiopatías. Los sitios con reforzamiento (áreas blancas) indican acumulación de gadolinio y sugieren la presencia de inflamación, fibrosis o cicatrices (en secuencias ponderadas en T1 específicas) [2,3,11,13].

En un paciente con falla ventricular izquierda, lo primero que se debe determinar es el patrón de RTG para establecer si la disfunción es de etiología isquémica o no isquémica. En la cardiopatía isquémica, la fibrosis es típicamente subendocárdica, con o sin extensión transmural y siempre se localiza en una región consistente con el territorio de perfusión de la arteria responsable, en contraste con las miocardiopatías no isquémicas, en donde la fibrosis es transmural y/o subepicárdica localizada en la pared lateral o anteroseptal [1,2]. El RTG provee información adicional referente a la cantidad de tejido cardíaco con daño irreversible, que es descrito como una causa secundaria del remodelado ventricular [2].

La RMC es la técnica de elección para la caracterización miocárdica en cardiopatía isquémica y en la sospecha de las siguientes cardiomiopatías no isquémicas (*Tabla 2*): miocarditis, amiloidosis, sarcoidosis, enfermedad de Chagas, enfermedad de Fabry, miocardiopatía no compactada del VI, hemocromatosis, miocardiopatía arritmogénica, síndrome de Tako-tsubo, cardiopatías congénitas (transposición de los grandes vasos, tetralogía de Fallot, anomalía de Ebstein), miocardiopatía dilatada, hipertrófica y restrictiva, entre otras [1-4].

Actualmente, la RMC se utiliza para predecir la respuesta a la terapia de resincronización cardíaca, ya que proporciona información valiosa sobre la presencia y extensión de cicatrices miocárdicas, identifica la disincronía mecánica y la activación miocárdica tardía. En cuanto a miocardiopatías no isquémicas, la presencia y extensión del RTG son predictivos de muerte cardiovascular [2].

Algunas limitaciones de la RMC son el deterioro de la imagen en presencia de arritmias, la fibrosis esclerosante nefrogénica por el uso de contraste en pacientes con enfermedad renal, la claustrofobia, algunos casos de marcapaso no compatibles con la técnica, etc. [3,11]. Otra desventaja es que no es portátil y no está ampliamente disponible en todos los centros hospitalarios.

## Tomografía computarizada cardiaca (TC)

---

La TC es una modalidad de imagen de amplio uso a nivel mundial; sin embargo, tiene un papel limitado en el diagnóstico de IC. La angiografía coronaria por tomografía computarizada (ACTC) proporciona

información precisa sobre la extensión de la aterosclerosis coronaria, las características de la placa y la gravedad de la estenosis [3, 12]. La principal función de la ACTC es descartar enfermedad arterial coronaria de forma no invasiva y estratificar el riesgo cardiovascular mediante la cuantificación de calcio coronario. Tanto la RMC como la ACTC permiten determinar la deformación miocárdica, aunque esta sigue siendo aún una herramienta en investigación [3]. Entre las principales técnicas para evaluar IC mediante TC están la imagen de perfusión miocárdica por TC y la reserva fraccional de flujo por ACTC [18].

En el contexto de IC, se recomienda (clase IIb, ESC 2021) realizar una ACTC en pacientes con una probabilidad intermedia-baja de enfermedad arterial coronaria o en aquellos que fueron sometidos a estudios no invasivos de estrés miocárdico con resultados no concluyentes [1]. También es una alternativa para evaluar los volúmenes y la función ventricular en pacientes con ventana acústica limitada por ecocardiografía y con contraindicaciones para realizar RMC [2].

Existen algunas limitaciones para el uso de la ACTC, entre ellas la presencia de fibrilación auricular (altera la duración de la fase diastólica) y otras arritmias, el uso de contraste en la enfermedad renal y la exposición a radiación [4,18]. Definitivamente es de gran relevancia toda la información que proporciona la TC en múltiples patologías, sin embargo, su uso en el diagnóstico de IC sigue siendo controvertido, por lo que se requieren más estudios para evaluar su eficacia y sus ventajas frente a otras modalidades diagnósticas.

## Medicina Nuclear

---

El PET y el SPECT son estudios funcionales, no invasivos, útiles en el estudio de la isquemia y viabilidad miocárdica. En el paciente con insuficiencia cardíaca el SPECT tiene una sensibilidad del 86% y una especificidad del 74%, para la detección de estenosis de las arterias coronarias hemodinamicamente significativas [19]. El PET tiene mayor certeza diagnóstica con una sensibilidad del 90% y una especificidad del 89% [20]. La superioridad diagnóstica del PET puede ser explicada por el uso sistemático de corrección de la atenuación (disminuyendo los falsos positivos e incrementando la especificidad), mayor resolución espacial (disminuyendo los falsos negativos e incrementando la sensibilidad) y una resolución temporal mayor que permite la cuantificación exacta del flujo miocárdico y de la reserva de flujo coronario.

## Puntos Clave

---

- El abordaje multimodal es la base en el diagnóstico, tratamiento y pronóstico de la insuficiencia cardíaca.
- La ecocardiografía es la técnica de elección para iniciar el abordaje diagnóstico de la insuficiencia cardíaca.
- La ventaja de la resonancia magnética respecto a otras técnicas es su capacidad para caracterizar el tejido cardíaco y distinguir entre daño isquémico y no isquémico.

Estadio de IC (ACC/AHA)	Patología	Características por RMC
<b>A</b>	Asintomáticos	Hipertrofia del VI (hallazgo característico de remodelado cardíaco).
<b>B*</b>	Isquemia miocárdica (IAM)	RTG subendocárdico y/o transmural compatible con el territorio de distribución de la arteria. Detecta defectos en la perfusión (RMC con estrés). Evalúa el tamaño del infarto, el área bajo riesgo de isquemia y las obstrucciones microvasculares.
	Cardiomiopatía hipertrófica	Grado y distribución de la hipertrofia del VI (asimétrica, septal, lateral, apical), elongación de la valva mitral anterior, obstrucción del tracto de salida del VI. RTG con patrón irregular y anormalidades de la perfusión.
	Cardiomiopatía restrictiva	Engrosamiento de la pared del VI, dilatación biatrial. Puede encontrarse derrame pericárdico.
	Enfermedad de Fabry	Potencia reducida en T1. RTG típico en subepicárdico, en la pared inferolateral basal del VI.
	Sarcoidosis	Formación de aneurisma, engrosamiento regional de la pared, RTG extenso, en parches, subepicárdico, particularmente en el septum y la pared lateral. Acompañado de linfadenopatías torácicas y anormalidades pulmonares.
	Amiloidosis	Engrosamiento de las paredes biventriculares. Cinética anormal del agente de contraste, con anulación del <i>pool</i> sanguíneo, característico de amiloidosis (baja intensidad de señal de la sangre en T1). RTG difuso o subendocárdico en VD o VI.
	Hemocromatosis	Engrosamiento de la pared del VI. Acortamiento del tiempo de relajación T2 y disminución de la señal de forma proporcional a la cantidad de hierro depositada.
	Miocardopatía no compactada del VI	Aumento del radio de miocardio no compactado respecto al miocardio compactado, con reducción del grosor de la capa compactada.
	Miocarditis	Engrosamientos de la pared, edema miocárdico RTG en subepicárdico y/o transmural, especialmente en la pared inferolateral basal. El reforzamiento con gadolinio ocurre de forma temprana.
<b>C-D</b>	IC con FEVI preservada	Se observa fibrosis miocárdica difusa y aumento de la matriz extracelular, causando rigidez del VI y disfunción diastólica. El T1-mapping es la secuencia de elección.
	IC con FEVI reducida	En pacientes con miocardopatía no isquémica, la presencia de RTG aumenta el riesgo de hospitalización, de implantar un DEA o de muerte hasta 8 veces, comparándolos con pacientes sin presencia de reforzamiento. El RTG se reconoce como un predictor clínico de la respuesta de la terapia de resincronización cardíaca.

**Tabla 2.** Características por resonancia magnética en diferentes enfermedades cardiovasculares asociadas a insuficiencia cardíaca

\*Las patologías descritas en el estadio B pueden progresar a estadios C-D, dependiendo del control terapéutico de cada una.

**Abreviaciones.** ACC: American College of Cardiology, AHA: American Heart Association, DEA: desfibrilador externo automático, FEVI: fracción de expulsión del ventrículo izquierdo, IAM: infarto agudo del miocardio, IC: insuficiencia cardíaca, RMC: resonancia magnética cardíaca, RTG: reforzamiento tardío con gadolinio, VD: ventrículo derecho, VI: ventrículo izquierdo.

## Referencias

---

1. McDonagh TA, Metra M, Adamo M, Gardner RS, Baumbach A, Böhm M, Burri H, Butler J, Čelutkienė J, Chioncel O, Cleland JGF, Coats AJS, Crespo-Leiro MG, Farmakis D, Gilard M, Heymans S, Hoes AW, Jaarsma T, Jankowska EA, Lainscak M, Lam CSP, Lyon AR, McMurray JJV, Mebazaa A, Mindham R, Muneretto C, Francesco Piepoli M, Price S, Rosano GMC, Ruschitzka F, Kathrine Skibellund A; ESC Scientific Document Group. 2021 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. *Eur Heart J*. 2021 Aug 27: ehab368. doi: 10.1093/eurheartj/ehab368. Epub ahead of print. PMID: 34447992.
2. Di Cesare E, Carerj S, Palmisano A, Carerj ML, Catapano F, Vignale D, Di Cesare A, Milanese G, Sverzellati N, Francone M, Esposito A. Multimodality imaging in chronic heart failure. *Radiol Med*. 2021 Feb;126(2):231-242. doi: 10.1007/s11547-020-01245-4. Epub 2020 Jul 16. PMID: 32676875.
3. Bax JJ, Di Carli M, Narula J, Delgado V. Multimodality imaging in ischaemic heart failure. *Lancet*. 2019 Mar 9;393(10175):1056-1070. doi: 10.1016/S0140-6736(18)33207-0. PMID: 30860031.
4. Flachskampf F, Baron T. Heart failure and cardiac imaging: Choosing wisely in the era of multimodality imaging. *Anatol J Cardiol*. 2020 Mar;23(4):204-208. doi: 10.14744/AnatolJCardiol.2020.66745. PMID: 32235137; PMCID: PMC7163225
5. Groenewegen A, Rutten FH, Mosterd A, Hoes AW. Epidemiology of heart failure. *Eur J Heart Fail*. 2020 Aug;22(8):1342-1356. doi: 10.1002/ejhf.1858. Epub 2020 Jun 1. PMID: 32483830; PMCID: PMC7540043.
6. Bozkurt B, Coats AJ, Tsutsui H, Abdelhamid M, Adamopoulos S, Albert N, Anker SD, Atherton J, Böhm M, Butler J, Drazner MH, Felker GM, Filippatos G, Fonarow GC, Fiuzat M, Gomez-Mesa JE, Heidenreich P, Imamura T, Januzzi J, Jankowska EA, Khazanie P, Kinugawa K, Lam CSP, Matsue Y, Metra M, Ohtani T, Francesco Piepoli M, Ponikowski P, Rosano GMC, Sakata Y, Seferović P, Starling RC, Teerlink JR, Vardeny O, Yamamoto K, Yancy C, Zhang J, Zieroth S. Universal Definition and Classification of Heart Failure: A Report of the Heart Failure Society of America, Heart Failure Association of the European Society of Cardiology, Japanese Heart Failure Society and Writing Committee of the Universal Definition of Heart Failure. *J Card Fail*. 2021 Mar 1: S1071-9164(21)00050-6. doi: 10.1016/j.cardfail.2021.01.022. Epub ahead of print. PMID: 33663906.
7. Gibson G, Blumer V, Mentz RJ, Lala A. Universal Definition and Classification of Heart Failure: A Step in the Right Direction from Failure to Function [Internet]. American College of Cardiology. 2021 [citado 13 septiembre 2021]. Disponible en: <https://www.acc.org/latest-in-cardiology/articles/2021/07/12/12/31/universal-definition-and-classification-of-heart-failure>
8. Nagueh, S. F., Smiseth, O. A., Appleton, C. P., Byrd, B. F., 3rd, Dokainish, H., Edvardsen, T., Flachskampf, F. A., Gillebert, T. C., Klein, A. L., Lancellotti, P., Marino, P., Oh, J. K., Popescu, B. A., & Waggoner, A. D. (2016). Recommendations for the Evaluation of Left Ventricular Diastolic Function by Echocardiography: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J Am Soc Echo*, 29(4), 277–314. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2016.01.011>
9. Markman, T. M., Habibi, M., Venkatesh, B. A., Zareian, M., Wu, C., Heckbert, S. R., Bluemke, D. A., & Lima, J. (2017). Association of left atrial structure and function and incident cardiovascular disease in patients with diabetes mellitus: results from multi-ethnic study of atherosclerosis (MESA). *Eur Heart J-Cardiovasc Imaging*, 18(10), 1138–1144. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jew332>

10. Merlo, M., Gobbo, M., Stolfo, D., Losurdo, P., Ramani, F., Barbati, G., Pivetta, A., Di Lenarda, A., Anzini, M., Gigli, M., Pinamonti, B., & Sinagra, G. (2016). The Prognostic Impact of the Evolution of RV Function in Idiopathic DCM. *JACC. Cardiovasc Imaging*, 9(9), 1034–1042. <https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2016.01.027>
11. Yoneyama K, Kitanaka Y, Tanaka O, Akashi YJ. Cardiovascular magnetic resonance imaging in heart failure. *Expert Rev Cardiovasc Ther.* 2018 Apr;16(4):237-248. doi: 10.1080/14779072.2018.1445525. Epub 2018 Feb 27. PMID: 29478345.
12. Quarta G, Gori M, Iorio A, D'Elia E, Moon JC, Iacovoni A, Burocchi S, Schelbert EB, Brambilla P, Sironi S, Caravita S, Parati G, Gavazzi A, Maisel AS, Butler J, Lam CSP, Senni M. Cardiac magnetic resonance in heart failure with preserved ejection fraction: myocyte, interstitium, microvascular, and metabolic abnormalities. *Eur J Heart Fail.* 2020 Jul;22(7):1065-1075. doi: 10.1002/ehf.1961. Epub 2020 Aug 7. PMID: 32654354.
13. Patel AR, Kramer CM. Role of Cardiac Magnetic Resonance in the Diagnosis and Prognosis of Nonischemic Cardiomyopathy. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2017 Oct;10(10 Pt A):1180-1193. doi: 10.1016/j.jcmg.2017.08.005. PMID: 28982571; PMCID: PMC5708889.
14. Perry R, Shah R, Saiedi M, Patil S, Ganesan A, Linhart A, Selvanayagam JB. The Role of Cardiac Imaging in the Diagnosis and Management of Anderson-Fabry Disease. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2019 Jul;12(7 Pt 1):1230-1242. doi: 10.1016/j.jcmg.2018.11.039. Erratum in: *JACC Cardiovasc Imaging.* 2019 Sep;12(9):1903. PMID: 31272606.
15. Markatis E, Afthinos A, Antonakis E, Papanikolaou IC. Cardiac sarcoidosis: diagnosis and management. *Rev Cardiovasc Med.* 2020 Sep 30;21(3):321-338. doi: 10.31083/j.rcm.2020.03.102. PMID: 33070538.
16. Dorbala S, Cuddy S, Falk RH. How to Image Cardiac Amyloidosis: A Practical Approach. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2020 Jun;13(6):1368-1383. doi: 10.1016/j.jcmg.2019.07.015. Epub 2019 Oct 11. PMID: 31607664; PMCID: PMC7148180.
17. Gulati V, Harikrishnan P, Palaniswamy C, Aronow WS, Jain D, Frishman WH. Cardiac involvement in hemochromatosis. *Cardiol Rev.* 2014 Mar-Apr;22(2):56-68. doi: 10.1097/CRD.0b013e3182a67805. PMID: 24503941.
18. Aziz W, Claridge S, Ntalas I, Gould J, de Vecchi A, Razeghi O, Toth D, Mountney P, Preston R, Rinaldi CA, Razavi R, Niederer S, Rajani R. Emerging role of cardiac computed tomography in heart failure. *ESC Heart Fail.* 2019 Oct;6(5):909-920. doi: 10.1002/ehf2.12479. Epub 2019 Aug 10. PMID: 31400060; PMCID: PMC6816076.
19. Schuijf, J. D., Poldermans, D., Shaw, L. J., Jukema, J. W., Lamb, H. J., de Roos, A., Wijns, W., van der Wall, E. E., & Bax, J. J. (2006). Diagnostic and prognostic value of non-invasive imaging in known or suspected coronary artery disease. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 33(1), 93–104. <https://doi.org/10.1007/s00259-005-1965-y>
20. Di Carli, M. F., Dorbala, S., Meserve, J., El Fakhri, G., Sitek, A., & Moore, S. C. (2007). Clinical myocardial perfusion PET/CT. *J Nucl Med: official publication, Society of Nuclear Medicine*, 48(5), 783–793. <https://doi.org/10.2967/jnumed.106.032789>