

Edema miocárdico en distintas patologías cardíacas: patrones diagnósticos y diferenciación mediante resonancia magnética cardiaca

Gemma Burcet¹, Santiago Bolívar¹, Belén del Río¹, Héctor Jofré¹, Ángela Díaz¹, Antonio Medina¹,
Paula Notta², Eduard Claver³

¹Departamento de Radiología, Hospital Universitari de Bellvitge, L'Hospitalet de Llobregat;

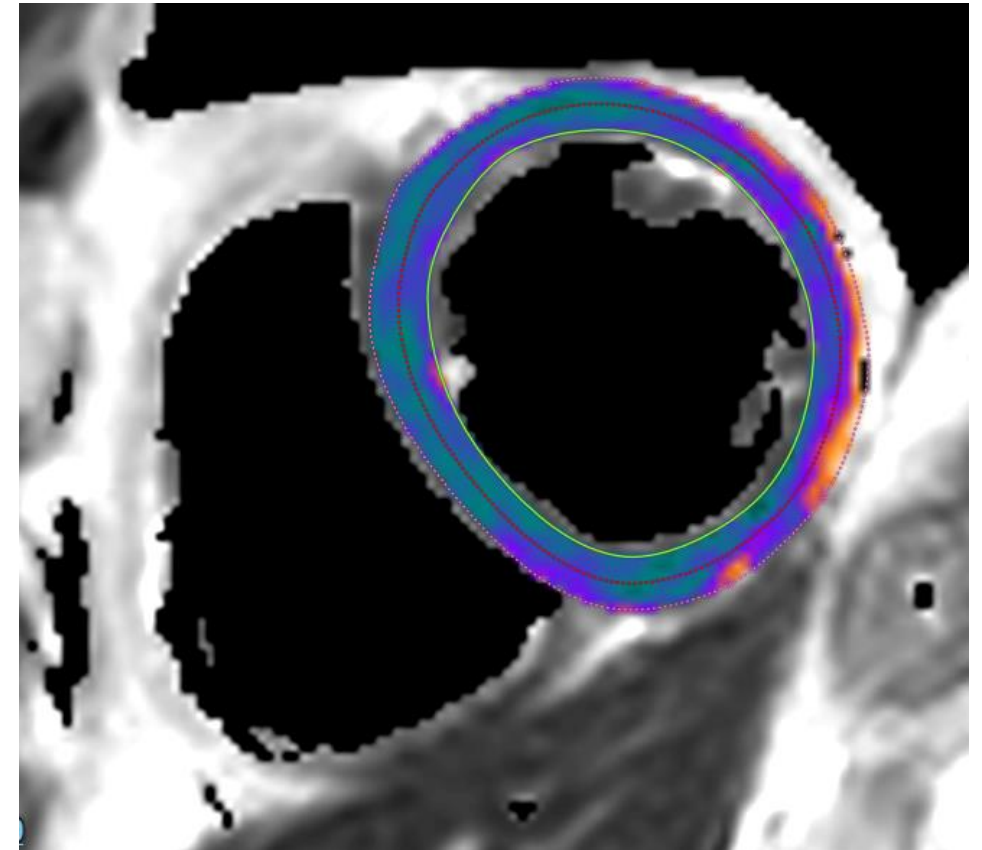
²Departamento de Medicina Nuclear, Hospital Universitari de Bellvitge, L'Hospitalet de Llobregat;

³Departamento de Cardiología, Hospital Universitari de Bellvitge, L'Hospitalet de Llobregat;

Objetivos

El **edema miocárdico** es un marcador clave en la resonancia magnética cardíaca (RMC), reflejando un amplio espectro de condiciones subyacentes.

Aunque se asocia con mayor frecuencia a la miocarditis o a la lesión isquémica aguda, su presencia y valor diagnóstico en patologías más raras o complejas continúan estando menos definidos.



Objetivos

- Evaluar la prevalencia y distribución del edema miocárdico en diferentes categorías diagnósticas y subgrupos.
- Caracterizar patrones semicuantitativos de edema miocárdico mediante mapeo T2, incluyendo valores negativos, borderline y positivos.
- Identificar fenotipos de edema específicos por enfermedad y subgrupo, con especial énfasis en patologías inflamatorias, miocardiopatías y el seguimiento del trasplante cardíaco.

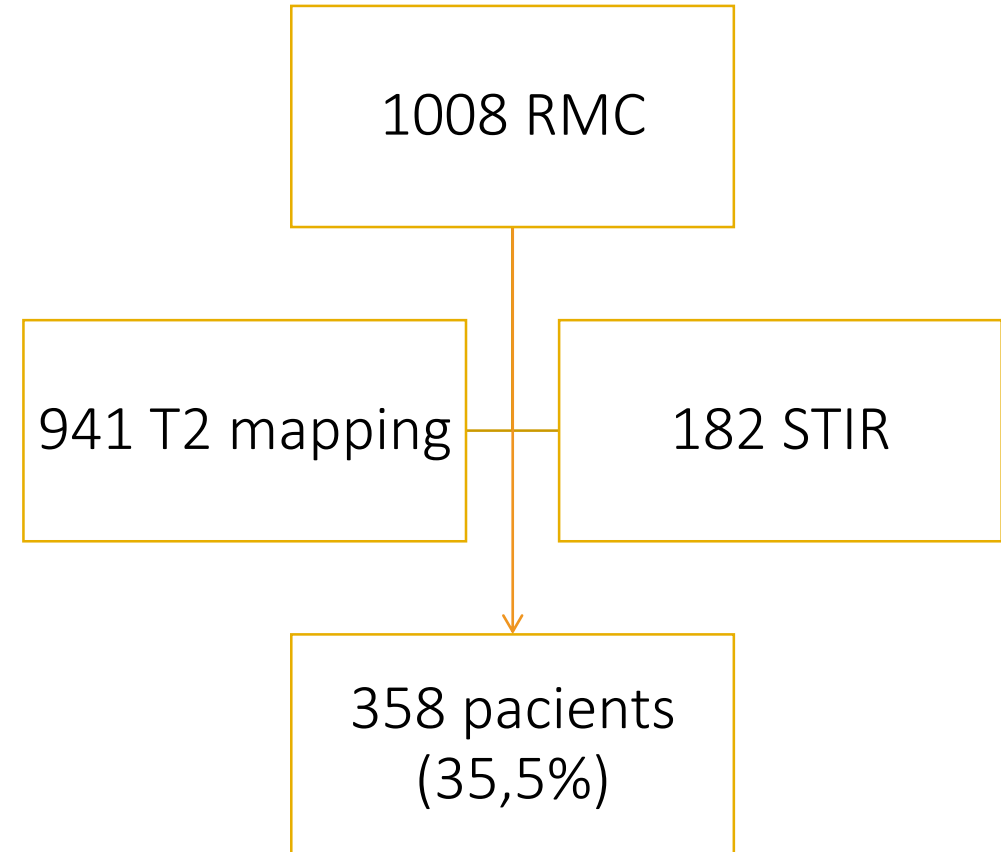
Material y Métodos

Estudio retrospectivo con revision de 1008 RMC realizadas entre septiembre de 2024 y agosto de 2025, en el Hospital Universitari de Bellvitge, centro terciario de referencia

- Mapeo T2: 941 exploraciones
- STIR: 182 exploraciones

Se incluyeron 358 pacientes (35,5%) con:

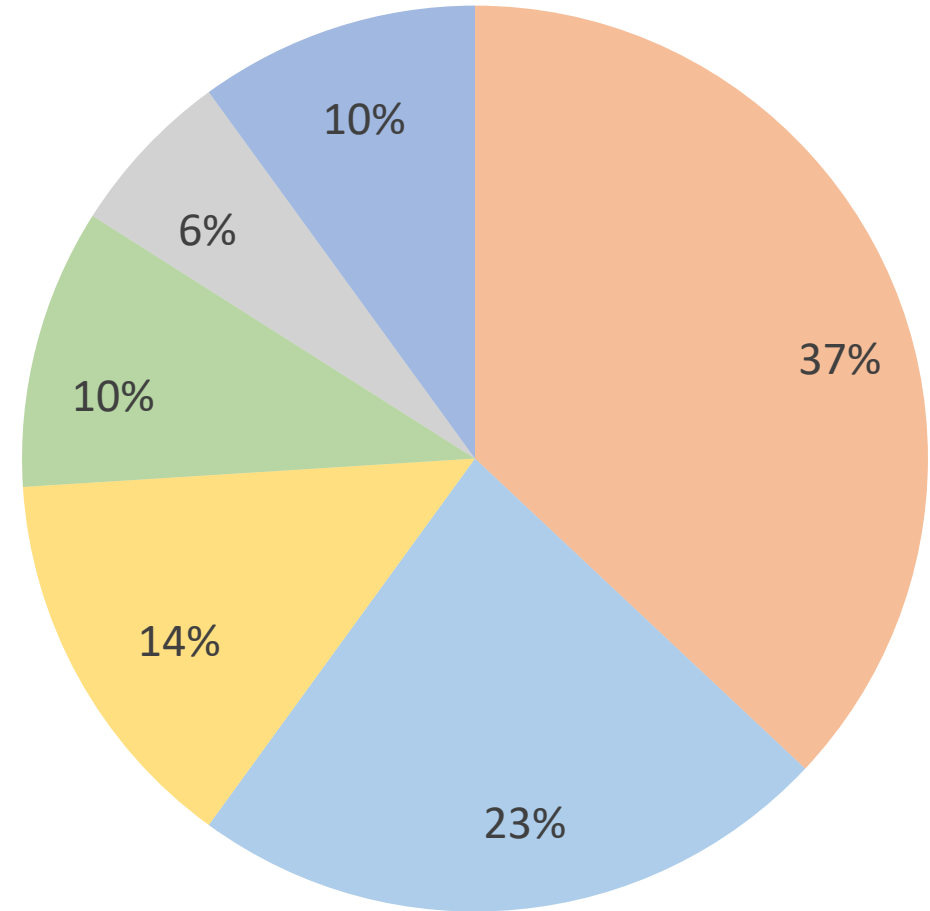
- Sospecha clínica de edema miocárdico
- Elevación de valores de T2 miocárdicos



Material y Métodos

Se clasificaron los pacientes en 6 categorías diagnósticas:

- procesos inflamatorios (n = 133)
- miocardiopatías (n = 81)
- cardiopatía isquémica (n = 51)
- seguimiento de trasplante cardíaco (n = 35)
- enfermedades de depósito (n = 22)
- otras indicaciones (n = 36)



- | | |
|----------------------------|----------------------|
| Enfermedades inflamatorias | Miocardiopatías |
| Cardiopatía isquémica | Transplante Cardíaco |
| Enfermedades de Depósito | Otros |

Material y Métodos

Edema miocárdico: Se evaluó mediante mapeo T2 y se clasificó según valores de referencia institucionales (para los equipos de 1,5 T y 3T) en: negativo, borderline o positive.

Otras **variables registradas:**

- Valor máximo T2 mapping
- Valor de T1 en miocardio no afecto
- Volumen extracelular (VEC)
- Volumen telediastólico indexado del ventrículo izquierdo (VTDi)
- Fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI)
- Grosor máximo del septo interventricular (SIV)
- Patrón de realce tardío con gadolinio (RTG): ausente, isquémico, miocarditis, miocardiopatía típica, sarcoidosis u otros

Material y Métodos

Análisis Estadístico

Se describieron las variables continuas con media $\pm$ desviación estándar (DE) y las categóricas con recuentos y porcentajes (%).

Se realizaron comparaciones entre grupos diagnósticos y subgrupos mediante T de Student y ANOVA de una vía, para las variables continuas y χ^2 o test exacto de Fisher, para las categóricas.

Se consideró estadísticamente significativo un valor de $p < 0,05$.

Todas las exploraciones se realizaron de acuerdo con los estándares éticos institucionales, y el consentimiento informado se obtuvo como parte de la práctica clínica habitual

Resultados

La **Tabla 1** resume las variables analizadas por grupos patológicos

		Enf. Inflammatorias	Miocardopatías	Cardiopatía Isquémica	Enf. Depósito	Trasplante Cardíaco	Otros	valor p
T2	1.5T	62 ± 10.3	58.3 ± 7.1	65.3 ± 11.8	54.9 ± 2.7	58.4 ± 9.5	55.5 ± 3	<0.001
	3T	52.1 ± 10	53.6 ± 6.3	54.3 ± 7.6	58.5 ± 7.6	54 ± 8.9	53.4 ± 7	
	3T (PET-MR)	61.3 ± 12.2	64.5 ± 5.8		55.2 ± 15.3	64.2 ± 11.3	64 ± 14.2	
T1	1.5T	1045.3 ± 87.8	1042.8 ± 60.1	1031.1 ± 67.4	1078.8 ± 91.1	1070.6 ± 62.7	1032.7 ± 51.5	<0.001
	3T	1254.8 ± 95.8	1300.4 ± 77.2	1303.7 ± 55.8	1281.8 ± 95.8	1280 ± 24	1267.6 ± 52.3	
	3T (PET-MR)	1238.1 ± 133.1	1220.6 ± 105.8		1209.3 ± 186.7	1296.1 ± 76.7	1205.5 ± 71.4	
VEC		30.2 ± 7.7	28.7 ± 4.3	28.9 ± 5.9	31.1 ± 10.8	31.8 ± 5.2	28.9 ± 3.3	0.046
STIR	No	27 (26%)	1 (1%)		5 (4.9%)	6 (5.8%)	1(1%)	0.002
	Focal	33 (32%)	3 (2.9%)	1 (1%)	2 (1.9%)	6 (5.8%)		
	Global	9 (8.9%)	2 (1.9%)	2 (1.9%)	1 (1%)	4 (3.9%)		
FEVI		54.3 ± 9.9	45.3 ± 15.1	39.2 ± 11.2	56.9 ± 11.2	55.3 ± 8.2	54.9 ± 8.6	<0.001
VTDi		84.4 ± 25.3	110.8 ± 41.3	114.4 ± 40	85 ± 21.5	75.4 ± 23.2	88.5 ± 26.3	<0.001
SIV		10.9 ± 2.6	12.5 ± 5.1	12 ± 2.1	14.1 ± 6.2	12.2 ± 2.1	12.3 ± 3.3	<0.001
LGE	No	37 (10.5%)	26 (7.4%)	2 (0.6%)	8 (2.3%)	15 (4.3%)	20 (5.7%)	<0.001
	Isquémico	11 (3.1%)	3 (0.9%)	48 (13.6%)	2 (0.6%)	1 (0.3%)	2 (0.6%)	
	Miocarditis	48 (13.6%)	1 (0.3%)		1 (0.3%)	2 (0.6%)	3 (0.9%)	
	Miocardopatía	8 (2.3%)	40 (14.2%)	1 (0.3%)		1 (0.3%)	2 (0.6%)	
	Sarcoidosis	8 (2.3%)	1 (0.3%)				1 (0.3%)	
	Otros	10 (5.4%)	1 (0.3%)		12 (3.4%)	14 (4%)	4 1,1%)	

Tabla 1. Parámetros de resonancia magnética cardíaca por grupos patológicos. Las variables cuantitativas se presentan como media ± DE y las categóricas como número (%). Los valores de mapeo T1 y T2 se reportan según el campo magnético (1,5 T, 3 T y 3 T PET-RM). Los patrones en secuencia STIR y las distribuciones del realce tardío con gadolinio (LGE) se muestran por subtipo. Los valores de p corresponden a las comparaciones entre grupos patológicos. Se consideró significación estadística $p < 0,05$.

Resultados

Los valores de T1 y T2 difirieron según el campo magnético, con valores de T1 más altos y de T2 más bajos en 3 T en comparación con 1,5 T ($p < 0,001$); estas diferencias se consideraron para el análisis.

Hallazgos destacados del análisis de variables funcionales y morfológicas:

- El **VEC** fue mayor en pacientes trasplantados ($p = 0,046$), seguido de las enfermedades de depósito.
- La **FEVI** fue menor en el grupo isquémico ($p < 0,001$).
- El **TDVi** estuvo aumentado en los grupos isquémico y de miocardiopatías ($p < 0,001$).
- El grosor del **SIV** fue mayor en las enfermedades de depósito ($p < 0,001$).

Resultados

Los **patrones de RTG** difirieron entre grupos ($p < 0,001$):

- El patrón de miocarditis y de cardiopatía isquémica fueron los más frecuente globalmente [48 p (13,6%)].
- El patrón de miocardiopatía y cardiopatía isquémica se presentaron de forma típica en los pacientes con dichas patologías, de 40 p (14,2%) y 48 p (13,6%) respectivamente.
- Los pacientes trasplantados presentaron con mayor frecuencia patrones inespecíficos, 14 p (4%), o ausencia de RTG en 15 p (4,3%).

La secuencia **STIR** se realizó principalmente en procesos inflamatorios, y presentó una distribución de edema focal de forma predominante.

El **STIR** resultó positivo con mayor frecuencia en **pacientes trasplantados** ($p = 0,002$).

Resultados

La prevalencia de **edema miocárdico** difirió significativamente entre categorías diagnósticas ($p < 0,001$) (Figura 1).

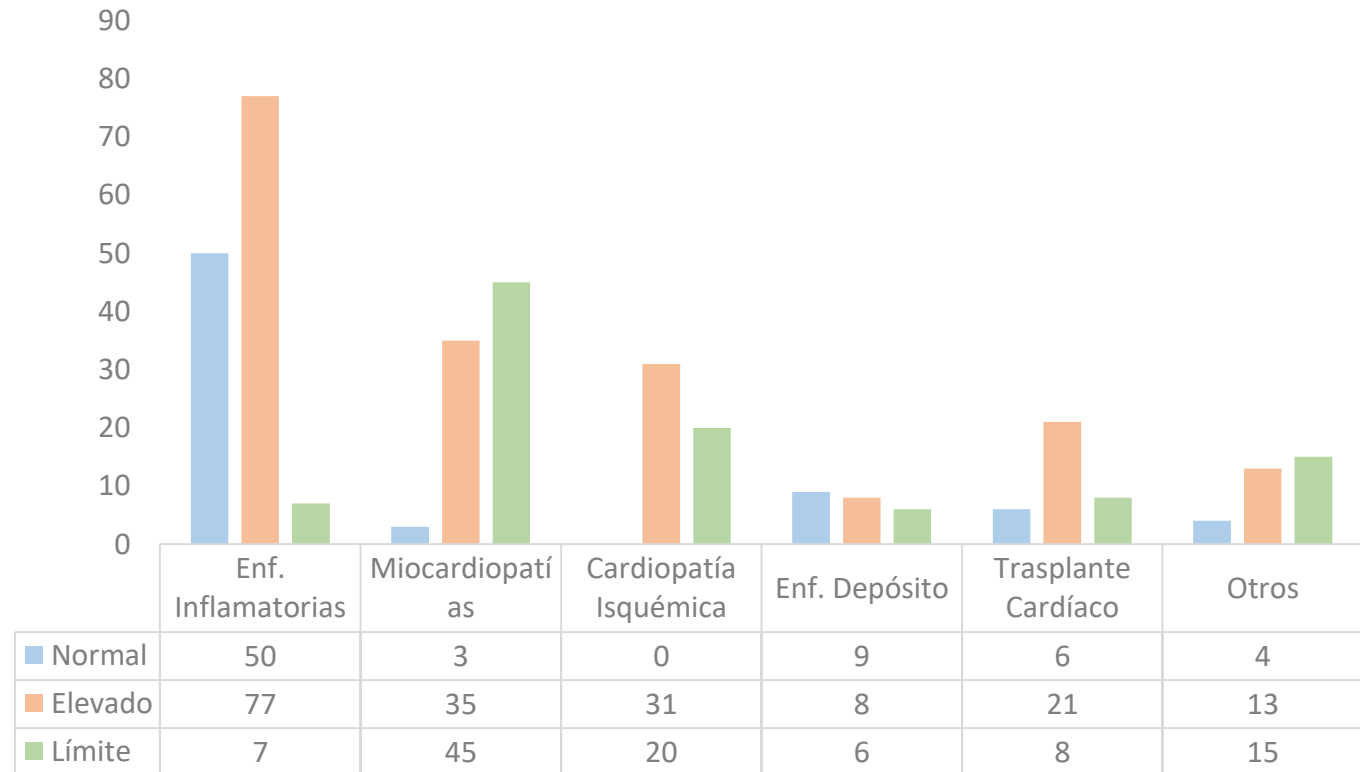


Figura 1. Distribución de pacientes con mapeo T2 miocárdico normal, borderline y elevado en los diferentes grupos patológicos.

Resultados

La prevalencia de **alteración en el mapeo T2** fue más alta en los pacientes en seguimiento postrasplante (60%) (Figura 2), seguido de los pacientes con procesos inflamatorios (58%).

Los pacientes con **miocardiopatías** presentaron menor porcentaje de edema positivo y mayor proporción de **elevación borderline de T2** (54%).

Las **enfermedades de depósito** no se asociaron de manera significativa con edema miocárdico ($p = 0,223$).

Resultados

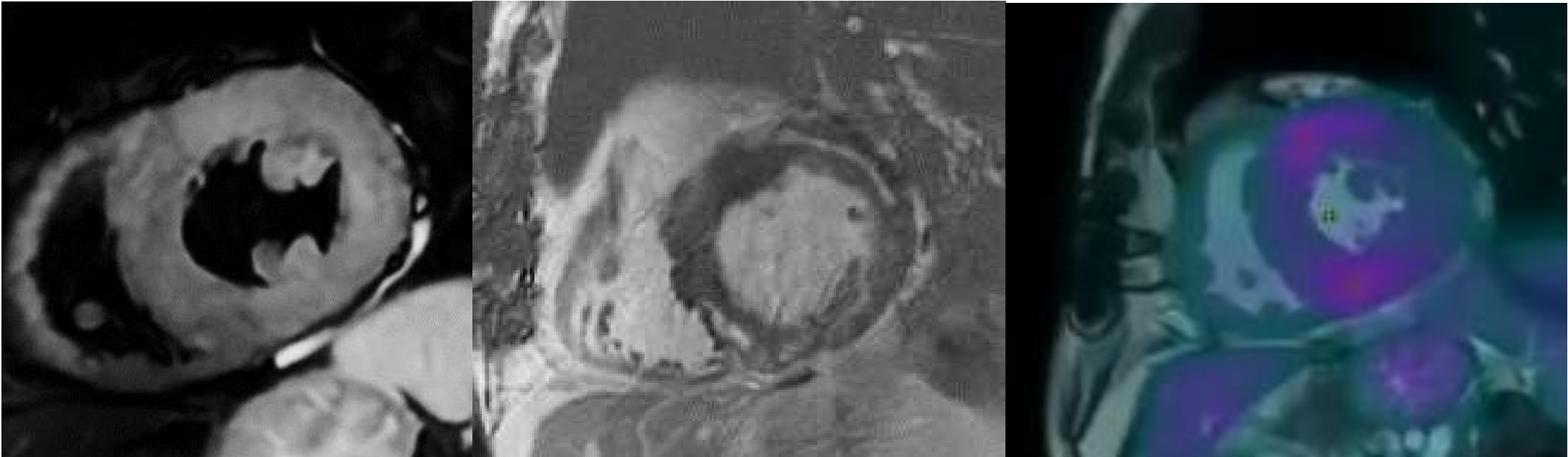


Figura 2. Hallazgos de resonancia magnética cardíaca en una paciente trasplantado cardíaco. La secuencia STIR demuestra hiperintensidad miocárdica parcheada compatible con edema miocárdico. La secuencia phase-sensitive inversion recovery (PSIR) muestra afectación miocárdica no isquémica con láminas intramiocárdicas de retención de contraste. Fusión de PET-RM con hipermetabolismo miocárdico de las zonas con mayor edema.

Resultados

Obtuvimos **valores borderline de T2** en 101 pacientes, que asociaban características intermedias en el resto de variables estudiadas (Tabla 2).

Además, presentaban características diferencias significativas respecto a los pacientes con T2 elevado.

	Enf. Inflamatorias	Miocardiopatías	Cardiopatía Isquémica	Enf. Depósito	Trasplante Cardíaco	Otros	valor p
VEC	28 ± 3.8	27.9 ± 4.4	28.1 ± 3.6	41 ± 16.7	31 ± 4.1	28.9 ± 4.1	0.007
FEVI	54 ± 11.8	45.2 ± 15.5	45 ± 9.6	49.3 ± 13	57.5 ± 7.1	55 ± 7.5	<0.001
VTDi	71.3 ± 17.3	105.6 ± 41.3	99.2 ± 32.8	95.3 ± 31.1	78.9 ± 17	82.2 ± 19.2	<0.001
SIV	9.7 ± 2	12.5 ± 4.1	11.8 ± 2.3	15.2 ± 6.5	13.3 ± 2.9	13.1 ± 3.2	<0.001

Tabla 2. Parámetros de resonancia magnética cardíaca en pacientes con valores de T2 borderline por grupos patológicos. Los valores corresponden al subgrupo borderline de T2 y se expresan como media ± desviación estándar. Los valores de p representan comparaciones con pacientes que presentan T2 elevado.

Resutados

En la cohorte **inflamatoria** (n = 133) se presentaron diferencias entre los pacientes con T2 positivo y los de T2 negativo (Tabla 3):

	T2 positivo	T2 negativo
Pacientes	77 p (57%)	50 p (37%)
Valor T2	65,7 ± 10,2 ms	51,8 ± 7,8 ms
VEC	31,5 ± 8,4%	28,4 ± 6,3%
FEVI	53,0 ± 10,9%	56,4 ± 7,4%

Tabla 3. Diferencias en los parámetros de T2, VEC y FEVI entre los pacientes con T2 positivo y negativo dentro del grupo de pacientes estudiados por patología inflamatoria.

Se identificó heterogeneidad entre los subgrupos inflamatorios (p = 0,003) (Figura 3), con prevalencia de **edema** máxima en la sospecha de **cardiotoxicidad** (80%) y mínima en los estudios de seguimiento de miocarditis (33%).

Resultados

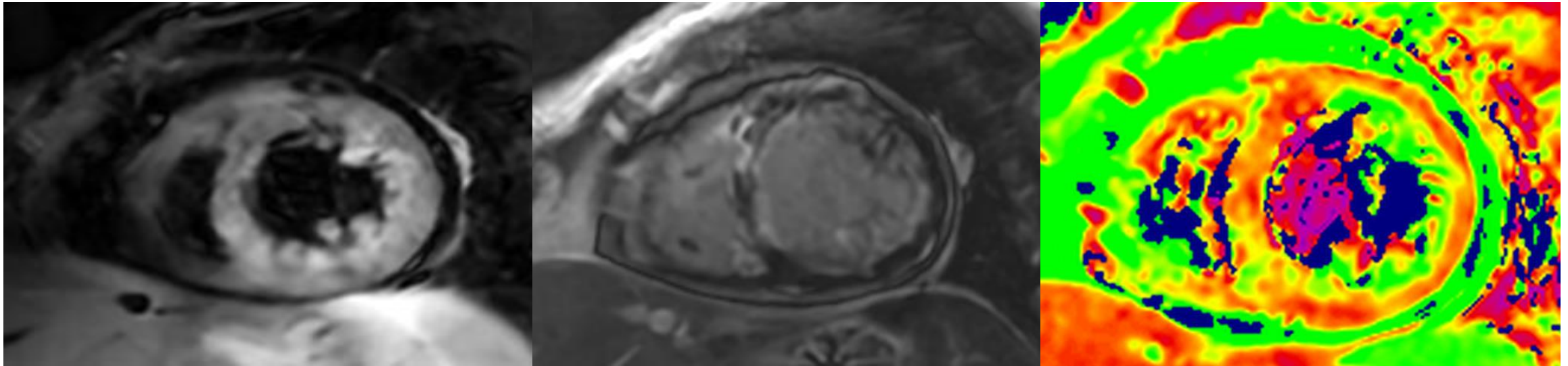


Figura 3. Hallazgos de resonancia magnética cardíaca en una paciente con granulomatosis eosinofílica con poliangeítis. La secuencia STIR demuestra hiperintensidad miocárdica focal compatible con edema miocárdico. La secuencia phase-sensitive inversion recovery (PSIR) muestra afectación miocárdica no isquémica asociada. El mapeo T2 confirma edema miocárdico, con un valor máximo de T2 de 63 ms medido a 3 T (escáner GE), lo que apoya inflamación miocárdica activa.

Discusión

Nuestros resultados confirman el **mapping T2** como un marcador robusto de **edema miocárdico** por RMC en un amplio espectro de patologías cardíacas, lo que refleja inflamación miocárdica activa y lesión miocárdica aguda.

Se observaron **diferencias** significativas en la prevalencia y la distribución del edema **entre los grupos diagnósticos**, con las tasas más elevadas en el seguimiento postrasplante y en los procesos inflamatorios.

Estos hallazgos son coherentes con los Criterios de Lake Louise actualizados y las recomendaciones de consenso vigentes [1,2].

Discusión

En receptores de **trasplante cardíaco**, la **elevación de T2** fue frecuente y se asoció con parámetros tisulares y funcionales anormales, lo que respalda su papel como **marcador no invasivo** de lesión miocárdica inmunomediada y de procesos relacionados con el rechazo, con potencial para reducir la necesidad de biopsia endomiocárdica invasiva en escenarios clínicos seleccionados [3,4].

Los pacientes con trasplante cardíaco y con enfermedad por depósito presentaron **VEC más elevado** que traduce afectación difusa.

De forma similar, las **enfermedades inflamatorias** mostraron una alta prevalencia de **edema miocárdico**, con alteraciones concordantes en marcadores paramétricos y funcionales.

Discusión

Un hallazgo clave del estudio es el predominio de **elevación borderline de T2 en miocardiopatías**, asociado a características funcionales y morfológicas intermedias y con diferencias significativas respecto a la elevación franca de T2.

Esto respalda observaciones previas que sugieren **estrés miocárdico crónico**, actividad **inflamatoria de bajo grado** o **afectación miocárdica difusa** detectable mediante imagen paramétrica, incluso cuando no hay edema evidente ni realce tardío extenso [5–7].

Estos resultados refuerzan el concepto de un **continuo de actividad inflamatoria** miocárdica, en el que los valores borderline de T2 representan fenotipos intermedios biológicamente relevantes y no simples variantes normales.

Discusión

Aunque los valores absolutos de T2 variaron según el campo magnético y las características del escáner, las asociaciones entre positividad de T2, patrones de edema miocárdico y biomarcadores complementarios de imagen se conservaron.

En conjunto, nuestros hallazgos amplían la literatura existente al demostrar que los patrones cuantitativos de edema y los parámetros relacionados varían sustancialmente según la patología y el contexto clínico, subrayando la importancia de una interpretación específica por enfermedad y de rangos de referencia adaptados al escáner al aplicar técnicas de mapeo miocárdico en la práctica clínica [8–10].

Discusión

Limitaciones

Se trata de un estudio retrospectivo monocéntrico, lo que puede limitar la generalización de los resultados. Los valores borderline de T2 pueden diferir entre centros, introduciendo variabilidad.

Se necesitan estudios prospectivos multicéntricos para validar estas observaciones.

Conclusiones

El **mapeo T2** mediante RMC es una herramienta robusta para la **detección y caracterización del edema miocárdico** en un amplio espectro de patologías

La **prevalencia y los patrones** de edema **varían** significativamente **según el contexto clínico**, siendo especialmente relevantes en procesos inflamatorios y en el seguimiento del trasplante cardíaco

Los valores **T2 borderline** constituyen un **fenotipo intermedio clínicamente significativo**, lo que refuerza la necesidad de una interpretación específica para cada enfermedad y adaptada al escáner

Referencias

1. Ferreira VM, Schulz-Menger J, Holmvang G, et al. Cardiovascular magnetic resonance in nonischemic myocardial inflammation: expert recommendations. *J Am Coll Cardiol*. 2018;72(24):3158-3176.
2. Messroghli DR, Moon JC, Ferreira VM, et al. Clinical recommendations for cardiovascular magnetic resonance mapping of T1, T2, T2* and extracellular volume: a consensus statement. *J Cardiovasc Magn Reson*. 2017;19:75.
3. Usman AA, Taimen K, Wasielewski M, McDonald J, Shah S, Giri S, et al. Cardiac magnetic resonance T2 mapping in the monitoring and follow-up of acute cardiac transplant rejection: a pilot study. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2012;5(6):782-790.
4. Vermes E, Pantaléon C, Auvet A, et al. Cardiovascular magnetic resonance in heart transplant patients: diagnostic value of quantitative tissue markers—T2 mapping and extracellular volume fraction—for acute rejection diagnosis. *J Cardiovasc Magn Reson*. 2018;20:59. doi:10.1186/s12968-018-0480-9.
5. Warnica JW, Lee DC, et al. Clinical impact of cardiac MRI T1 and T2 parametric mapping in patients with suspected cardiomyopathy. *Radiology*. 2022;305:319-326.
6. Patel AR, Kramer CM. Role of cardiac magnetic resonance in the diagnosis and prognosis of nonischemic cardiomyopathy. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2017;10(10):1180-1193.
7. Nakamori S, Dohi K, Ishida M, et al. Native T1 mapping and extracellular volume mapping for the assessment of diffuse myocardial fibrosis in dilated cardiomyopathy. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2018;11:48-59. doi:10.1016/j.jcmg.2017.04.006.
8. O'Brien AO, Ghosh K, Varghese J, Simonetti OP, Zareba KM. Myocardial T2 mapping: techniques and clinical applications. *J Cardiovasc Magn Reson*. 2022;24:33. doi:10.1186/s12968-022-00863-0.
9. Lurz P, Luecke C, Eitel I, et al. Comprehensive cardiac magnetic resonance imaging in patients with suspected myocarditis: the MyoRacer-Trial. *J Am Coll Cardiol*. 2016;67(15):1800-1811.
10. Anand S, Alnsasra H, et al. Cardiac magnetic resonance imaging in biopsy-negative cardiac allograft dysfunction. *ESC Heart Fail*. 2024;11:1594-1601. doi:10.1002/ehf2.14681.

Edema miocárdico en distintas patologías cardíacas: patrones diagnósticos y diferenciación mediante resonancia magnética cardiaca

Gemma Burcet¹, Santiago Bolívar¹, Belén del Río¹, Héctor Jofré¹, Ángela Díaz¹, Antonio Medina¹,
Paula Notta², Eduard Claver³

¹Departamento de Radiología, Hospital Universitari de Bellvitge, L'Hospitalet de Llobregat;

²Departamento de Medicina Nuclear, Hospital Universitari de Bellvitge, L'Hospitalet de Llobregat;

³Departamento de Cardiología, Hospital Universitari de Bellvitge, L'Hospitalet de Llobregat;