

A Ressonância Magnética e Tomografia Computadorizada Cardiovascular na Cardiologia do Presente e Futuro

Cardiovascular Magnetic Resonance and Cardiovascular Computed Tomography in the Present and Future Cardiology

Carlos E. Rochitte^{1,2}

Instituto do Coração do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo – (InCor, HCFMUSP),¹ São Paulo, SP – Brasil
Hospital do Coração (HCOR),² São Paulo, SP – Brasil

Métodos de imagem não invasivos modernos, como a tomografia computadorizada cardiovascular (TCC) e a ressonância magnética cardiovascular (RMC), têm a capacidade de diagnosticar e monitorizar uma ampla gama de doenças cardiovasculares com acurácia, precisão e segurança sem precedentes.¹⁻³ Com a evolução do entendimento sobre as doenças cardiovasculares e a disponibilidade de novos e revolucionários tratamentos, informações detalhadas e quantitativas sobre o estágio da doença passaram a ser fundamentais para a tomada de decisão mais apropriada para cada paciente, um dos pilares da medicina personalizada.

Como exemplo, podemos citar a alta acurácia da TCC no diagnóstico e na quantificação da aterosclerose e estenose coronárias (Figura 1), e a avaliação da significância funcional pela técnica de reserva de fluxo fracional (*fractional flow reserve*, FFR) por TC. Considerando os novos conhecimentos de que características específicas da placa e a carga global de placa da árvore coronária podem ser indicadores poderosos do prognóstico da doença arterial coronariana (DAC), a TCC passa a ser peça fundamental na decisão terapêutica, seja para a revascularização de estenoses, seja na prevenção de eventos cardiovasculares adversos. Um outro exemplo da TCC é a capacidade de monitorizar a resposta das placas ateroscleróticas a terapias avançadas como aquelas envolvendo a interferência na PCSK9 por anticorpos monoclonais ou por RNA de interferência.^{1-3,4-6}

Ainda na DAC, a RMC permite a investigação detalhada do ventrículo esquerdo e seu miocárdio, com técnicas que incluem a avaliação da função contrátil global e regional (*strain* miocárdicos), visualização do infarto e quantificação da viabilidade miocárdica de forma precisa, e a perfusão miocárdica durante estresse que permite a detecção de defeitos perfusionais associados a estenoses coronárias hemodinamicamente significativas (Figura 2). Mais

recentemente, a RMC pode quantificar o fluxo miocárdico absoluto em mL/min/g em repouso e estresse, permitindo o cálculo da reserva de fluxo coronário (*coronary flow reserve*, CFR), algo antes só possível por técnicas mais complexas como o PET/TC. O CFR é atualmente considerado o parâmetro mais preciso para caracterizar isquemia miocárdica, sendo essencial na definição de doença microvascular (INOCA, *ischemia with no obstructive coronary artery disease*), quando não há estenose coronária significativa detectável.^{1-3,7}

Com estas breves explanações, fica claro que a parceria da RMC e TCC já é fundamental na Cardiologia avançada atual e serão pilares essenciais da Cardiologia do futuro, na assistência e desenvolvimento.

Além da DAC, no âmbito das cardiomiopatias (CMP) e da insuficiência cardíaca (IC), as técnicas de RMC e TCC têm sido mais utilizadas, objetivando diagnósticos mais precoces, mais precisos e quantitativos, o que leva à escolha de terapias mais apropriadas. Na IC, como síndrome clínica, a RMC e a TCC podem avaliar parâmetros quantitativos da função ventricular direita e esquerda, geometria ventricular, contratilidade regional específica (*strain* miocárdicos), volume e função atrial, em particular do átrio esquerdo. No diagnóstico de CMP, além dos parâmetros citados para IC, a caracterização tecidual do miocárdio passa a ter papel fundamental, seja ela pelo clássico realce tardio, seja pela avaliação quantitativa da matriz intersticial do miocárdio com os cálculos do T1 (tempo de relaxamento longitudinal), T2 (relaxamento transversal) e volume extracelular do miocárdio (*extracellular volume*, ECV). Os mapas paramétricos do T1 pré e pós-contraste fornecem o cálculo do ECV e, associados ao T2 miocárdico, podem dar uma visão abrangente da microestrutura do miocárdio em suas alterações mesmo que discretas. Importante destacar que embora esses parâmetros sejam avaliados classicamente pela RMC, a TCC também pode avaliar o realce tardio miocárdico e o ECV de forma precisa.^{1-3,8-14}

Ainda no diagnóstico das CMP, as técnicas de caracterização tecidual pela RMC e TCC são hoje peças-chaves nas fases iniciais da doença. Como exemplo, na CMP dilatada, a presença de realce tardio do tipo *ring-like* eleva em muito o risco arritmogênico maligno desta entidade. Nas CMP que cursam com hipertrofia ventricular, e nas quais os diferenciais de hipertrofia incluem cardiomiopatia hipertrófica, CMP infiltrativa ou de depósitos, a RMC tem um papel crucial no diagnóstico e estadiamento da doença. Recentemente, por exemplo, a amiloidose com envolvimento cardíaco tem sido diagnosticada de forma muito mais frequente, precoce e mesmo sem necessidade de biópsia, utilizando técnicas de

Palavras-chave

Diagnóstico por Imagem/tendências/métodos; Doença Arterial Coronariana; Aterosclerose; Estenose Coronária; Diagnóstico Precoce; Fenótipo, Genótipo

Correspondência: Carlos E. Rochitte •

Av. Dr. Enéas de Carvalho Aguiar 44 – Andar AB, Ressonância & Tomografia.
CEP 05403-000, Cerqueira César, São Paulo, SP – Brasil
E-mail: rochitte@cardiol.br

DOI: <https://doi.org/10.36660/abc.20230021>

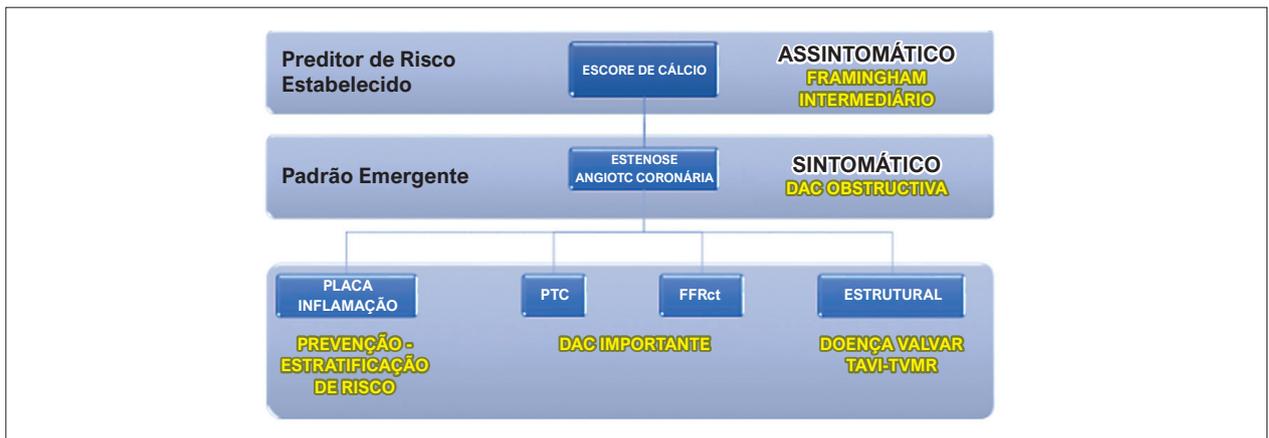


Figura 1 – Indicações da tomografia computadorizada cardiovascular.

AngioTC: angiotomografia; DAC: doença arterial coronária; PTC: perfusão miocárdica por tomografia computadorizada; FFRct: reserva de fluxo fracional por tomografia computadorizada; TAVI: implante transcater de válvula aórtica.

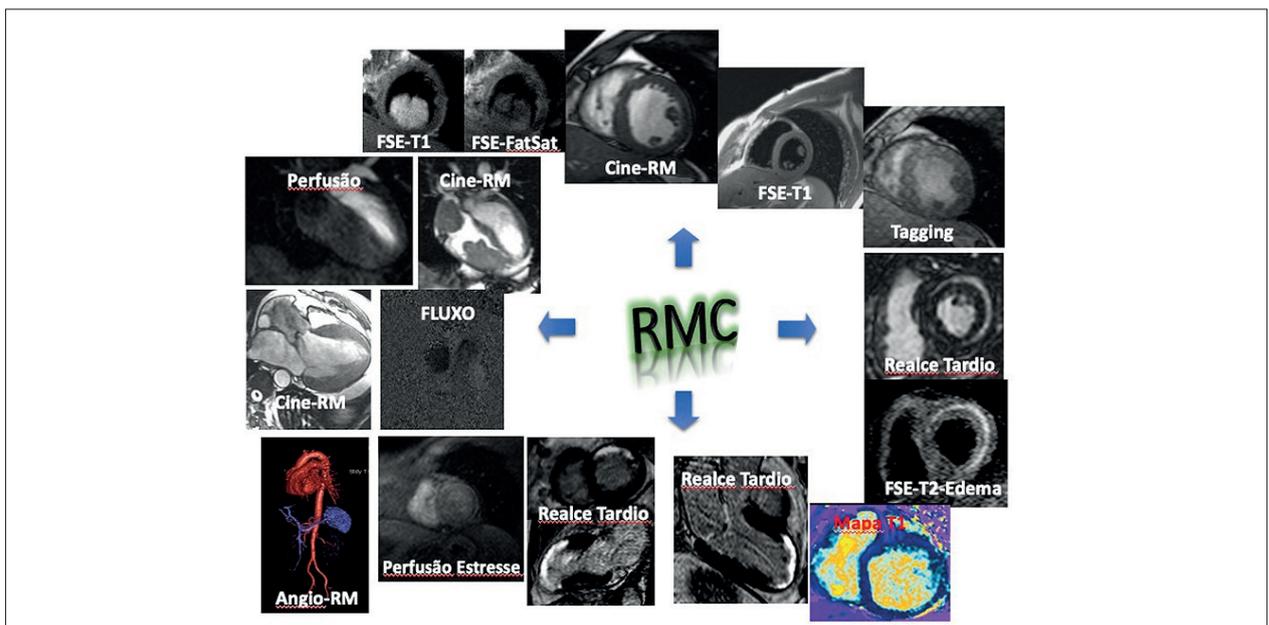


Figura 2 – Técnicas e indicações clínicas de Ressonância Magnética Cardiovascular.

RM: ressonância magnética; FSE: Spin-eco rápido; FatSat: saturação de gordura.

multimodalidade de imagem cardiovascular. A RMC tem papel central no diagnóstico e único no seguimento e monitorização da carga amiloide durante tratamento.^{10,12} Na maioria das doenças cardiovasculares, pouquíssimos aspectos não são avaliados pela combinação destes dois poderosos métodos de imagem cardiovascular não invasivos, a RMC e a TCC.

Este editorial reforça o que muitos autores e sociedades médicas de cardiologia têm enfatizado, a RMC e TCC são os instrumentos fundamentais para a fenotipagem avançada das doenças cardiovasculares. O fenótipo avançado correto em associação com a síndrome clínica

e o genótipo (em algumas situações específicas) são a base para a escolha do melhor tratamento personalizado das doenças cardiovasculares. A Cardiologia, em nível terciário de atenção, não pode prescindir da RMC e TCC, o que tem sido demonstrado por inúmeras diretrizes clínicas, regulamentações oficiais, e mesmo nas descrições de programas da disciplina de Cardiologia de universidades de ponta no Brasil e no exterior.^{15,16}

O modelo clínico-fenotípico-genotípico tem sido corroborado pelas evidências científicas e avança rapidamente para uma adoção ampla na Cardiologia do futuro próximo.

Referências

1. From the American Association of Neurological Surgeons (AANS), American Society of Neuroradiology (ASNR), Cardiovascular and Interventional Radiology Society of Europe (CIRSE), Canadian Interventional Radiology Association (CIRA), Congress of Neurological Surgeons (CNS), European Society of Minimally Invasive Neurological Therapy (ESMINT), European Society of Neuroradiology (ESNR), European Stroke Organization (ESO), Society for Cardiovascular Angiography and Interventions (SCAI), Society of Interventional Radiology (SIR), Society of NeuroInterventional Surgery (SNIS), and World Stroke Organization (WSO), Sacks D, Baxter B, Campbell BC, Carpenter JS, Cognard C, Dippel D, et al. Multisociety Consensus Quality Improvement Revised Consensus Statement for Endovascular Therapy of Acute Ischemic Stroke. *Int J Stroke*. 2018 Aug;13(6):612-32. doi: 10.1177/1747493018778713.
2. Assunção FB, de Oliveira DC, Souza VF, Nacif MS. Cardiac magnetic resonance imaging and computed tomography in ischemic cardiomyopathy: an update. *Radiol Bras*. 2016 Jan-Feb;49(1):26-34. doi: 10.1590/0100-3984.2014.0055.
3. Palumbo P, Cannizzaro E, Palumbo MM, Di Cesare A, Bruno F, Acanfora C, et al. Heart Failure and Cardiomyopathies: CT and MR from Basics to Advanced Imaging. *Diagnostics (Basel)*. 2022 Sep 23;12(10):2298. doi: 10.3390/diagnostics12102298.
4. Martinez LR, Miname MH, Bortolotto LA, Chacra AP, Rochitte CE, Sposito AC, et al. No correlation and low agreement of imaging and inflammatory atherosclerosis' markers in familial hypercholesterolemia. *Atherosclerosis*. 2008 Sep;200(1):83-8. doi: 10.1016/j.atherosclerosis.2007.12.014.
5. Yan RT, Miller JM, Rochitte CE, Dewey M, Niinuma H, Clouse ME, et al. Predictors of inaccurate coronary arterial stenosis assessment by CT angiography. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2013 Sep;6(9):963-72. doi: 10.1016/j.jcmg.2013.02.011.
6. Soeiro AM, Biselli B, Leal TC, Bossa AS, César MC, Jallad S, et al. Diagnostic Performance of Coronary Tomography Angiography and Serial Measurements of Sensitive Cardiac Troponin in Patients With Chest Pain and Intermediate Risk for Cardiovascular Events. *Arq Bras Cardiol*. 2022 May;118(5):894-902. English, Portuguese. doi: 10.36660/abc.20210006.
7. Kaolawanich Y, Boonyasirinant T. Prognostic Value of Adenosine Stress Perfusion Cardiac Magnetic Resonance Imaging in Older Adults with Known or Suspected Coronary Artery Disease. *Arq Bras Cardiol*. 2022 Jul;119(1):97-106. English, Portuguese. doi: 10.36660/abc.20210530.
8. Costa IB, Bittar CS, Rizk SI, Araújo Filho AE, Santos KA, Machado TI, et al. The Heart and COVID-19: What Cardiologists Need to Know. *Arq Bras Cardiol*. 2020 May 11;114(5):805-16. English, Portuguese. doi: 10.36660/abc.20200279.
9. Rochitte CE, Nacif MS, Oliveira Jr AC, Batista RS, Marchiori E, Uellendahl M, et al. Cardiac magnetic resonance in Chagas' disease. *Artif Organs*. 2007 Apr;31(4):259-67. doi: 10.1111/j.1525-1594.2007.00373.x.
10. Fernandes F, Alencar Neto AC, Bueno BV, Cafezeiro CR, Rissato JH, Szor RS, et al. Clinical, Laboratory, and Imaging Profile in Patients with Systemic Amyloidosis in a Brazilian Cardiology Referral Center. *Arq Bras Cardiol*. 2022 Feb;118(2):422-32. English, Portuguese. doi: 10.36660/abc.20201003.
11. Montera MW, Marcondes-Braga FG, Simões MV, Moura LA, Fernandes F, Mangine S, et al. Brazilian Society of Cardiology Guideline on Myocarditis - 2022. *Arq Bras Cardiol*. 2022 Jul;119(1):143-211. English, Portuguese. doi: 10.36660/abc.20220412. Erratum in: *Arq Bras Cardiol*. 2022 Dec;119(6):1008.
12. Simões MV, Fernandes F, Marcondes-Braga FG, Scheinberg P, Correia EB, Rohde LE, et al. Position Statement on Diagnosis and Treatment of Cardiac Amyloidosis - 2021. *Arq Bras Cardiol*. 2021 Sep;117(3):561-98. English, Portuguese. doi: 10.36660/abc.20210718. Erratum in: *Arq Bras Cardiol*. 2021 Oct;117(4):910.
13. Strauss DG, Cardoso S, Lima JA, Rochitte CE, Wu KC. ECG scar quantification correlates with cardiac magnetic resonance scar size and prognostic factors in Chagas' disease. *Heart*. 2011 Mar;97(5):357-61. doi: 10.1136/hrt.2010.210047.
14. Santos JB, Gottlieb I, Tassi EM, Camargo GC, Atié J, Xavier SS, et al. Cardiac Fibrosis and Changes in Left Ventricle Function in Patients with Chronic Chagas Heart Disease. *Arq Bras Cardiol*. 2021 Dec;117(6):1081-90. English, Portuguese. doi: 10.36660/abc.20200597.
15. Poppi NT. It is Time for Coronary Computed Tomography Angiography to be Incorporated into the SUS. *Arq Bras Cardiol*. 2022 Mar;118(3):586-7. English, Portuguese. doi: 10.36660/abc.20220033.
16. Carmo PB, Magliano CA, Rey HC, Camargo GC, Trocado LF, Gottlieb I. Cost-Effectiveness Analysis of CCTA in SUS, as Compared to Other Non-Invasive Imaging Modalities in Suspected Obstructive CAD. *Arq Bras Cardiol*. 2022 Mar;118(3):578-85. English, Portuguese. doi: 10.36660/abc.20201050.

