Artículo Original de Investigación

Registro IMAGGEN AR-RMC: Uso de la resonancia magnética cardíaca en Argentina.

IMAGGEN AR-RMC registry: use of cardiac magnetic resonance in Argentina

Juan Manuel Bonelli[1-2-3], Carlos Adrián Carlessi[4-5-6], Pablo Augusto Bayol[7]; Mariana Pierucci[8], Federico Landetta[9]; Javier Courtis[10]; Claudio Pereyra Sueldo[11], Jorge Paolasso[12], Tomás Vita[13-14], Esteban Sciarresi[15], Guillermo Einer Allende[12].

1 Instituto Gamma. Rosario. 2 Hospital Privado de Rosario. Rosario. 3 Hospital Provincial Centenario. Rosario. 4 Hospital JM Cullen. Santa Fe Capital. 5 Diagnóstico por Imagen Junín. Santa Fe Capital. 6 Sanatorio Garay. Santa Fe Capital. 7 Instituto de Cardiología JF Cabral. Corrientes. 8 Centro de Imágenes Médicas. Rosario. 9 Instituto Radiológico. Mar del Plata. 10 Instituto Oulton. Córdoba Capital. 11 Clínica Privada Vélez Sarsfield. Córdoba Capital. 12 Sanatorio Allende. Córdoba Capital. 13 Instituto Cardiología Rosario. Rosario. 14 Diagnostico Medico Oroño. Rosario. 15 Clínica de Diagnostico. San Nicolas.

Comité de Imágenes Cardiacas TC y RMR.

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Recibido el 18 de Febrero de 2025
Aceptado después de revisión
el 3 de Abril de 2025
www.revistafac.org.ar

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Palabras clave:
Resonancia magnética cardíaca, registro, Argentina, miocardiopatía, gadolinio.

RESUMEN

Introducción: la resonancia magnética cardíaca (RMC) es una herramienta fundamental en el diagnóstico de las enfermedades cardiovasculares. El Registro Argentino de Resonancia Magnética Cardíaca (IMAGGEN AR-RMC) se diseñó para obtener información sobre el uso de la RMC.

Material y Métodos: Se realizó un registro prospectivo de pacientes sometidos a RMC.

Resultados: Se incluyeron 1006 RMC. Las indicaciones más frecuentes fueron miocardiopatía no isquémica (55,7%), cardiopatía isquémica (14,6%). En el 61,9% de los estudios se utilizó gadolinio macrocíclico, con un aumento del 54,3% en el periodo 2018-2020 al 83,5% en el periodo 2021-2022 (p< 0,001). El 89,7% de los estudios tuvieron impacto en el manejo del paciente. La tasa de complicaciones fue del 0,5%.

Conclusiones: La miocardiopatía no isquémica fue la principal indicación. Se observó aumento en la utilización de gadolinio macrocíclico durante el registro. La RMC fue un estudio seguro y con impacto en el manejo de los pacientes.

IMAGGEN AR-RMC registry: use of cardiac magnetic resonance in Argentina.

Keywords:
Cardiac magnetic resonance, registry, Argentina, cardiomyopathy, gadolinium.

ABSTRACT

Introduction: cardiac magnetic resonance imaging (CMR) is a fundamental tool in the diagnosis of cardiovascular diseases. The Argentine Registry of Cardiac Magnetic Resonance (IMAGGEN AR-RMC) was designed to obtain information on the use of CMR.

Materials and Methods: A prospective registry of patients undergoing CMR was carried out.

Results: 1006 CMR were included. The most frequent indications were non-ischemic cardiomyopathy (55.7%), ischemic heart disease (14.6%). Macrocyclic gadolinium was used in 61.9% of the studies, with an increase from 54.3% in the period 2018-2020 to 83.5% in the period 2021-2022 (p=< 0.001); 89.7% of the studies had an impact on patient management. The complication rate was 0.5%.

Conclusions: Non-ischemic cardiomyopathy was the main indication. Macrocyclic gadolinium utilization increased during registration. CMR was a safe study with an impact on patient management.

Autora para correspondencia: **Dr. Adrian Carlessi**.Autopista Santa Fe Rosario Barrio privado Las Almenas lote 78. CP 3016. Santo Tome. Santa Fe. Argentina. *e-mail:* adriancarlessi@gmail.com

INTRODUCCIÓN

A pesar de que los estudios de investigación que dieron origen a la resonancia magnética tienen casi 70 años, fue en la década del 70 del siglo pasado cuando se aceleró el desarrollo de esta técnica, debido a estudios fundamentales que permitieron el ingreso definitivo de esta técnica como herramienta diagnostica en la práctica médica[1,2,3,4]. En los últimos 20 años la resonancia magnética cardiaca(RMC) ha emergido como una herramienta para el diagnóstico, pronóstico y manejo de enfermedad coronaria, enfermedad del pericardio, miocardiopatías, masas y tumores cardiacos, cardiopatías congénitas, entre otras[5,6,7,8,9].

A pesar de disponer de varios registros internacionales que muestran la realidad de la RMC, no se dispone de variada información acerca de la realidad de la Argentina en cuanto a la indicación de la RMC en la práctica médica ni acerca del uso de diferentes secuencias, técnicas y medios de contraste que se utilizan en los laboratorios de RMC del país[10,11,12].

Es por esto, que se desarrolló desde el Comité de Resonancia y Tomografía de la Federación Argentina de cardiología un registro (IMAGGEN AR-RMC) que permita obtener datos acerca de la realidad de la RMC en el país, que brinde un marco informativo y conceptual para elaborar estrategias de mejoría y difusión de este método complementario.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se diseñó un registro prospectivo, de corte transversal, con centros del país que quisieran participar. Los pacientes firmaron el consentimiento informado y fueron incluidos consecutivamente. Los datos fueron subidos a una plataforma digital en forma anónima. Se dividió en dos periodos de tiempo, periodo 2018-2020 y periodo 2021-2022, a los fines de evaluar la variación en la utilización de medio de contrastes macrocíclicos en el tiempo.

Análisis estadístico

Las variables continuas se presentaron como media y desviación estándar o mediana y rango intercuartilo según sean de distribución gaussiana o no, respectivamente. Las variables categóricas se expresaron como frecuencias y porcentajes. Se realizó test t de Student o test de Wilcoxon según correspondiera para comparaciones de variables cuantitativas. Las variables cuantitativas se compararon con test de chi cuadrado o Fisher según el caso. Se consideró significación estadística a un valor de $p < 0,05$.

RESULTADOS

Se ingresaron 1006 estudios de RMC entre los meses de enero de 2018 y octubre de 2022, en 15 centros de 9 provincias de la República Argentina. En la *Tabla 1* se muestra el porcentaje correspondientes a cada una de ellas, siendo el 70,6% de los estudios realizados en la provincia de Santa Fe. El resonador de 1.5 Tesla fue utilizado en el 80,2%, el restante 19,8% fue de 3 Tesla. En esta muestra la marca comercial más frecuente fue General Electric, en el 61,6% de los casos.

TABLA 1.
Características generales de la población.

Variable	Dato
Edad (media (SD)) (años)	47(27-61)
Sexo Masculino n (%)	627 (62.3)
Peso (kg media (SD))	75 (66-88)
Talla (cm media (SD))	168 (160-174)
HTA n (%)	222 (22,1)
Tabaquismo n (%)	73 (7,3)
Diabetes n (%)	50 (5,0)
Dislipemia n (%)	98 (9,7)
Antecedente de Cardiopatía isquémica n (%)	140(13,9)
Insuficiencia Renal Crónica n (%)	10 (1,0)
Provincia	
Buenos Aires n (%)	73 (7,3)
Chaco n (%)	2 (0,2)
Córdoba n (%)	75 (7,5)
Corrientes n (%)	132 (13,1)
Entre Ríos n (%)	10 (1,0)
La Rioja n (%)	1 (0,1)
Misiones n (%)	2 (0,2)
San Luis n (%)	1 (0,1)
Santa Fe n (%)	710 (70,6)
Marca Resonador	
General Electric n (%)	620 (61,6)
Philips n (%)	375 (37,3)
Siemens n (%)	11 (1,1)
Uso de Contraste n (%)	975 (96,9)
Contraste dosis	15 (10-20)
Contraste Macrocíclico n (%)	594 (61,9)
Numero de Tesla	
1.5 T n (%)	807(80,2)
3 T n (%)	199 (19,8)
Complicaciones	5 (0,5)
Indicación de CMR	
Estudio de Stress (dipiridamol o adenosina) n (%)	6 (0,6)
Viabilidad n (%)	123 (12,2)
Complicaciones post infarto n (%)	18 (1,8)
Miocardiopatía no isquémica n (%)	561 (55,7)
Miocardiopatía dilatada No isquémica n (%)	191 (18,9)
Hipertrófica n (%)	180 (17,8)
Miocardiopatía Arritmogénica del VD n (%)	51 (5,1)
Restrictiva n (%)	18 (1,7)
Infiltrativa n (%)	31 (3,8)
Miocardiopatía no compactada n (%)	60 (5,9)
Takotsubo n (%)	30 (2,9)
Miocarditis n (%)	64 (6,4)
Enfermedad Valvular n (%)	71 (7,1)
Enfermedad del pericardio n (%)	19 (1,9)
Cardiopatía Congénita n (%)	144 (14,3)

La mediana de edad fue de 47 (27-61) años. La causa más frecuente de solicitud de CMR fue la miocardiopatía no isquémica, siendo dentro de estas, la miocardiopatía dilatada (18,9%) y la miocardiopatía hipertrófica (17.8%) las indicaciones más frecuentes. En el 14,6% de los casos la solicitud estuvo relacionada con la cardiopatía isquémica *(Figura 1)*. En el 96.9% los estudios fueron solicitado con contraste. Las secuencias de RMC que se realizaron en los estudios se muestra en la *tabla 2*, siendo las secuencias de cine (91.7%) y de realce tardío (85,6%) las más utilizadas.

En el 38.1% de los estudios con contraste se utilizó gadolinio lineal, siendo Viewgam®, el medio de contraste más utilizado en este grupo (90,7%), en el 61,9% el gadolinio utilizado fue macrocíclico, siendo Gadovist® el más utilizado en este grupo (59,7%). Durante el periodo 2018-2020 el porcentaje de utilización de contraste macrocíclico fue del 54,3%, y durante el periodo 2021-2022 fue de 83.5% (p=< 0,001) *(Figura 2)*. La mediana de dosis de gadolinio fue de 15 ml en el periodo 2018-2020 y 14,8 ml en el periodo 2021-2022 (p=0.89).

Los informes de los estudios fueron realizados por cardiólogos en 97.2% de los casos, en el 2,4% fueron realizados en forma conjunta con un radiólogo, y en el 0.4% fue realizado solamente por un médico radiólogo. Luego del informe se consideró que el 89.7% de los casos el informe fue concluyente con impacto en el manejo del paciente, en el 9,8% no tuvo impacto en el manejo y en 0,5% no fue concluyente y/o diagnóstico. La tasa de complicaciones fue muy baja, presentándose en 5 pacientes (0,5%), dos pacientes con empeoramiento de insuficiencia cardiaca, un paciente con vómitos, un paciente con reacción alérgica leve y otro con molestias inespecíficas, ninguno de ellos obligó a suspender el procedimiento.

DISCUSIÓN

El presente trabajo muestra una amplia información acerca de la realidad de la utilización de RMC de la Argentina, incluyendo 9 provincias y 15 centros. Este registro presentó mayor uso de resonador de 3 Teslas que en el registro europeo de CMR, siendo en el registro de 19,8%, mientras que en dicho registro fue del 5,9%; sin embargo, es menor que en el recientemente publicado de la Sociedad de Resonancia Cardiovascular, en el cual fue del 26%[11, 12]. En este registro la indicación por causa isquémica representó casi el 15% de las mismas, con una muy baja utilización de resonancia stress, metodología que presenta, a partir del 2021, nivel de indicación I B para la evaluación del dolor precordial, y siendo marcada la diferencia con los registros internacionales, mostrando la infrautilización de esta metodología en el país[5]. La indicación más frecuente en este registro fue la miocardiopatía no isquémica, en forma similar con los registros internacionales[10, 11, 12].

Las características farmacológicas de los diferentes preparados de quelatos de gadolinio extracelular son muy similares. La diferencia principal entre las moléculas radica en su estructura y carga iónica, condicionando estas dos

TABLA 2.
Secuencias de RMC utilizadas en los estudios.

Secuencia	N (%)
CINE SSFP	923 (91,7)
Fast Spin Echo (FSE)	570 (56,7)
T1-T2 y T2 con saturación Grasa	549 (54,6)
Secuencia de Flujo	410 (40,8)
Secuencia de perfusión	596 (59,2)
T1 Mapping	58 (5,8)
T2 Mapping	56 (5,6)
Secuencia Tagging	23 (2,3)
Secuencia de RT	861 (85,6)
Angio RMI	40 (4,0)
3D navigator (coronarias)	20 (2,0)

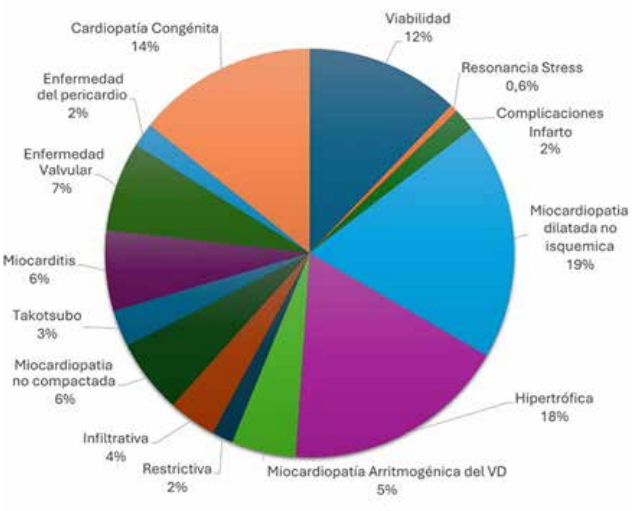


FIGURA 1.
Principales indicaciones de RMC.

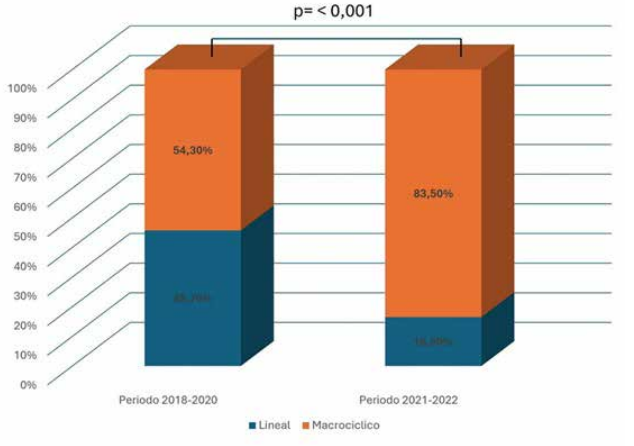


FIGURA 2.
Secuencias de RMC utilizadas en los estudios.

características su capacidad de modificar la señal de los tejidos. La estabilidad de los quelatos de gadolinio se relaciona con su estructura, pudiendo ser lineal o macrocíclica. Los compuestos macrocíclicos fijan el ion de gadolinio de forma más fuerte que los de estructura lineal, lo que evita la liberación del gadolinio libre, permaneciendo englobado en la estructura macrocíclica después de la inyección[13]. El efecto adverso más temido relacionado con la infusión de gadolinio es la fibrosis sistémica nefrogénica, entidad infrecuente pero altamente letal, los casos registrados de fibrosis sistémica nefrogénica fueron reportados con gadolinio de estructura lineal[14]. Por otro lado, se ha visto que pacientes sometidos a varias inyecciones (4-5 inyecciones o más) de medios de contraste de gadolinio presentan un aumento de señal en algunas áreas del cerebro (núcleo dentado y globo pálido) debido al acortamiento T1, evidenciando un depósito de gadolinio en el cerebro. Los medios de contraste de gadolinio lineales parecen persistir durante más tiempo que los macrocíclicos, que sólo muestran un aumento transitorio en el cerebro y parecen experimentar una depuración temprana, es por eso que se aconseja el uso de gadolinio con estructura macrocíclica[15,16,17]. En el presente registro la utilización global de contraste macrocíclico fue del 61,9%, con un aumento estadísticamente significativo del periodo 2018-2020 al periodo 2021-2022 del 54,3% al 83,5%, respectivamente (p=<0,001).

En el presente no se observaron reacción adversas graves y las incidencia de reacciones leves fue mayor a la reportadas previamente 0.5% vs 0.11%[18].

Limitaciones

El porcentaje de pacientes ingresados en los centros participantes no fue uniforme. Lo cual puede, en alguna manera, generar un sesgo en la información global.

CONCLUSIÓN

IMAGGEN AR-RMC es un amplio registro que muestra la realidad de la CMR en la República Argentina. RMC es un estudio seguro, con impacto en el manejo de los pacientes. La miocardiopatía no isquémica fue la principal indicación de CMR. Observándose un incremento significativo en la utilización de gadolinio macrocíclico en el transcurrir del registro.

BIBLIOGRAFIA

1. Rinck PA. A short history of magnetic resonance imaging. J Magn Reson Imaging **2008**; 20: 16 - 25.
2. Mansfield P, Maudsley AA. Medical imaging by NMR. Br J Radiol. **1977**;50(591):188-94.
3. Ernst RR, Anderson WA. Application of Fourier Transform Spectroscopy to Magnetic Resonance. Rev Sci Instrum **1966**; 37: 93 - 102.
4. Lauterbur PC. Image formation by induced local interactions: examples employing nuclear magnetic resonance. Nature **1973**; 242: 190 - 191.
5. Gulati M, Levy PD, Aeby A, et al. 2021 AHA/ACC/ASE/CHEST/SAEM/SCCT/SCMR Guideline for the Evaluation and Diagnosis of Chest Pain: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. Circulation **2021**; 144: e139 - e351.
6. Doherty JU, Kort S, Mehran R, et al. ACC/AATS/AHA/ASE/ASNC/HRS/SCAI/SCCT/SCMR/STS 2017 Appropriate Use Criteria for Multimodality Imaging in Valvular Heart Disease: A Report of the American College of Cardiology Appropriate Use Criteria Task Force, American Association for Thoracic Surgery, American Heart Association, American Society of Echocardiography, American Society of Nuclear Cardiology, Heart Rhythm Society, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society of Cardiovascular Computed Tomography, Society for Cardiovascular Magnetic Resonance, and Society of Thoracic Surgeons. J Am Soc Echocardiogr **2018**; 31: 381 - 404.
7. Doherty JU, Kort S, Mehran R, et al. ACC/AATS/AHA/ASE/ASNC/HRS/SCAI/SCCT/SCMR/STS 2019 appropriate use criteria for multimodality imaging in the assessment of cardiac structure and function in nonvalvular heart disease: a report of the American College of Cardiology Appropriate Use Criteria Task Force, American Association for Thoracic Surgery, American Heart Association, American Society of Echocardiography, American Society of Nuclear Cardiology, Heart Rhythm Society, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society of Cardiovascular Computed Tomography, Society for Cardiovascular Magnetic Resonance, and the Society of Thoracic Surgeons. J Thorac Cardiovasc Surg **2019**; 157: e153 – e182.
8. Leiner T, Bogaert J, Friedrich MG, et al. SCMR Position Paper (2020) on clinical indications for cardiovascular magnetic resonance. J Cardiovasc Magn Reson **2020**; 22: 76.
9. Grosse-Wortmann L, Wald RM, Valverde I, et al. Society for Cardiovascular Magnetic Resonance guidelines for reporting cardiovascular magnetic resonance examinations in patients with congenital heart disease. J Cardiovasc Magn Reson **2024**; 26: 101090.
10. Investigators TGCMRR (GCMR), Kwong RY, Petersen SE, Schulz-Menger J, et al. The global cardiovascular magnetic resonance registry (GCMR) of the society for cardiovascular magnetic resonance (SCMR): its goals, rationale, data infrastructure, and current developments. J Cardiovasc Magn Reson **2017**; 19: 23.
11. Tong MS, Slivnick JA, Sharif B, et al. The Society for Cardiovascular Magnetic Resonance Registry at 150,000. J Cardiovasc Magn Reson **2024**; 26: 101055.
12. Bruder O, Wagner A, Lombardi M, et al. European cardiovascular magnetic resonance (EuroCMR) registry - multinational results from 57 centers in 15 countries. J Cardiovasc Magn Reson **2013**; 15: 9.
13. Broome DR. Nephrogenic systemic fibrosis associated with gadolinium-based contrast agents: a summary of the medical literature reporting. Eur J Radiol. **2008**;66(2):230-4.
14. Kanda T, Ishii K, Kawaguchi H, Kitajima K, Takenaka D. High signal intensity in the dentate nucleus and globus pallidus on unenhanced T1-weighted MR images: relationship with increasing cumulative dose of a gadolinium-based contrast material. Radiology **2014**; 270: 834 - 841.
15. Kanda T, Osawa M, Oba H, et al. High signal intensity in dentate nucleus on unenhanced T1-weighted MR images: association with linear versus macrocyclic gadolinium chelate administration. Radiology **2015**; 275: 803 - 809.
16. McDonald RJ, McDonald JS, Kallmes DF, et al. Intracranial gadolinium deposition after contrast-enhanced MR imaging. Radiology **2015**; 275: 772 - 782.
17. Radbruch A, Weberling LD, Kieslich PJ, et al. Gadolinium retention in the dentate nucleus and globus pallidus is dependent on the class of contrast agent. Radiology **2015**; 275: 783 - 791.
18. Bruder O, Schneider S, Pilz G, et al. 2015 update on acute adverse reactions to gadolinium-based contrast agents in cardiovascular MR: large multi-national and multi-ethnical population experience with 37,788 patients from the EuroCMR registry. J Cardiovasc Magn Reson **2015**; 17: 58.