

¿ISQUEMIA O INFARTO? RESONANCIA MAGNÉTICA CARDÍACA DE ESTRÉS CON REGADENOSON

Enrique Díaz Gordo¹, Juan Ramón y Cajal Calvo¹, David Ibáñez Muñoz¹, María José Gimeno Peribáñez¹,
Jorge Gómez Madrona¹, Laura Urgel Yagüe¹, María Pilar Guiral Foz¹, Cecilia Santos Montón²

¹Hospital Clínico Universitario Lozano Blesa, Zaragoza; ²Complejo Asistencial de Zamora, Zamora

ÍNDICE

- 1. OBJETIVO DOCENTE
 - 2. REVISIÓN DEL TEMA
 - 3. CONCLUSIONES
 - 4. BIBLIOGRAFÍA
-

OBJETIVO DOCENTE

- 1. Comprender la utilidad de las **secuencias principales** de la Resonancia Magnética Cardíaca (**RMC**) y el **papel** de la inducción de estrés con **regadenoson** en la evaluación de la **perfusión miocárdica**.
 - 2. Enumerar las **principales indicaciones y contraindicaciones** del uso del **regadenoson** y exponer el **protocolo de adquisición de imágenes**.
 - 3. Reconocer **hallazgos radiológicos** característicos en estudios positivos y negativos para **isquemia**.
-

REVISIÓN DEL TEMA

- Resonancia Magnética Cardíaca
 - Secuencias principales RMC
 - Perfusión miocárdica
 - Protocolo de adquisición
 - Hallazgos radiológicos característicos
-

Resonancia Magnética Cardíaca

- Técnica de imagen de **referencia** para el estudio cardíaco. No utiliza radiación ionizante y tiene una reproductibilidad excelente, combinando:
 - **Evaluación funcional** (volúmenes, FEVI).
 - **Análisis tisular** (fibrosis, edema, infiltración).
 - **Estudio hemodinámico** (flujos, shunts).



Secuencias principales RMC

El protocolo de adquisición de RMC se compone de múltiples secuencias:

- **Cine SSFP**: constituye la base de cualquier estudio. Se adquiere en eje corto (**EC**), dos cámaras (**2C**), tres cámaras (**3C**) y cuatro cámaras (**4C**). Evalúa **volúmenes** ventriculares, **fracción de eyección**, **masa miocárdica** y **motilidad** segmentaria.
- **T1 mapping** (nativo y post-contraste): **técnica de caracterización cuantitativa** del **tejido miocárdico**. Permite calcular el volumen extracelular (**VEC**). Útil en fibrosis difusa, amiloidosis, enfermedades de depósito y otras alteraciones del miocardio.

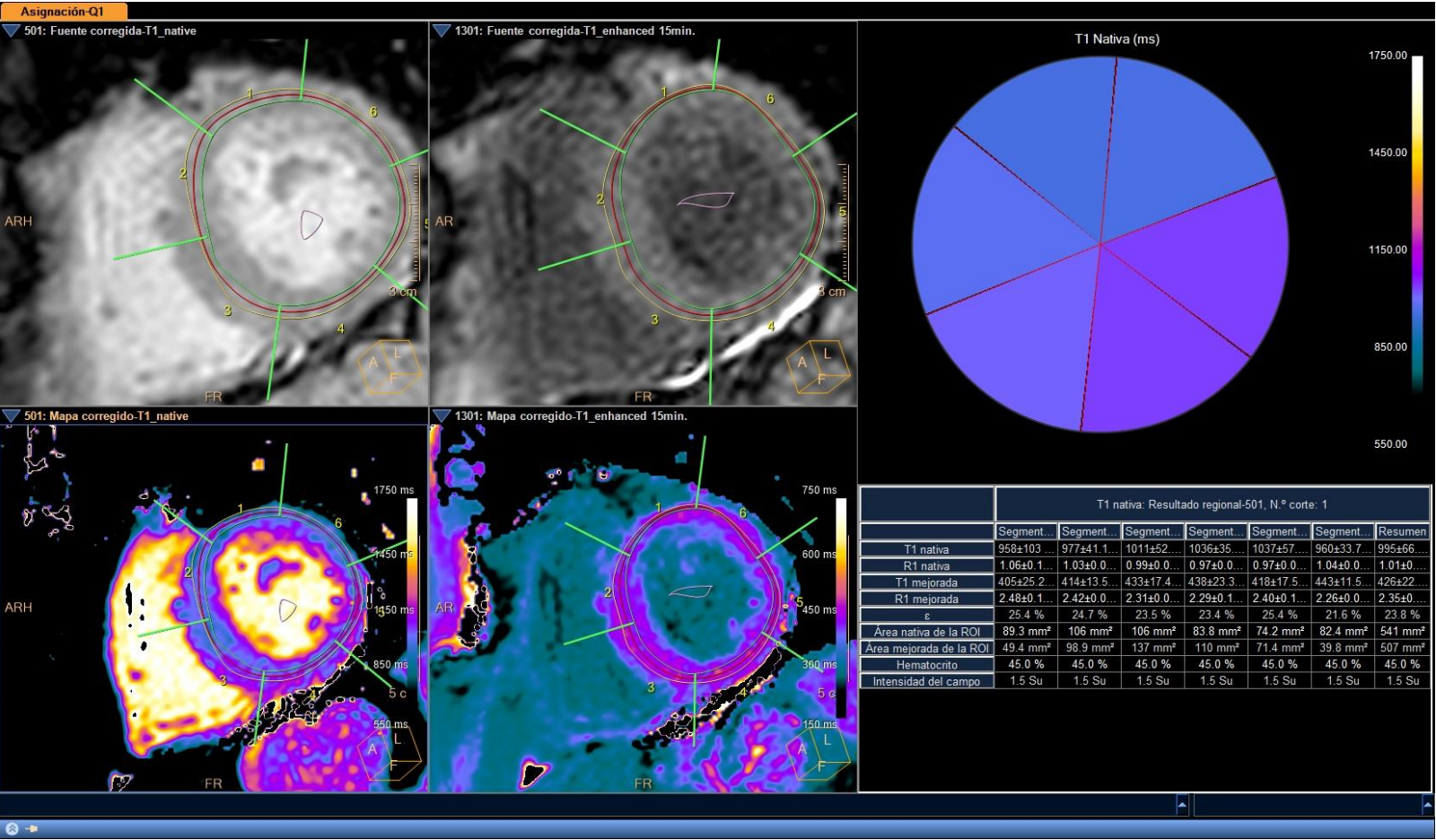


Figura 1. RMC. Segmentación y tabla de resultados de la cuantificación de la secuencia **T1 mapping** nativa y post gadolinio, con **valores T1 y VEC** dentro de la normalidad. *Servicio de Radiodiagnóstico y Servicio de Cardiología. Hospital Clínico Universitario Lozano Blesa.*

Secuencias principales RMC

- **T2:** permite valorar **edema miocárdico** y diferencia procesos agudos y crónicos. Se utiliza en miocarditis aguda, infartos recientes y síndrome de Tako-Tsubo.
 - **T2 mapping: técnica cuantitativa** que evalúa con precisión la extensión y severidad del **edema**.
 - **Secuencias de flujo (Phase-Contrast):** **cuantifica el flujo sanguíneo**, pudiendo calcular la fracción de regurgitación, el gradiente de estenosis y shunts (Q_p/Q_s).
-

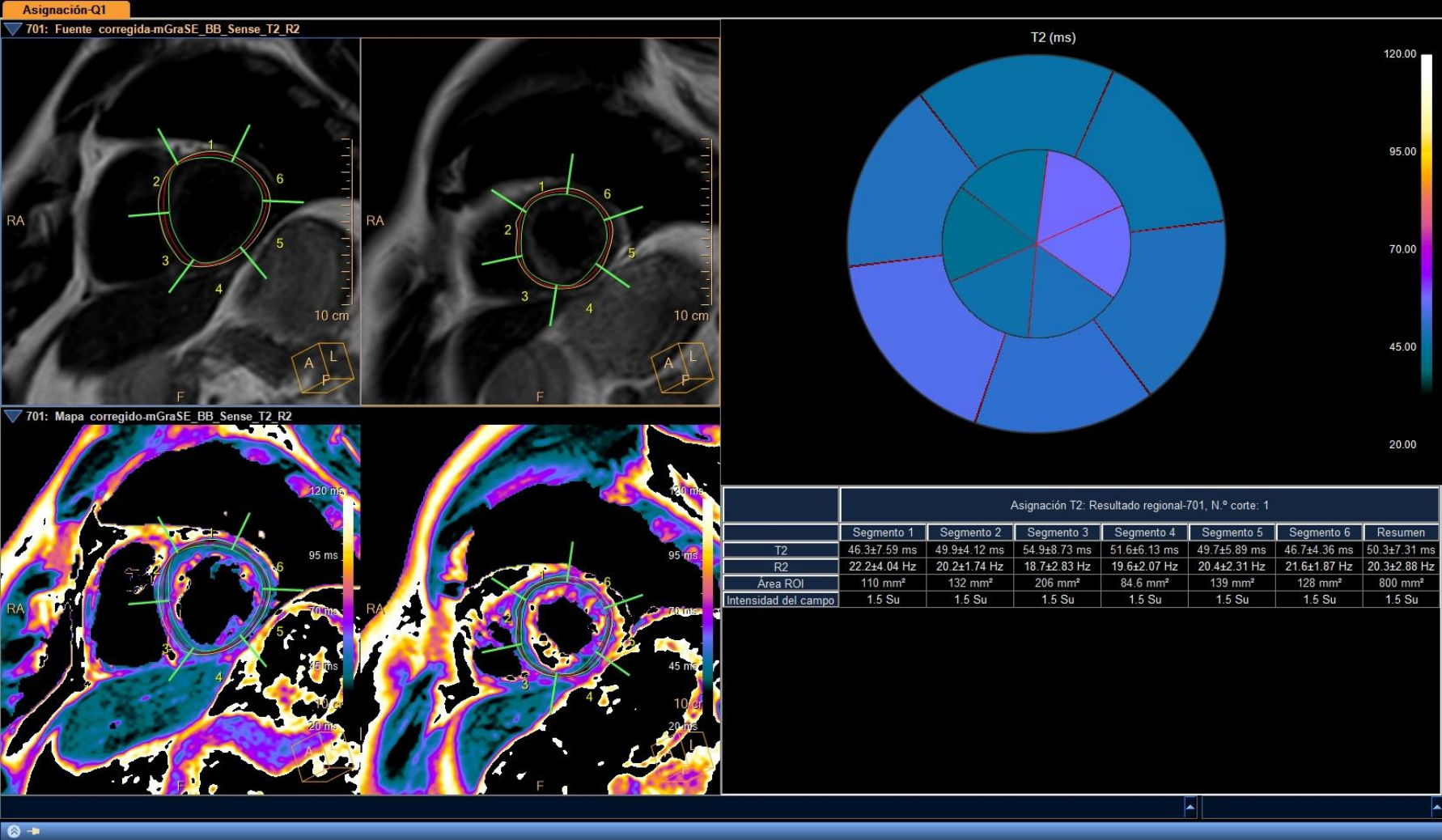
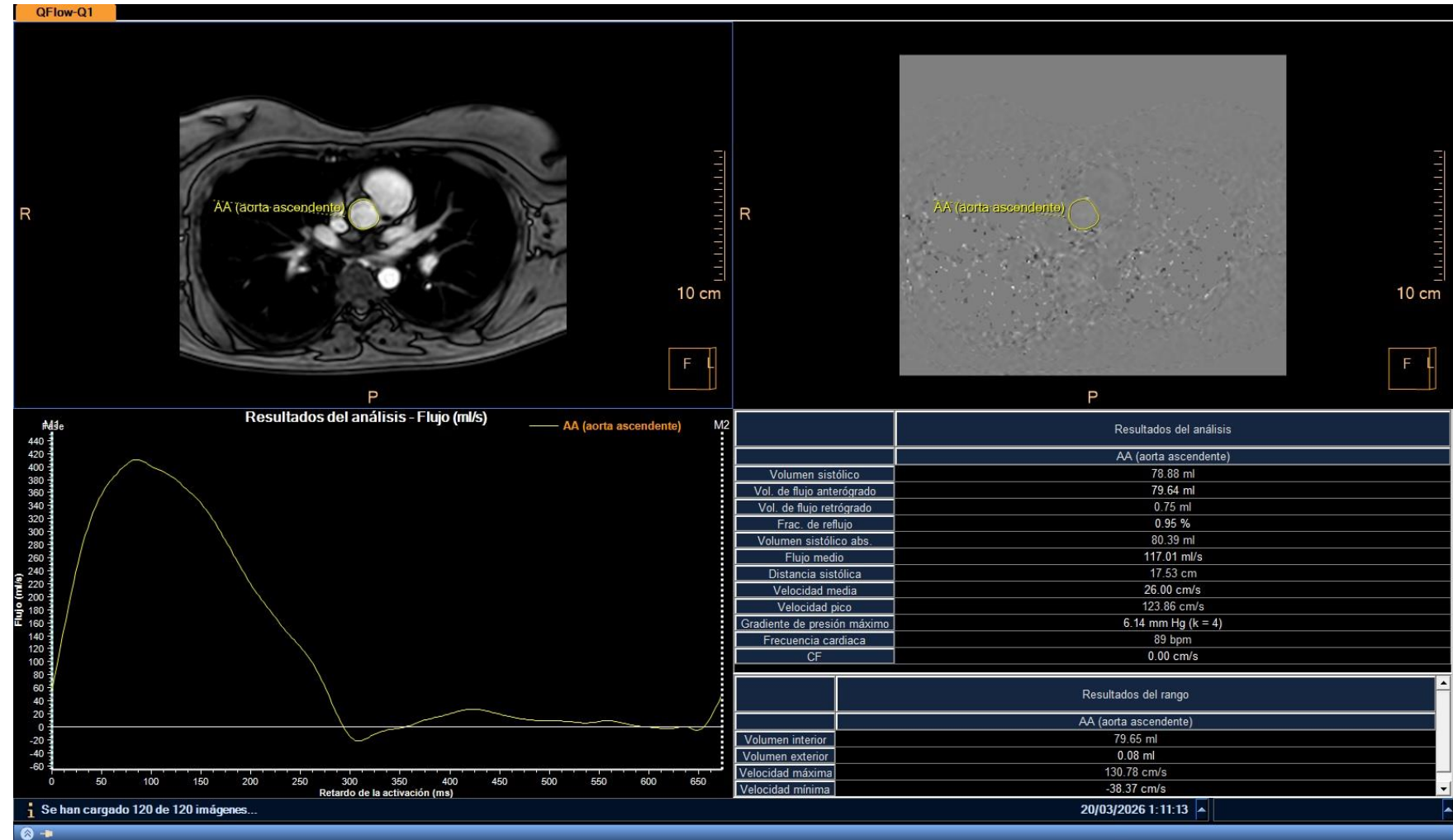


Figura 2. RMC. Segmentación y tabla de resultados de la cuantificación de la **secuencia T2 mapping**. **Valores T2** dentro de la normalidad, lo que indica **ausencia de edema**. Servicio de Radiodiagnóstico y Servicio de Cardiología. HCU Lozano Blesa.

Figura 3. RMC. Curva y tabla de resultados de la **secuencia de flujo** analizando la aorta ascendente. Servicio de Radiodiagnóstico y Servicio de Cardiología. HCU Lozano Blesa.



Secuencias principales RMC

- **Realce tardío con gadolinio (RTG):** detecta **fibrosis y necrosis** miocárdica. Fundamental para el diagnóstico etiológico, la estratificación pronóstica (riesgo de arritmias ventriculares) y la evaluación de la viabilidad miocárdica. Patrones:
 - **Subendocárdico/transmural:** orienta origen **isquémico**.
 - **Intramiocárdico/subepicárdico:** sugiere origen **no isquémico**.
 - **Difuso o global:** fibrosis difusa.
 - **Perfusión miocárdica.**
-

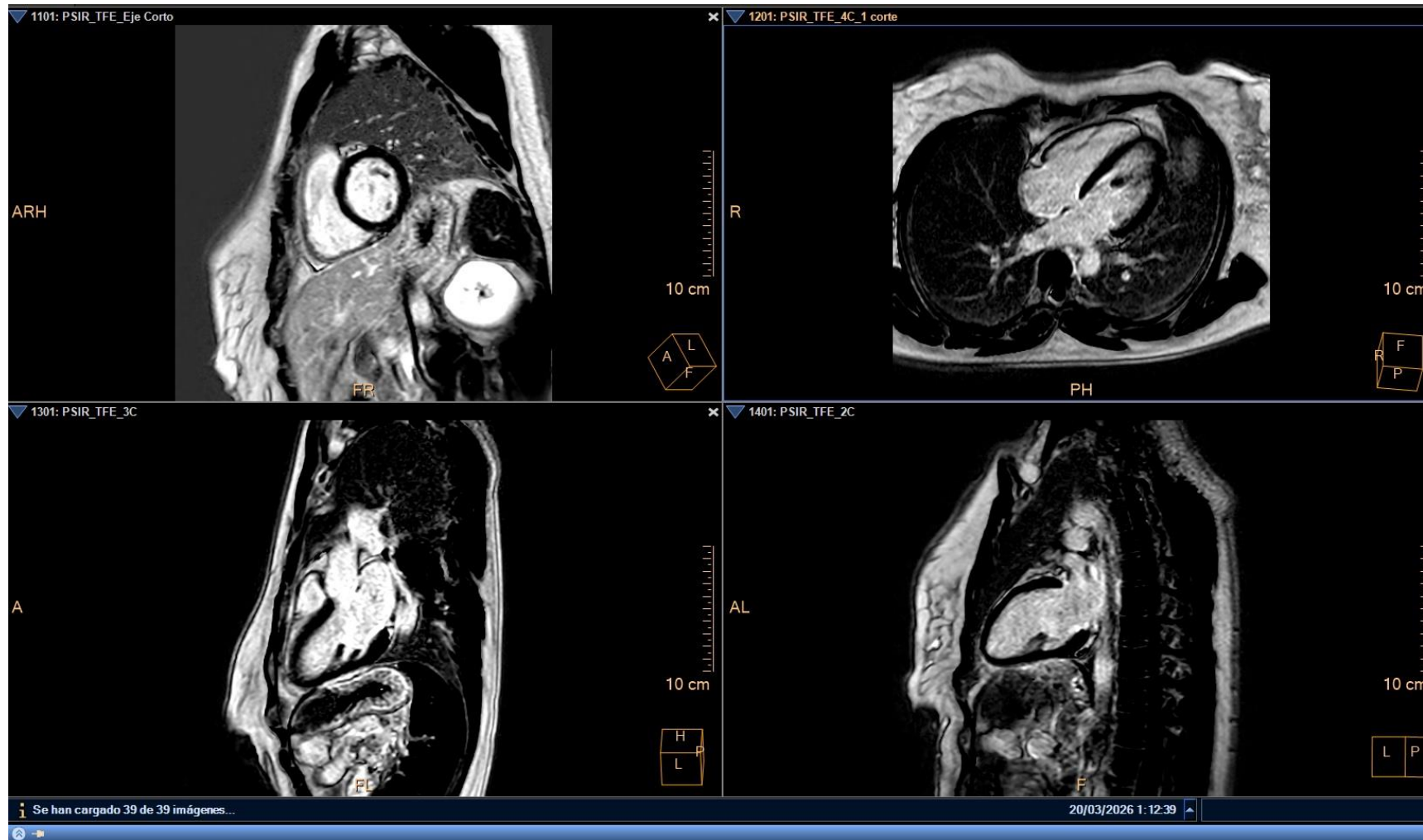


Figura 4. RMC. Secuencias en EC (arriba a la izquierda), 4C (arriba a la derecha), 3C (abajo a la izquierda) y 2C (abajo a la derecha) adquiridas 10 minutos después de la **administración IV de gadolinio**. No se objetiva **realce tardío de gadolinio miocárdico**. Servicio de Radiodiagnóstico y Servicio de Cardiología. HCU Lozano Blesa.

Perfusión miocárdica

- Secuencia basada en la **adquisición de imágenes** durante **estrés farmacológico** y en **reposo**, permitiendo su comparación directa.
 - **Estrés farmacológico:** se simula el ejercicio mediante regadenoson o adenosina.
 - **Objetivo:** diferencia **isquemia reversible de infarto**. Puede detectar enfermedad coronaria sin lesiones obstructivas visibles.
 - **Indicaciones:** pacientes con **pruebas funcionales no concluyentes** o **limitaciones** para la **prueba de esfuerzo**.
-

Perfusión miocárdica

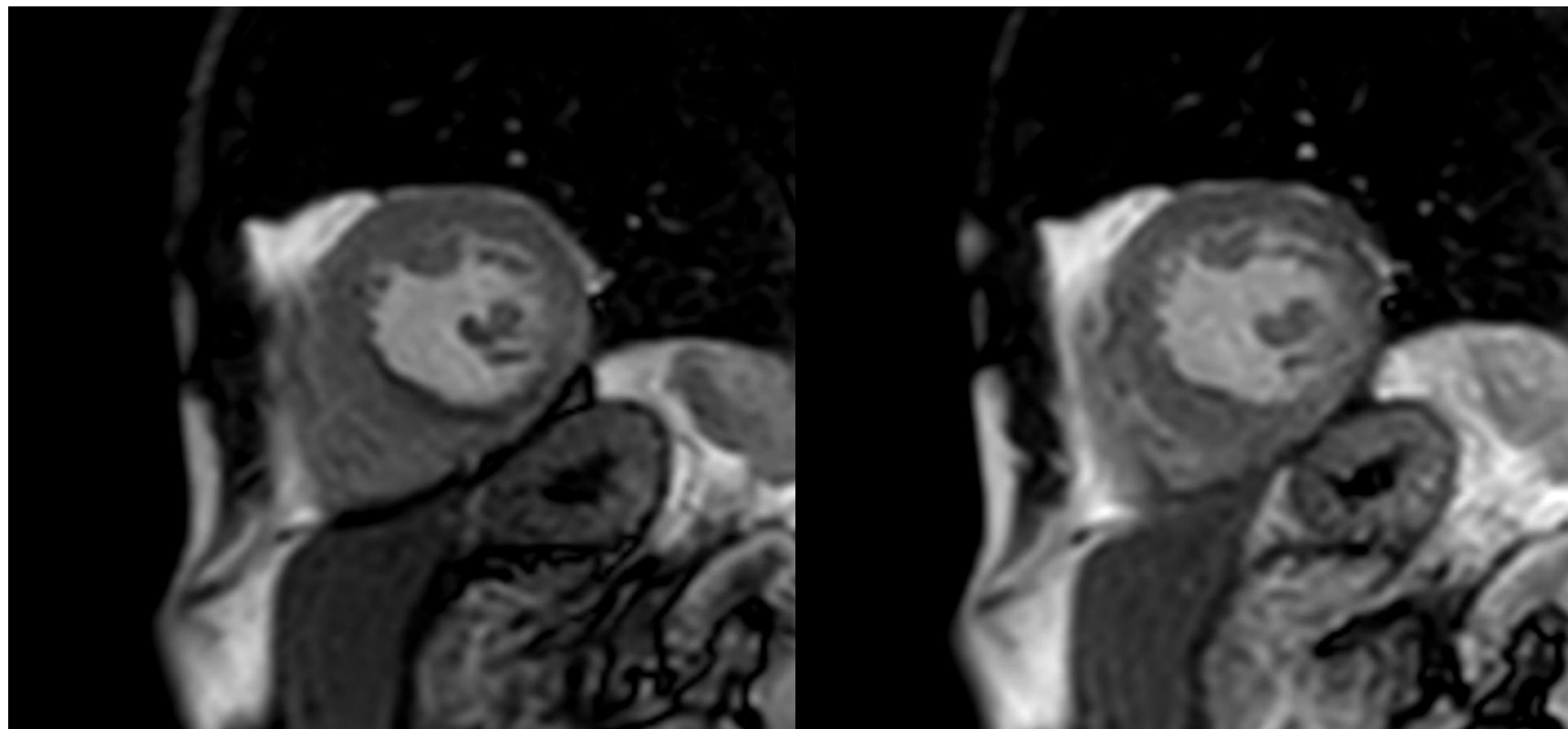
1. Perfusión bajo estrés:

- Se administra el **vasodilatador** que induce hiperemia coronaria.
- Las áreas irrigadas por arterias con estenosis significativa no aumentan su flujo, lo que provoca **defectos de perfusión** miocárdica.

2. Perfusión en reposo:

- Se repite la **adquisición sin estrés** farmacológico.
 - Permite valorar si los defectos de perfusión **persisten**, diferenciando isquemia reversible de infarto establecido.
-

Figura 5. RMC. Secuencias en EC de **perfusión en estrés** (izquierda) y de **perfusión en reposo** (derecha). Hipoperfusión subendocárdica inferoseptal, inferior e inferolateral en la fase en estrés, sin defectos de perfusión en la fase en reposo. Hallazgos sugestivos de **isquemia miocárdica**. Servicio de Radiodiagnóstico y Servicio de Cardiología. HCU Lozano Blesa.



Perfusión miocárdica

- Fármaco **más utilizado: regadenoson**, agonista selectivo del receptor A2A.
 - Está **reemplazando** a la **adenosina** en muchos protocolos de RMC de estrés.
 - **Vasodilatador coronario** de acción **rápida y segura**.
 - Administración: **único bolo de CIV**.
 - Ventajas: más **potente**, con **mayor vida media** y **menos efectos secundarios**.
 - Limitaciones: más **caro**, **no modulable** tras administrar un único bolo.
-

Comprobar



Consentimiento Informado

Evitar café, bebidas con cafeína, té, chocolate (24h)

Ayuno de 6 horas al menos

Colocar el manguito de la TA en el brazo izquierdo
(siempre contralateral a la vía IV)

Resto de preparación habitual

Disponibilidad de carro de parada

Contraindicaciones Regadenosón



Bloqueo AV 2º grado tipo 2

Bloqueo AV avanzado – completo

Hipotensión arterial (TAS <90mmHg)

Hipertensión arterial severa (>220/120mmHg)

Bradicardia sinusal (< 40lpm)

Broncoespasmo – Agudización de enfermedad pulmonar

Alergia

Figuras 6 y 7. **Comprobaciones** necesarias antes de realizar la RMC de estrés y **contraindicaciones** de la administración de regadenoson. *Servicio de Radiodiagnóstico y Servicio de Cardiología. HCU Lozano Blesa.*

Protocolo de adquisición

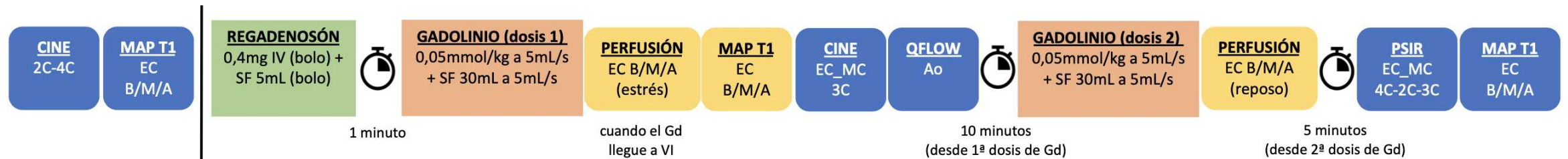


Figura 8. **Protocolo de adquisición** de imágenes de **RMC de estrés con regadenoson**. *Servicio de Radiodiagnóstico y Servicio de Cardiología. HCU Lozano Blesa.*

Hallazgos radiológicos

- **Miocardio normal:** realce homogéneo, rápido y transmural tras la llegada del contraste.
 - **Defecto de perfusión:** área hipointensa respecto al miocardio adyacente. Valorar su distribución: subendocárdica, transmural o subepicárdica.
 - **Comparar** estrés vs reposo: diferencia isquemia de infarto.
 - **Correlacionar** con el resto de secuencias.
-

Hallazgos radiológicos

Isquemia reversible:

- **Defecto de perfusión en estrés pero ausente en reposo.**
 - Presenta distribución subendocárdica o transmural.
 - Sugiere enfermedad coronaria hemodinámicamente significativa.
 - La **ausencia de RTG miocárdico** en dichos segmentos indicará **viabilidad** miocárdica.
-



Figura 9. RMC con secuencias de **perfusión en estrés** (imágenes superiores, EC y 4C) y de **perfusión en reposo** (imágenes inferiores, EC y 4C). Hipoperfusión subendocárdica en segmentos medios inferoseptal, inferior e inferolateral en la fase en estrés, sin defectos de perfusión en la fase en reposo. Hallazgos compatibles con **isquemia miocárdica**. *Servicio de Radiodiagnóstico y Servicio de Cardiología. HCU Lozano Blesa.*

Hallazgos radiológicos

Infarto establecido:

- **Defecto de perfusión tanto en estrés como en reposo.**
 - Corresponde a **fibrosis/necrosis** miocárdica.
 - Se identificará **RTG** en dichos segmentos.
 - Si es **transmural** o afecta a **>75%** de espesor del miocardio, se considera **miocardio no viable**, con baja probabilidad de recuperación funcional tras revascularización.
-

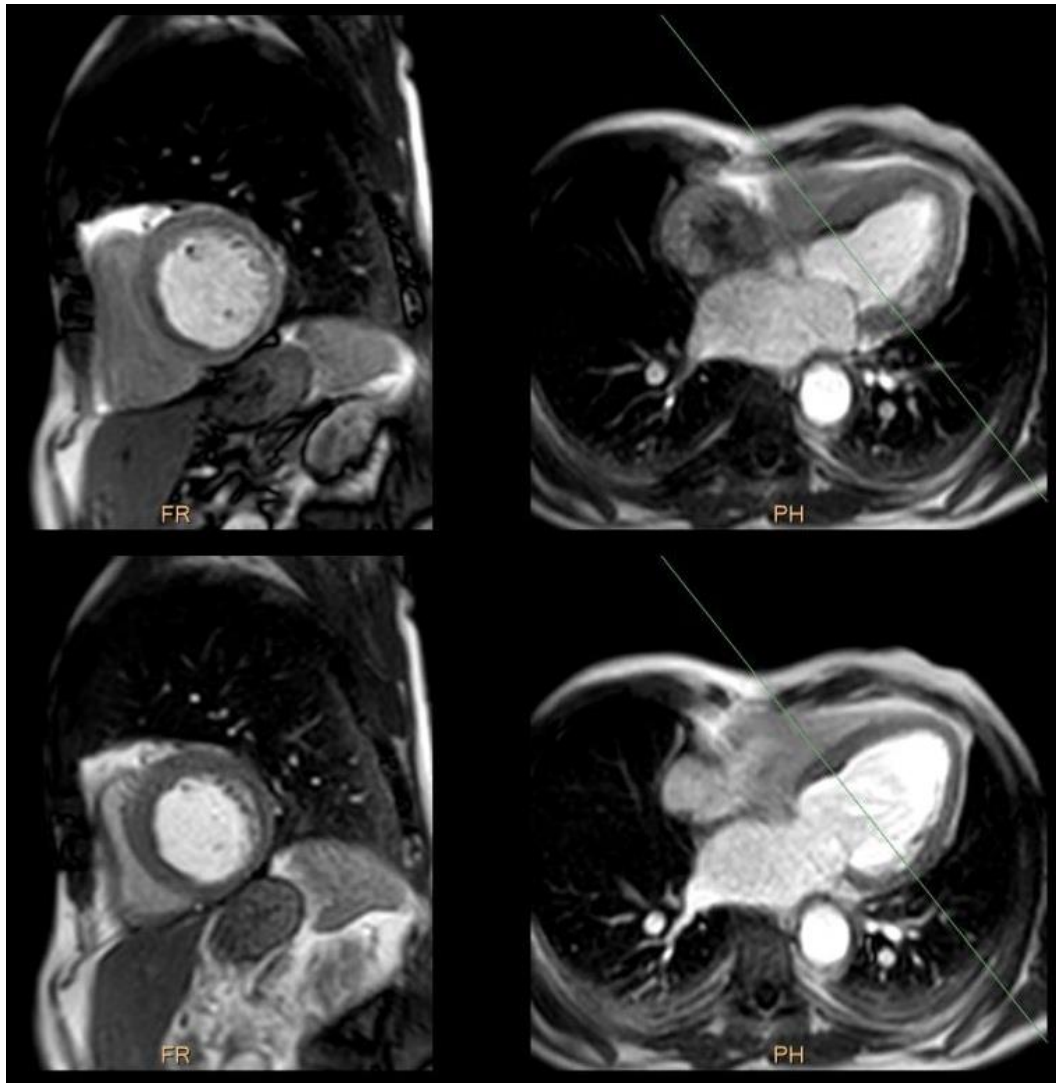


Figura 10. RMC con secuencias de **perfusión en estrés** (imágenes superiores, EC y 4C) y de **perfusión en reposo** (imágenes inferiores, EC y 4C). Hipoperfusión subendocárdica en el segmento basal inferoseptal en la fase en estrés, que persiste en la fase en reposo. Hallazgos compatibles con **infarto miocárdico**. *Servicio de Radiodiagnóstico y Servicio de Cardiología. HCU Lozano Blesa.*

	 Isquemia reversible	 Infarto establecido
Perfusión en estrés	Defecto presente	Defecto presente
Perfusión en reposo	Normal	Defecto presente
Distribución	Subendocárdica ± transmural	Habitualmente transmural o subendocárdica extensa
RTG (realce tardío)	Ausente	Presente
Significado	Enfermedad coronaria hemodinámicamente significativa	Fibrosis / necrosis miocárdica
Viabilidad	Miocardio viable	No viable si RTG >75% del espesor
Implicación clínica	Candidato a revascularización	Baja probabilidad de recuperación funcional

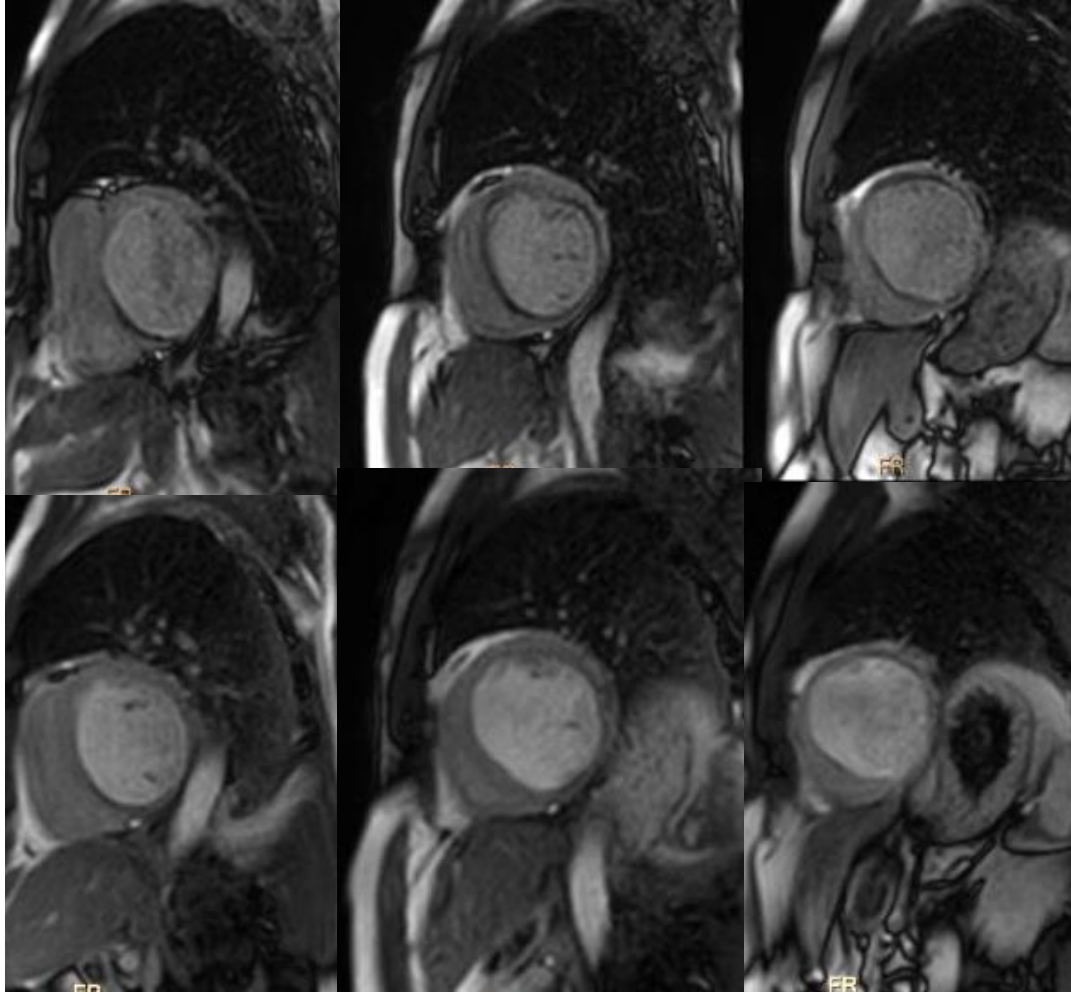


Figura 11. RMC con secuencias de **perfusión en estrés** (imágenes superiores, EC basal, medio y apical) y de **perfusión en reposo** (imágenes inferiores, EC basal, medio y apical). Hipoperfusión subendocárdica en segmentos basales, medios y apicales inferoseptales y anterolaterales en la fase en estrés. En la fase en reposo únicamente persiste la hipoperfusión en el segmento basal inferoseptal, compatible con área de **infarto**. El resto de áreas hipoperfundidas en estrés sugieren zonas de **isquemia** miocárdica. *Servicio de Radiodiagnóstico y Servicio de Cardiología. HCU Lozano Blesa.*

CONCLUSIONES

- La **RMC** es la **prueba gold standard** para la evaluación cardíaca, combinando evaluación funcional, análisis tisular y estudio hemodinámico.
 - La **perfusión de estrés con regadenoson** es una técnica **segura** y bien **tolerada**, con alta sensibilidad y especificidad para el diagnóstico de **isquemia miocárdica**, optimizando la toma de decisiones terapéuticas.
 - Es primordial disponer de un **adecuado protocolo de adquisición** y conocer los **hallazgos por imagen**.
-

BIBLIOGRAFÍA

- 1. Gupta H, Sharifov OF, Kim H, Li K, Pohost GM. CMR to assess morphology, function, perfusion, and viability. In: Dilsizian V, Pohost GM, editors. Cardiac CT, PET & MR. 1st ed. Hoboken (NJ): Wiley; 2019. doi:10.1002/9781118754467.ch8.
- 2. Silber S, Keller M, Rippel M. Safety and tolerability of pharmacologic stress with the selective A2A adenosine receptor agonist regadenoson for the assessment of myocardial ischemia: results from 5780 consecutive patients in a cardiology practice. *Clin Res Cardiol*. 2026 Mar 9. doi:10.1007/s00392-026-02871-0.
- **3.** Muñoz-Sáenz-Diez J, Ezponda A, Bastarrika G, et al. Safety, feasibility, and hemodynamic response of regadenoson for stress perfusion cardiovascular magnetic resonance. *Int J Cardiovasc Imaging*. 2023;39(9):1765–1774. doi:10.1007/s10554-023-02877-z.
- 4. Jurado Basildo DC, Delgado Sánchez-Gracián DC, Trinidad López DC, Sepúlveda Villegas DA, Del Campo DS, Salazar DG. Imagen de la perfusión miocárdica: ¿Qué es, cómo lo hago, para qué sirve?. seram [Internet]. 18 de mayo de 2021 [citado 20 de marzo de 2026];1(1). Disponible en: <https://piper.espacio-seram.com/index.php/seram/article/view/4170>.