

Tomografia Computadorizada e Ressonância Magnética Cardiovascular: Histórico e Impacto Crescente no Brasil e no Mundo

Cardiovascular Computed Tomography and Magnetic Resonance: History and Growing Impact in Brazil and in the World

Marcelo Souto Nacif^{1,2} e Carlos Eduardo Rochitte^{3,4,5}

Hospital Universitário Antônio Pedro - HUAP - Setor de Ressonância Magnética e Tomografia Computadorizada Cardiovascular¹; Pós-graduação em Ciências Cardiovasculares - Universidade Federal Fluminense - UFF², Niterói, RJ; Instituto do Coração - InCor - Setor de Ressonância Magnética e Tomografia Computadorizada Cardiovascular³, São Paulo, SP; Hospital do Coração - HCOR - Associação do Sanatório Sírio⁴, São Paulo, SP; Hospital Pro-Cardíaco⁵ - Rio de Janeiro, RJ - Brasil

Crescimento no Brasil e no Mundo

A tomografia computadorizada e a ressonância magnética cardiovascular são um importante tópico dentro da área de imagem cardiovascular no Brasil e no mundo. Nos Arquivos Brasileiros de Cardiologia não é diferente, e apesar do maior enfoque nos estudos clínicos, estes dois tópicos cresceram em impacto e publicações científicas nos últimos anos.

É notória a ampliação do parque tecnológico nacional com entrada de inúmeros aparelhos capazes de realizar estudos avançados utilizando a tomografia e ressonância magnética cardiovascular com um impulso cada vez maior para abertura de mais centros especializados nestes métodos.

Quando realizamos uma revisão sistemática utilizando o EndNote como ferramenta de busca e selecionamos apenas o PubMed como banco de dados com as palavras “magnetic resonance” e “computed tomography” apenas no jornal “Arquivos Brasileiros de Cardiologia” observamos um total de 182 trabalhos (Figura 1).

Paralelamente quando fazemos uma busca no PubMed utilizando a palavra “cardiac” e os MeSH (Medical Subject Headings) terms “computed tomography” e “magnetic resonance imaging” encontramos uma somatória de publicações próxima a 45 mil artigos (44.711 artigos) (Figura 2).

Estes gráficos acabam sendo meramente ilustrativos mas são, sem dúvida, marcadores do impacto destes métodos no Brasil (Figura 1) e no mundo (Figura 2). É fácil identificar que após o ano 2000 e na última década houve uma grande inserção destes métodos no cenário científico e acreditamos refletir também no cenário clínico.

Palavras-chave

Tomografia Computadorizada por Raios X/história; Tomografia Computadorizada por Raios X/tendências; Diagnóstico por Imagem/tendências; Diagnóstico por Imagem/história; Espectroscopia de Ressonância Magnética/história.

Correspondência: Marcelo Souto Nacif •

Av. São João, 2400 – 232b. Jd Colinas, CEP 12242-000, São José dos Campos, SP - Brasil
E-mail – msnacif@gmail.com

DOI: 10.5935/abc.20140186

Histórico nos Arquivos Brasileiros de Cardiologia

Os primeiros trabalhos publicados nos Arquivos Brasileiros de Cardiologia foram basicamente estudos de contexto clínico e relatos de caso, onde os métodos conseguiram contribuir para um melhor diagnóstico¹⁻⁴. Os primeiros artigos originais vieram com a utilização da ressonância magnética nos trabalhos de Kalil Filho e cols.^{5,6} no ano de 1995. Neste mesmo ano, guiado por Pinto e cols.⁷, surgiu o primeiro consenso brasileiro para a utilização da ressonância magnética cardíaca na prática cardiológica. A tomografia computadorizada teve o seu primeiro artigo original publicado em 1997, por Kalil e cols.⁸. Um dos trabalhos pioneiros no caminho da avaliação do atual escore de cálcio foi realizado por Feldman e cols.⁹.

Relação com Sociedades Internacionais

Temos atualmente duas sociedades internacionais dedicadas especificamente aos métodos. A SCMR (*Society for Cardiovascular Magnetic Resonance*) foi a primeira a ser fundada, e no ano 2000 já organizava o processo de credenciamento para os que se dedicavam à ressonância magnética cardiovascular¹⁰. A SCCT (*Society of Cardiovascular Computed Tomography*) foi fundada um pouco depois, seguindo os avanços do método, e em 2009 já colocava à disposição as suas diretrizes para melhor prática do método^{11,12}. No Brasil, os Arquivos Brasileiros de Cardiologia tiveram papel fundamental na publicação da nossa primeira diretriz¹³ que, neste ano (2014), foi atualizada e está passando pelo processo de editoração para futura publicação.

Organização Científica e Educacional no Brasil

Nos primórdios da organização no Brasil, ocorreu a formação de um grupo de estudos de ressonância e tomografia cardiovascular, chamado de GERT, e que teve papel fundamental na difusão do conhecimento por todo o Brasil. Um grupo de médicos dedicados à tomografia computadorizada e à ressonância magnética cardiovascular criaram no Brasil o Encontro Nacional de Radiologia Cardíaca (ENRC) que irá para o oitavo ano consecutivo em 2015. Este grupo é formado por radiologistas e cardiologistas que aproveitam o suporte da SCMR e da SCCT, em conjunto com as sociedades nacionais, para aprimorar os métodos no Brasil e discutir as experiências no território nacional. Da mesma forma, o Departamento de Imagem Cardiovascular (DIC) da SBC, reunindo especialistas em ecocardiografia, medicina nuclear, ultrassom vascular,

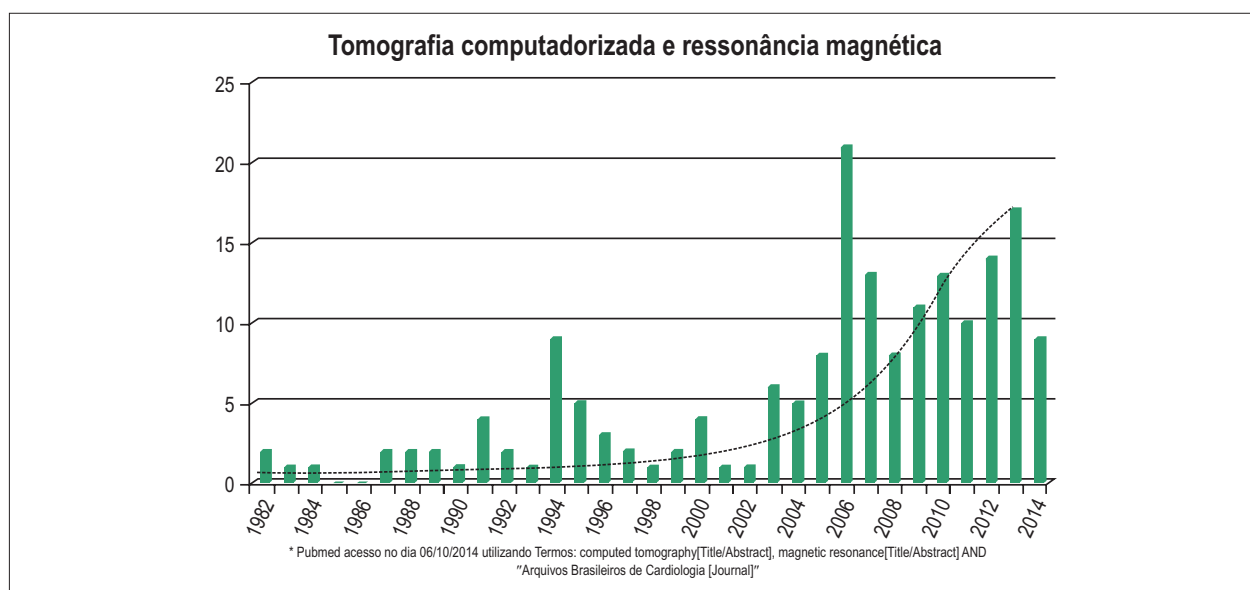


Figura 1 – Número de publicações nos Arquivos Brasileiros de Cardiologia com foco exclusivo em tomografia computadorizada e ressonância magnética cardiovascular.

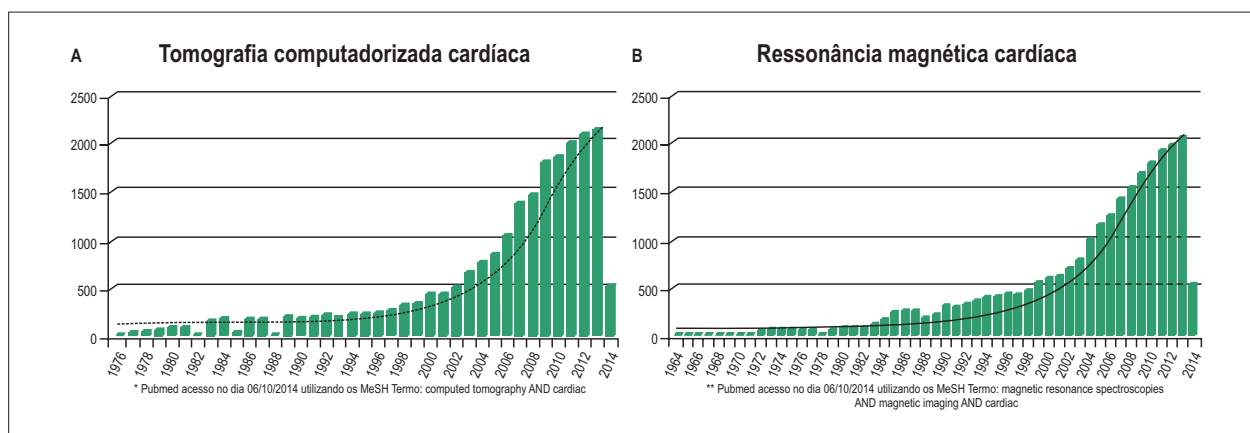


Figura 2 – Número de publicações no PubMed com foco exclusivo em tomografia computadorizada e ressonância magnética cardiovascular.

ressonância e tomografia cardiovascular, reúne-se anualmente em um congresso com quase 2 mil participantes e mantém o papel difusor do conhecimento nas áreas de ressonância magnética e tomografia cardiovascular iniciado com o GERT.

Ainda temos poucos centros formadores de especialistas na área, a maioria no eixo Rio-São Paulo, mas nos últimos 5 anos um maior número de instituições privadas e hospitais universitários estão fortalecendo o ensino e a pesquisa na área. Muitos que atualmente estão chefiando os centros especializados no Brasil buscaram sua especialização em centros internacionais e acreditamos que em um futuro próximo esta realidade não será mais verdadeira, pois teremos grandes grupos em todo o território nacional.

Impacto das Últimas Publicações de Brasileiros no Mundo

O crescente aumento do grupo de pessoas envolvidas em imagem cardiovascular no Brasil e no mundo culminou em

uma explosão de publicações dedicadas à padronização e correta utilização do método nos últimos anos¹⁴⁻³¹.

Alguns trabalhos pioneiros e de grande impacto internacional foram elaborados por brasileiros e conseguimos, através deste editorial, chamar a atenção para cada um em sua área.

- Tomografia Computadorizada

Avaliação de coronárias – O trabalho realizado por Miller e cols.³² teve um dos maiores impactos científicos e colaboração de 3 brasileiros, sendo um deles o investigador principal, e teve ainda o maior número de pacientes do estudo incluídos por um centro brasileiro. Publicado no *The New England Journal of Medicine*, os autores concluíram que a tomografia computadorizada pode identificar a presença e a severidade da doença arterial coronariana com boa acurácia mas que quando positiva não poderia substituir

a angiografia coronariana convencional. Recentemente, a tomografia mostrou seu valor nos pacientes com síndrome coronariana aguda³³.

Avaliação de perfusão miocárdica – Os trabalhos de Cury e cols.³⁴, primeiramente publicados na *Radiology*, trouxeram uma nova proposta para a utilização da tomografia computadorizada na avaliação de isquemia miocárdica. Com protocolos simples e de fácil aplicabilidade clínica, conseguiu demonstrar que a perfusão miocárdica por tomografia computadorizada tem boa correlação com o SPECT e com a angiografia coronariana convencional na identificação de estenose de vasos nativos³⁵ ou com stent³⁶. O primeiro trabalho multicêntrico validando esta nova técnica de detecção de isquemia miocárdica foi recentemente publicada por Rochitte e cols.³⁷. Neste estudo observou-se alta acurácia para detecção de estenoses significativas associadas a defeitos perfusionais no mesmo território na avaliação pela tomografia quando comparada à combinação do cateterismo invasivo com a cintilografia por SPECT, e com um custo menor de dose de radiação. Assim, este novo método é capaz de diagnosticar estenoses hemodinamicamente significativas ou que se associam à redução do fluxo sanguíneo miocárdico.

Avaliação de volumes e função – A quantificação de volumes e função ventricular já foi validada frente a outros métodos de grande aplicabilidade clínica^{38,39}, mas recentemente o uso destas mensurações demonstrou um grande potencial de detecção do risco cardiovascular e mortalidade⁴⁰.

Avaliação de fibrose focal – Nos trabalhos de Shiozaki e cols.^{41,42}, conseguimos observar que além da capacidade de detectar fibrose focal, a tomografia pode ser utilizada para prever arritmias ventriculares. Este campo é de grande importância pois alguns pacientes não conseguem realizar a ressonância magnética e podem se beneficiar com esta nova técnica.

Avaliação de fibrose intersticial – Na quantificação de fibrose intersticial pela tomografia computadorizada, os trabalhos de Nacif e cols.^{43,44} foram pioneiros e abrem um potencial de avaliação de comprometimento miocárdico subclínico anteriormente não possível no contexto das miocardiopatias.

Impacto epidemiológico – Os trabalhos de Bittencourt e cols.⁴⁵ e Hulten e cols.⁴⁶, demonstraram o potencial prognóstico da tomografia computadorizada em pacientes sintomáticos e com doença coronariana não obstrutiva e obstrutiva. Já Prazeres e cols.⁴⁷ conseguiram de forma ímpar resumir o potencial da técnica para uso na sala de emergência, com potencial de redução de custos para os doentes de baixa probabilidade.

- Ressonância Magnética

Avaliação de coronárias – A avaliação das coronárias pela ressonância magnética esta limitada atualmente à caracterização da origem ou avaliação dos terços proximais dos vasos principais. Recentemente, novas técnicas e utilização de contraste vasculares específicos criaram um novo horizonte para a realização deste método que é livre de radiação ionizante. Raman e cols.⁴⁸ demonstraram que o meio de contraste endovenoso *Gadofosveset trisodium* teve uma performance pouco melhor do que os meios de contraste rotineiramente utilizados.

Avaliação de perfusão miocárdica – Desde os trabalhos iniciais de caracterização da obstrução microvascular por Rochitte e cols.⁴⁹ em 1998, até a aplicabilidade clínica da avaliação da isquemia miocárdica por Cury e cols.⁵⁰ em 2006, e a utilização da multimodalidade (combinada) das técnicas de ressonância para caracterização da doença arterial coronariana por de Mello e cols.⁵¹ em 2012, conseguimos constatar a atual maturidade do método em território nacional.

Avaliação de volumes e função – Após anos utilizando indexação e valores morfológicos, volumétricos e funcionais de estudos internacionais podemos dizer que de forma pioneira Macedo e cols.⁵² conseguiram demonstrar em uma população brasileira padrões morfológicos e volumétricos diferentes para homens e mulheres. Nacif e cols.⁵³ demonstraram que existem várias formas de quantificação do volume atrial e que todas possuem correlação entre si.

Avaliação de depósito de ferro – Os trabalhos de Fernandes e cols.⁵⁴⁻⁵⁶ são de grande importância para padronização e avaliação dos pacientes com depósito de ferro hepático e miocárdico.

Avaliação de fibrose focal – Neste tópico de publicações são inúmeras as contribuições de brasileiros no impacto do método no cenário mundial, mas sem sombra de dúvidas, um dos trabalhos mais discutidos foi o de Azevedo e cols.⁵⁷ que conseguiu demonstrar a importância da detecção e quantificação do realce miocárdico tardio nos pacientes que se submetem à troca valvar aórtica, tendo grande implicação na melhora funcional do ventrículo esquerdo e na avaliação de mortalidade.

Avaliação de fibrose intersticial – Os trabalhos de Nacif e cols.⁴⁴, Mongeon e cols.⁵⁸, Coelho-Filho e cols.⁵⁹, Sibley e cols.⁶⁰ e Liu e cols.⁶¹, foram pioneiros na avaliação da fibrose intersticial pelas técnicas do mapa T1 e quantificação do volume extracelular.

Impacto epidemiológico – Sem sombra de dúvidas, a ressonância magnética é um dos melhores métodos para quantificação de fibrose miocárdica. A fibrose miocárdica quando presente está relacionada a maior mortalidade e pior prognóstico⁶². No Brasil, além das doenças comumente avaliadas no mundo, temos a doença de Chagas que foi muito bem estudada por Rochitte e cols.^{63,64}. Agora, um dos trabalhos com grande impacto na decisão clínica utilizando o método foi na reclassificação de risco utilizando agentes estressores⁶⁵.

Impacto das Últimas Publicações nos Arquivos Brasileiros de Cardiologia

Os Arquivos Brasileiros de Cardiologia funcionam como termômetro nacional e principal canal científico refletindo esta explosão de publicações. O artigo de Duarte⁶⁶, publicado em 2010, demonstra claramente o crescimento da tomografia computadorizada e seu impacto na detecção da doença arterial coronariana. Nos últimos dez anos observamos um número crescente de artigos do tipo revisão⁶⁷⁻⁷⁵ e artigos originais^{47,52,76-90} o que reforça o impacto da tomografia e da ressonância na imagem cardiovascular atual.

Finalmente, não é possível incluir todos os trabalhos de autores brasileiros devido ao número crescente de publicações na área, mas temos certeza que estamos entrando em uma nova era da imagem cardiovascular. O grande desenvolvimento da tecnologia aplicada à medicina faz com que a tomografia computadorizada e a ressonância magnética cresçam cada vez mais modificando dia-a-dia o impacto na prática clínica.

Referências

1. Stolf NA, Moreira FA, Beyruti R. [Myxoma of the left atrium: the value of computerized tomography in its diagnosis]. *Arq Bras Cardiol.* 1982;38(2):125-9.
2. de Medeiros Sobrinho JH, Luiz C, Santos DL, da Silva MV, Fontes VF. [Radiological archway sign in the scimitar syndrome and its importance in surgery. Report of 3 cases]. *Arq Bras Cardiol.* 1983;41(2):125-30.
3. Brito JC, Ribeiro AC, Carvalho HG, Tadeu E, Nery AC, Eloy R, Ribeiro NA. [The scimitar syndrome. Report of 7 cases]. *Arq Bras Cardiol.* 1984;42(2):139-43.
4. Araujo JA, Torres JM, de Souza Neto JD, Barros RB, da Rocha FA, de Almeida AP. [Difficulties of angiography in the diagnosis of acute aortic dissection. A case report]. *Arq Bras Cardiol.* 1987;49(1):51-5.
5. Kalil Filho R, Chacra AP, de Albuquerque CP, Soares PR, Antelmi I, Rosemberg L, et al. [Significance of the nuclear magnetic resonance in the detection of coronary artery patency after thrombolysis]. *Arq Bras Cardiol.* 1995;64(3):221-4.
6. Kalil R, Bocchi EA, Ferreira BM, de Lourdes Higuchi M, Lopes NH, Magalhaes AC, et al. [Magnetic resonance imaging in chronic Chagas cardiopathy. Correlation with endomyocardial biopsy findings]. *Arq Bras Cardiol.* 1995;65(5):413-6.
7. Pinto IM, da Luz PL, Magalhaes HM, Pavanello R, Abizaid A, Kambara AM, et al. [Consensus SOCESP-SBC on magnetic resonance imaging in cardiology]. *Arq Bras Cardiol.* 1995;65(5):451-7.
8. Kalil RA, Feldman CJ, Ludwig FW, da Silva AD, Prates PR, Sant'Anna JR, et al. [Late evaluation with spiral computed tomography of smooth bovine pericardium grafts]. *Arq Bras Cardiol.* 1997;69(2):111-5.
9. Feldman C, Vitola D, Schiavo N. Detection of coronary artery disease based on the calcification index obtained by helical computed tomography. *Arq Bras Cardiol.* 2000;75(6):471-80.
10. Guidelines for credentialing in cardiovascular magnetic resonance (CMR). Society for Cardiovascular Magnetic Resonance (SCMR) Clinical Practice Committee. *J Cardiovasc Magn Reson.* 2000;2(3):233-4.
11. Abbara S, Arbab-Zadeh A, Callister TQ, Desai MY, Mamuya W, Thomson L, et al. SCCT guidelines for performance of coronary computed tomographic angiography: a report of the Society of Cardiovascular Computed Tomography Guidelines Committee. *J Cardiovasc Comput Tomogr.* 2009;3(3):190-204.
12. Raff GL, Abidov A, Achenbach S, Berman DS, Boxt LM, Budoff MJ, et al; Society of Cardiovascular Computed Tomography. SCCT guidelines for the interpretation and reporting of coronary computed tomographic angiography. *J Cardiovasc Comput Tomogr.* 2009;3(2):122-36.
13. Sociedade Brasileira de Cardiologia. Departamento de Cardiologia Clínica. Grupo de Estudos de Ressonância e Tomografia Cardiovascular (GERT). [Guideline of Sociedade Brasileira de Cardiologia for Resonance and cardiovascular tomography. Executive Summary]. *Arq Bras Cardiol.* 2006;87 Suppl 3:e1-12.
14. Hendel RC, Patel MR, Kramer CM, Poon M, Hendel RC, Carr JC, et al; American College of Cardiology Foundation Quality Strategic Directions Committee Appropriateness Criteria Working Group; American College of Radiology; Society of Cardiovascular Computed Tomography; Society for Cardiovascular Magnetic Resonance; American Society of Nuclear Cardiology; North American Society for Cardiac Imaging; Society for Cardiovascular Angiography and Interventions; Society of Interventional Radiology. ACCF/ACR/SCCT/SCMR/ASNC/NASCI/SCAI/SIR 2006 appropriateness criteria for cardiac computed tomography and cardiac magnetic resonance imaging: a report of the American College of Cardiology Foundation Quality Strategic Directions Committee Appropriateness Criteria Working Group, American College of Radiology, Society of Cardiovascular Computed Tomography, Society for Cardiovascular Magnetic Resonance, American Society of Nuclear Cardiology, North American Society for Cardiac Imaging, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, and Society of Interventional Radiology. *J Am Coll Cardiol.* 2006;48(7):1475-97.
15. Taylor AJ, Cerqueira M, Hodgson JM, Mark D, Min J, O'Gara P, et al; American College of Cardiology Foundation Appropriate Use Criteria Task Force; Society of Cardiovascular Computed Tomography; American College of Radiology; American Heart Association; American Society of Echocardiography; American Society of Nuclear Cardiology; North American Society for Cardiovascular Imaging; Society for Cardiovascular Angiography and Interventions; Society for Cardiovascular Magnetic Resonance. ACCF/SCCT/ACR/AHA/ASE/ASNC/NASCI/SCAI/SCMR 2010 Appropriate Use Criteria for Cardiac Computed Tomography. A Report of the American College of Cardiology Foundation Appropriate Use Criteria Task Force, the Society of Cardiovascular Computed Tomography, the American College of Radiology, the American Heart Association, the American Society of Echocardiography, the American Society of Nuclear Cardiology, the North American Society for Cardiovascular Imaging, the Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, and the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance. *Circulation.* 2010;122(21):e525-55.
16. Patel MR, White RD, Abbara S, Bluemke DA, Herfkens RJ, Picard M, et al; American College of Radiology Appropriateness Criteria Committee; American College of Cardiology Foundation Appropriate Use Criteria Task Force. 2013 ACCF/ACR/ASE/ASNC/SCCT/SCMR appropriate utilization of cardiovascular imaging in heart failure: a joint report of the American College of Radiology Appropriateness Criteria Committee and the American College of Cardiology Foundation Appropriate Use Criteria Task Force. *J Am Coll Cardiol.* 2013;61(21):2207-31.
17. Russo AM, Stainback RF, Bailey SR, Epstein AE, Heidenreich PA, Jessup M, et al. ACCF/HRS/AHA/ASE/HFSA/SCAI/SCCT/SCMR 2013 appropriate use criteria for implantable cardioverter-defibrillators and cardiac resynchronization therapy: a report of the American College of Cardiology Foundation appropriate use criteria task force, Heart Rhythm Society, American Heart Association, American Society of Echocardiography, Heart Failure Society of America, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society of Cardiovascular Computed Tomography, and Society for Cardiovascular Magnetic Resonance. *Heart Rhythm.* 2013;10(4):e11-58.
18. White RD, Patel MR, Abbara S, Bluemke DA, Herfkens RJ, Picard M, et al; American College of Radiology; American College of Cardiology Foundation. 2013 ACCF/ACR/ASE/ASNC/SCCT/SCMR appropriate utilization of cardiovascular imaging in heart failure: an executive summary: a joint report of the ACR Appropriateness Criteria (R) Committee and the ACCF Appropriate Use Criteria Task Force. *J Am Coll Radiol.* 2013;10(7):493-500.
19. Mark DB, Anderson JL, Brinker JA, Brophy JA, Casey DE Jr, Cross RR, et al. ACC/AHA/ASE/ASNC/HRS/IAC/Mended Hearts/NASCI/RSNA/SAIP/SCAI/SCCT/SCMR/SNMMI 2014 health policy statement on use of noninvasive cardiovascular imaging: a report of the American College of Cardiology Clinical Quality Committee. *J Am Coll Cardiol.* 2014;63(7):698-721.
20. Wolk MJ, Bailey SR, Doherty JU, Douglas PS, Hendel RC, Kramer CM, et al; American College of Cardiology Foundation Appropriate Use Criteria Task Force. ACCF/AHA/ASE/ASNC/HFSA/HRS/SCAI/SCCT/SCMR/STS 2013 multimodality appropriate use criteria for the detection and risk assessment of stable ischemic heart disease: a report of the American College of Cardiology Foundation Appropriate Use Criteria Task Force, American Heart Association, American Society of Echocardiography, American Society of Nuclear Cardiology, Heart Failure Society of America, 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 Coll Cardiol.* 2014;63(4):380-406.
21. Mark DB, Berman DS, Budoff MJ, Carr JJ, Gerber TC, Hecht HS, et al; American College of Cardiology Foundation Task Force on Expert Consensus Documents. ACCF/ACR/AHA/NASCI/SAIP/SCAI/SCCT 2010 expert consensus document on coronary computed tomographic angiography: a report of the American College of Cardiology Foundation Task Force on Expert Consensus Documents. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2010;76(2):E1-42.
22. Halliburton SS, Abbara S, Chen MY, Gentry R, Mahesh M, Raff GL, et al; Society of Cardiovascular Computed Tomography. SCCT guidelines on radiation dose and dose-optimization strategies in cardiovascular CT. *J Cardiovasc Comput Tomogr.* 2011;5(4):198-224.
23. Achenbach S, Delgado V, Hausleiter J, Schoenhagen P, Min JK, Leipsic JA. SCCT expert consensus document on computed tomography imaging before transcatheter aortic valve implantation (TAVI)/transcatheter aortic valve replacement (TAVR). *J Cardiovasc Comput Tomogr.* 2012;6(6):366-80.

24. Patel MR, Dehmer GJ, Hirshfeld JW, Smith PK, Spertus JA. ACCF/SCAI/STS/AATS/AHA/ASNC/HFSA/SCCT 2012 Appropriate use criteria for coronary revascularization focused update: a report of the American College of Cardiology Foundation Appropriate Use Criteria Task Force, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society of Thoracic Surgeons, American Association for Thoracic Surgery, American Heart Association, American Society of Nuclear Cardiology, and the Society of Cardiovascular Computed Tomography. *J Am Coll Cardiol*. 2012;59(9):857-81. Erratum in: *J Am Coll Cardiol*. 2012;59(14):1336.
25. Lesser JR. SCCT International Regional Committees: the best future option for appropriate CT utilization. *J Cardiovasc Comput Tomogr*. 2013;7(2):145-6.
26. Leipsic J, Abbara S, Achenbach S, Cury R, Earls JP, Mancini GJ, et al. SCCT guidelines for the interpretation and reporting of coronary CT angiography: a report of the Society of Cardiovascular Computed Tomography Guidelines Committee. *J Cardiovasc Comput Tomogr*. 2014;8(5):342-58.
27. Raff GL, Chinnaiyan KM, Cury RC, Garcia MT, Hecht HS, Hollander JE, et al. SCCT guidelines on the use of coronary computed tomographic angiography for patients presenting with acute chest pain to the emergency department: a report of the Society of Cardiovascular Computed Tomography Guidelines Committee. *J Cardiovasc Comput Tomogr*. 2014;8(4):254-71.
28. Hundley WC, Bluemke DA, Finn JP, Flamm SD, Fogel MA, Friedrich MG, et al; American College of Cardiology Foundation Task Force on Expert Consensus Documents. ACCF/ACR/AHA/NASCI/SCMR 2010 expert consensus document on cardiovascular magnetic resonance: a report of the American College of Cardiology Foundation Task Force on Expert Consensus Documents. *J Am Coll Cardiol*. 2010;55(23):2614-62.
29. Fratz S, Chung T, Greif GF, Samyn MM, Taylor AM, Valsangiacomo Buechel ER, et al. Guidelines and protocols for cardiovascular magnetic resonance in children and adults with congenital heart disease: SCMR expert consensus group on congenital heart disease. *J Cardiovasc Magn Reson*. 2013;15:51.
30. Moon JC, Messroghli DR, Kellman P, Piechnik SK, Robson MD, Ugander M, et al; Society for Cardiovascular Magnetic Resonance Imaging; Cardiovascular Magnetic Resonance Working Group of the European Society of Cardiology. Myocardial T1 mapping and extracellular volume quantification: a Society for Cardiovascular Magnetic Resonance (SCMR) and CMR Working Group of the European Society of Cardiology consensus statement. *J Cardiovasc Magn Reson*. 2013;15:92.
31. Schulz-Menger J, Bluemke DA, Bremerich J, Flamm SD, Fogel MA, Friedrich MG, et al. Standardized image interpretation and post processing in cardiovascular magnetic resonance: Society for Cardiovascular Magnetic Resonance (SCMR) board of trustees task force on standardized post processing. *J Cardiovasc Magn Reson*. 2013;15:35.
32. Miller JM, Rochitte CE, Dewey M, Arbab-Zadeh A, Niinuma H, Gottlieb I, et al. Diagnostic performance of coronary angiography by 64-row CT. *N Engl J Med*. 2008;359(22):2324-36.
33. Sara L, Rochitte CE, Lemos PA, Niinuma H, Dewey M, Shapiro EP, et al. Accuracy of multidetector computed tomography for detection of coronary artery stenosis in acute coronary syndrome compared with stable coronary disease: a CORE64 multicenter trial substudy. *Int J Cardiol*. 2014 Aug 27. [Epub ahead of print].
34. Cury RC, Nieman K, Shapiro MD, Butler J, Nomura CH, Ferencik M, et al. Comprehensive assessment of myocardial perfusion defects, regional wall motion, and left ventricular function by using 64-section multidetector CT. *Radiology*. 2008;248(2):466-75.
35. Cury RC, Magalhaes TA, Paladino AT, Shiozaki AA, Perini M, Senra T, et al. Dipyridamole stress and rest transmural myocardial perfusion ratio evaluation by 64 detector-row computed tomography. *J Cardiovasc Comput Tomogr*. 2011;5(6):443-8.
36. Magalhaes TA, Cury RC, Pereira AC, Moreira Vde M, Lemos PA, Kalil-Filho R, et al. Additional value of dipyridamole stress myocardial perfusion by 64-row computed tomography in patients with coronary stents. *J Cardiovasc Comput Tomogr*. 2011;5(6):449-58.
37. Rochitte CE, George RT, Chen MY, Arbab-Zadeh A, Dewey M, Miller JM, et al. Computed tomography angiography and perfusion to assess coronary artery stenosis causing perfusion defects by single photon emission computed tomography: the CORE320 study. *Eur Heart J*. 2014;35(17):1120-30.
38. Vieira ML, Nomura CH, Tranchesi Junior B, Oliveira WA, Naccarato G, Serpa BS, et al. Left ventricular ejection fraction and volumes as measured by 3d echocardiography and ultrafast computed tomography. *Arq Bras Cardiol*. 2009;92(4):294-301.
39. Vieira ML, Nomura CH, Tranchesi B Jr, de Oliveira WA, Naccarato G, Serpa BS, et al. Real-time three-dimensional echocardiographic left ventricular systolic assessment: side-by-side comparison with 64-slice multi-detector cardiac computed tomography. *Eur J Echocardiogr*. 2010;11(3):257-63.
40. Arsanjani R, Berman DS, Gransar H, Cheng VY, Dunning A, Lin FY, et al; CONFIRM Investigators. Left ventricular function and volume with coronary CT angiography improves risk stratification and identification of patients at risk for incident mortality: results from 7758 patients in the prospective multinational CONFIRM observational cohort study. *Radiology*. 2014;273(1):70-7.
41. Shiozaki AA, Senra T, Arteaga E, Martinelli Filho M, Pita CG, Avila LF, et al. Myocardial fibrosis detected by cardiac CT predicts ventricular fibrillation/ventricular tachycardia events in patients with hypertrophic cardiomyopathy. *J Cardiovasc Comput Tomogr*. 2013;7(3):173-81.
42. Shiozaki AA, Senra T, Arteaga E, Pita CG, Martinelli Filho M, Avila LF, et al. [Myocardial fibrosis in patients with hypertrophic cardiomyopathy and high risk for sudden death]. *Arq Bras Cardiol*. 2010;94(4):535-40.
43. Nacif MS, Liu Y, Yao J, Liu S, Sibley CT, Summers RM, et al. 3D left ventricular extracellular volume fraction by low-radiation dose cardiac CT: assessment of interstitial myocardial fibrosis. *J Cardiovasc Comput Tomogr*. 2013;7(1):51-7.
44. Nacif MS, Kawel N, Lee JJ, Chen X, Yao J, Zavodni A, et al. Interstitial myocardial fibrosis assessed as extracellular volume fraction with low-radiation-dose cardiac CT. *Radiology*. 2012;264(3):876-83.
45. Bittencourt MS, Hulten E, Ghoshhajra B, O'Leary D, Christman MP, Montana P, et al. Prognostic value of nonobstructive and obstructive coronary artery disease detected by coronary computed tomography angiography to identify cardiovascular events. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2014;7(2):282-91.
46. Hulten E, Bittencourt MS, Ghoshhajra B, O'Leary D, Christman MP, Blaha MJ, et al. Incremental prognostic value of coronary artery calcium score versus CT angiography among symptomatic patients without known coronary artery disease. *Atherosclerosis*. 2014;233(1):190-5.
47. Prazeres CE, Cury RC, Carneiro AC, Rochitte CE. Coronary computed tomography angiography in the assessment of acute chest pain in the emergency room. *Arq Bras Cardiol*. 2013;101(6):562-9.
48. Raman FS, Nacif MS, Cater G, Gai N, Jones J, Li D, et al. 3.0-T whole-heart coronary magnetic resonance angiography: comparison of gadobenate dimeglumine and gadofosveset trisodium. *Int J Cardiovasc Imaging*. 2013;29(5):1085-94.
49. Rochitte CE, Lima JA, Bluemke DA, Reeder SB, McVeigh ER, Furuta T, et al. Magnitude and time course of microvascular obstruction and tissue injury after acute myocardial infarction. *Circulation*. 1998;98(10):1006-14.
50. Cury RC, Cattani CA, Gabure LA, Racy DJ, de Gois JM, Siebert U, et al. Diagnostic performance of stress perfusion and delayed-enhancement MR imaging in patients with coronary artery disease. *Radiology*. 2006;240(1):39-45.
51. de Mello RA, Nacif MS, dos Santos AA, Cury RC, Rochitte CE, Marchiori E. Diagnostic performance of combined cardiac MRI for detection of coronary artery disease. *Eur J Radiol*. 2012;81(8):1782-9.
52. Macedo R, Fernandes JL, Andrade SS, Rochitte CE, Lima KC, Maciel AC, et al. Morphological and functional measurements of the heart obtained by magnetic resonance imaging in Brazilians. *Arq Bras Cardiol*. 2013;101(1):68-77.
53. Nacif MS, Barranhas AD, Turkbey E, Marchiori E, Kawel N, Mello RA, et al. Left atrial volume quantification using cardiac MRI in atrial fibrillation: comparison of the Simpson's method with biplane area-length, ellipse, and three-dimensional methods. *Diagn Interv Radiol*. 2013;19(3):213-20.
54. Fernandes JL, Fabron A Jr, Verissimo M. Early cardiac iron overload in children with transfusion-dependent anemias. *Haematologica*. 2009;94(12):1776-7.

55. Fernandes JL, Sampaio EF, Fertrin K, Coelho OR, Loggetto S, Piga A, et al. Amlodipine reduces cardiac iron overload in patients with thalassemia major: a pilot trial. *Am J Med.* 2013;126(9):834-7.
56. Fernandes JL, Sampaio EF, Verissimo M, Pereira FB, da Silva JA, de Figueiredo GS, et al. Heart and liver T2 assessment for iron overload using different software programs. *Eur Radiol.* 2011;21(12):2503-10.
57. Azevedo CF, Nigri M, Higuchi ML, Pomerantzeff PM, Spina GS, Sampaio RO, et al. Prognostic significance of myocardial fibrosis quantification by histopathology and magnetic resonance imaging in patients with severe aortic valve disease. *J Am Coll Cardiol.* 2010;56(4):278-87.
58. Mongeon FP, Jerosch-Herold M, Coelho-Filho OR, Blankstein R, Falk RH, Kwong RY. Quantification of extracellular matrix expansion by CMR in infiltrative heart disease. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2012;5(9):897-907.
59. Coelho-Filho OR, Shah RV, Neilan TG, Mitchell R, Moreno H Jr, Kwong R, et al. Cardiac magnetic resonance assessment of interstitial myocardial fibrosis and cardiomyocyte hypertrophy in hypertensive mice treated with spironolactone. *J Am Heart Assoc.* 2014;3(3):e000790.
60. Sibley CT, Noureldin RA, Gai N, Nacif MS, Liu S, Turkbey EB, et al. T1 Mapping in cardiomyopathy at cardiac MR: comparison with endomyocardial biopsy. *Radiology.* 2012;265(3):724-32.
61. Liu CY, Liu YC, Wu C, Armstrong A, Volpe GJ, van der Geest RJ, et al. Evaluation of age-related interstitial myocardial fibrosis with cardiac magnetic resonance contrast-enhanced T1 mapping: MESA (Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis). *J Am Coll Cardiol.* 2013;62(14):1280-7.
62. Neilan TG, Shah RV, Abbasi SA, Farhad H, Groarke JD, Dodson JA, et al. The incidence, pattern, and prognostic value of left ventricular myocardial scar by late gadolinium enhancement in patients with atrial fibrillation. *J Am Coll Cardiol.* 2013;62(23):2205-14.
63. Rochitte CE, Oliveira PF, Andrade JM, Ianni BM, Parga JR, Avila LF, et al. Myocardial delayed enhancement by magnetic resonance imaging in patients with Chagas' disease: a marker of disease severity. *J Am Coll Cardiol.* 2005;46(8):1553-8.
64. Rochitte CE, Nacif MS, de Oliveira Junior AC, Siqueira-Batista R, Marchiori E, Uellendahl M, et al. Cardiac magnetic resonance in Chagas' disease. *Artif Organs.* 2007;31(4):259-67.
65. Shah R, Heydari B, Coelho-Filho O, Murthy VL, Abbasi S, Feng JH, et al. Stress cardiac magnetic resonance imaging provides effective cardiac risk reclassification in patients with known or suspected stable coronary artery disease. *Circulation.* 2013;128(6):605-14.
66. Duarte PS. Technologies for the investigation of CAD: association between scientific publications and clinical use. *Arq Bras Cardiol.* 2010;94(3):379-82, 401-5.
67. Bertaso AG, Bertol D, Duncan BB, Foppa M. Epicardial fat: definition, measurements and systematic review of main outcomes. *Arq Bras Cardiol.* 2013;101(1):e18-28.
68. Rodrigues AR, Barbosa MR, de Brito MS, Silva LC, Machado FS. [Minimally invasive coronary angiography using a multidetector CT]. *Arq Bras Cardiol.* 2006;86(5):323-30.
69. Piva e Mattos B, Torres MA, Rebelatto TF, Loreto MS, Scolari FL. The diagnosis of left ventricular outflow tract obstruction in hypertrophic cardiomyopathy. *Arq Bras Cardiol.* 2012;99(1):665-75.
70. Rosa LV, Salemi VM, Alexandre LM, Mady C. Noncompaction cardiomyopathy: a current view. *Arq Bras Cardiol.* 2011;97(1):e13-9.
71. Nacif MS, Oliveira Junior AC, Carvalho AC, Rochitte CE. Cardiac magnetic resonance and its anatomical planes: how do I do it? *Arq Bras Cardiol.* 2010;95(6):756-63.
72. Mattos BP, Torres MA, Freitas VC. Diagnostic evaluation of hypertrophic cardiomyopathy in its clinical and preclinical phases. *Arq Bras Cardiol.* 2008;91(1):51-62.
73. Nigri M, Rochitte CE, Tarasoutchi F, Grinberg M. Magnetic resonance imaging is image diagnosis in heart valve disease. *Arq Bras Cardiol.* 2006;87(4):534-7.
74. Dias RR, Fernandes F, Ramires FJ, Mady C, Albuquerque CP, Jatene FB. Mortality and embolic potential of cardiac tumors. *Arq Bras Cardiol.* 2014;103(1):13-8.
75. Rajani R, Khattar R, Chiribiri A, Victor K, Chambers J. Multimodality imaging of heart valve disease. *Arq Bras Cardiol.* 2014;103(3):251-63.
76. Tassi EM, Continentino MA, Nascimento EM, Pereira Bde B, Pedrosa RC. Relationship between fibrosis and ventricular arrhythmias in Chagas heart disease without ventricular dysfunction. *Arq Bras Cardiol.* 2014;102(5):456-64.
77. Rochitte CE, Hoette S, Souza R. Myocardial delayed enhancement by cardiac magnetic resonance imaging in Pulmonary Arterial Hypertension: a marker of disease severity. *Arq Bras Cardiol.* 2013;101(5):377-8.
78. Bessa LG, Junqueira FP, Bandeira ML, Garcia MI, Xavier SS, Lavall G, et al. Pulmonary arterial hypertension: use of delayed contrast-enhanced cardiovascular magnetic resonance in risk assessment. *Arq Bras Cardiol.* 2013;101(4):336-43.
79. Fernandes AM, Rathi V, Biederman RW, Doyle M, Yamrozik JA, Williams RB, et al. Cardiovascular magnetic resonance imaging-derived mitral valve geometry in determining mitral regurgitation severity. *Arq Bras Cardiol.* 2013;100(6):571-8.
80. Villacorta Junior H, Villacorta AS, Amador F, Hadlich M, Albuquerque DC, Azevedo CF. Transthoracic impedance compared to magnetic resonance imaging in the assessment of cardiac output. *Arq Bras Cardiol.* 2012;99(6):1149-55.
81. Mello RP, Szarf G, Schwartzman PR, Nakano EM, Espinosa MM, Szejnfeld D, et al. Delayed enhancement cardiac magnetic resonance imaging can identify the risk for ventricular tachycardia in chronic Chagas' heart disease. *Arq Bras Cardiol.* 2012;98(5):421-30.
82. Moreira Rde C, Haddad AF, Silva SA, Souza AL, Tuche FA, Oliveira MA, et al. Intracoronary stem-cell injection after myocardial infarction: microcirculation sub-study. *Arq Bras Cardiol.* 2011;97(5):420-6.
83. Efe D, Aygun F. Assessment of the relationship between non-alcoholic fatty liver disease and CAD using MSCT. *Arq Bras Cardiol.* 2014;102(1):10-8.
84. Staniak HL, Sharovsky R, Pereira AC, Castro CC, Bensenor IM, Lotufo PA, et al. Subcutaneous tissue thickness is an independent predictor of image noise in cardiac CT. *Arq Bras Cardiol.* 2014;102(1):86-92.
85. Azevedo JC, Ferreira Junior Dde S, Vieira FC, Prezotti LS, Simoes LS, Nacif MS, et al. Correlation between myocardial scintigraphy and CT angiography in the evaluation of coronary disease. *Arq Bras Cardiol.* 2013;100(3):238-45.
86. Staniak HL, Bittencourt MS, Sharovsky R, Bensenor I, Olmos RD, Lotufo PA. Calcium score to evaluate chest pain in the emergency room. *Arq Bras Cardiol.* 2013;100(1):90-3.
87. Barros MV, Rabelo DR, Nunes Mdo C, Siqueira MH. Coronary tomography for predicting adverse events in patients with suspected coronary disease. *Arq Bras Cardiol.* 2012;99(6):1142-8.
88. Hadlich MS, Oliveira GM, Feijoo RA, Azevedo CF, Tura BR, Ziemer PG, et al. Free and open-source software application for the evaluation of coronary computed tomography angiography images. *Arq Bras Cardiol.* 2012;99(4):944-51.
89. Rochitte CE, Azevedo GS, Shiozaki AA, Azevedo CF, Kalil Filho R. Diltiazem as an alternative to beta-blocker in coronary artery computed tomography angiography. *Arq Bras Cardiol.* 2012;99(2):706-13.
90. Rabelo DR, Barros MV, Nunes Mdo C, Oliveira CC, Siqueira MH. Multislice coronary angiotomography in the assessment of coronary artery anomalous origin. *Arq Bras Cardiol.* 2012;98(3):266-72.