



Avaliação de doença coronária em assintomáticos:

O papel da Ressonância Magnética

* Paulo R Schwartzman

** Jorge Guilherme Moojen da Silveira

*** Angela Gallina Bertaso

* Médico Cardiologista

Responsável pela RM e Tomografia Cardíaca do HMV e HMD

Ex-fellow da Cleveland Clinic Foundation

Mestre e Doutor em Cardiologia pela UFRGS

** Médico Cardiologista

Estagiário do Setor de Ressonância e Tomografia Cardíaca do HMV e HMD

*** Médica Cardiologista

Mestranda do Pós-graduação em Cardiologia da UFRGS

Ex-fellow do Setor de Imagem Cardíaca Royal Adelaide Hospital, Adelaide, Australia.

Endereço para contato:

Paulo R Schwartzman
R Miton Guerreiro 186,
Porto Alegre, RS, 90850-350
paulos@terra.com.br

INTRODUÇÃO

A ressonância magnética (RM) representa um dos mais significativos avanços tecnológicos do século XX no que se refere a diagnóstico por imagem. É um sistema que cria imagens em duas e três dimensões através da interação entre as propriedades naturais dos átomos existentes no corpo humano e um campo eletromagnético externo. Por não utilizar radiação ionizante, é um exame mais inócuo que a radiografia tradicional e a tomografia computadorizada. Trata-se de um método não-invasivo, seguro, que gera imagens de alta resolução espacial e temporal com excelente definição tecidual. [1]

Houve um desenvolvimento exponencial da RM cardíaca nas últimas 3 décadas, sendo considerada hoje como a único método de imagem capaz de fornecer em apenas um exame dados de função ventricular, morfologia, perfusão, viabilidade e metabolismo cardíaco [2]. A RM cardíaca tem sido comumente utilizada na prática médica para avaliação de cardiopatias congênitas, isquemia miocárdica, doenças estruturais e infiltrativas, tumores e doenças pericárdicas.

Para realização da maioria dos exames de RM e de praticamente todos os exames de angiografia por ressonância, utiliza-se um contraste endovenoso baseado no elemento

paramagnético gadolínio (Gd) [3]. Os efeitos adversos dos contrastes baseados em Gd (cefaléia, náuseas ou alterações de paladar) são bastante raros, com efeitos graves inferiores a 0,01% (1:10.000) dos exames [4], não apresentando também, nas doses clinicamente utilizadas, nefrotoxicidade ou hepatotoxicidade.

Os estudos de RM cardíaca (RMC) são realizados em apnéia expiratória, geralmente bem tolerados pelos pacientes. A melhora da tecnologia tem reduzido drasticamente o período de apnéia para aquisição das imagens, podendo ser tão curtas como 5 segundos.

As principais contra-indicações à realização do exame e situações clínicas comuns que podem gerar dúvidas de segurança estão listadas na Tabela 1 [5].

Tabela 1 – contra-indicações e dúvidas comuns nos exames de RMC	
Não podem realizar exames	Podem realizar exames
Portadores de marcapasso	Pacientes com stents coronários
Portadores de CDI	Pacientes com valvas artificiais
Pacientes com cliques cerebrais	Pacientes com suturas metálicas
Implantes cocleares	Pacientes com próteses de aorta
Fragmentos metálicos nos olhos	

RMC para Detectar Cardiopatia Isquêmica:

A utilização da RM na pesquisa de isquemia miocárdica tem aumentado progressivamente nos últimos anos, reunindo avaliação da anatomia, contratilidade, isquemia e viabilidade num mesmo exame [2]. As principais características da RMC como método de detecção de isquemia são a alta sensibilidade da perfusão miocárdica e a alta especificidade da avaliação da função regional sob estresse [6].

A perfusão miocárdica de primeira passagem é visualizada pela RMC a partir de múltiplos cortes realizados em sequência, dando uma visão da passagem do contraste (gadolínio) pelas cavidades ventriculares e em seguida pelo miocárdio. Os segmentos que se apresentam hipointensos em relação aos perfundidos durante estresse são considerados isquêmicos. Esta técnica pode ser realizada em repouso ou com estresse farmacológico (dipiridamol ou adenosina), o que acentua as diferenças de perfusão pelo fenômeno de roubo de fluxo nos casos em que haja estenose coronária significativa [7]. As imagens de

perfusão miocárdica podem ser avaliadas de forma qualitativa, subjetivamente pela identificação das regiões escuras de hipoperfusão nos diversos cortes obtidos, ou quantitativamente através da avaliação da intensidade de sinal do miocárdio com auxílio de softwares apropriados. Clinicamente, a avaliação qualitativa é a mais empregada [5,8].

A acurácia diagnóstica da RMC de perfusão foi estudada e validada em diversos estudos unicêntricos diante de outros métodos de imagem já consagrados na avaliação de DAC [9,10,11]. Em 2008 foi publicado estudo multicêntrico (18 centros) para avaliação da acurácia da RMC de perfusão, o MR-IMPACT [12]. Neste estudo a RMC de perfusão apresentou alta acurácia na avaliação de isquemia e não inferioridade em relação ao SPECT. A publicação do maior estudo prospectivo avaliando a acurácia da RMC, o CE-MARC *trial*, ocorreu no final de 2011 e selou a superioridade diagnóstica da RMC de perfusão sobre o SPECT [13]. Neste estudo, 712 pacientes com suspeita de angina foram submetidos a RMC de perfusão, SPECT e angiografia coronariana. RMC de perfusão mostrou ser método mais sensível e com maior valor negativo preditivo quando comparado ao SPECT ($p < 0.0001$). Duas metanálises foram publicadas corroborando os achados destes estudos. Em 2007, Nandalur et al. [6] publicou análise de 1183 pacientes com prevalência de DAC de 57.4%. A sensibilidade e especificidade média da RMC de perfusão foi 91% e 81% respectivamente. Em 2010, Hamon et al. [14] ($n=2125$) demonstrou alta sensibilidade (89%) mas moderada especificidade (80%) para RMC com perfusão na identificação de estenoses coronarianas maiores que 70%.

Além de valor diagnóstico, a avaliação da isquemia miocárdica pela RM tem importante valor prognóstico. Quando a RM de estresse é normal, os pacientes apresentam uma baixa taxa de eventos. Jahnke *et al* [15] acompanhou uma coorte de pacientes por aproximadamente 3 anos e demonstrou que uma RMC de perfusão normal define uma taxa livre de morte cardíaca ou infarto de 97.7% neste período. Recentemente, um amplo estudo prospectivo e multicêntrico [16] ressaltou a importância da RMC de perfusão com dipiridamol na avaliação prognóstica de pacientes com suspeita de angina. Tanto a avaliação de perfusão como a indução de disfunção segmentar durante infusão de dipiridamol foram fatores independentes na determinação de eventos adversos cardíacos ao longo de aproximadamente 1 ano. Pacientes com disfunção segmentar induzida por dipiridamol apresentam alto risco para eventos adversos maiores e parecem ter o maior benefício ao serem revascularizados.

A RMC de estresse com dobutamina também tem sido usada na detecção de isquemia miocárdica. Este método

tem a habilidade de detectar a reserva contrátil de segmentos com contratilidade alterada com baixas doses de dobutamina e de avaliar a presença de isquemia reversível com altas doses de dobutamina [17]. A análise das imagens adquiridas envolve avaliação da contratilidade segmentar de cada segmento miocárdico, classificando-os como normal (1), hipocinético (2), acinético (3) ou discinético (4). Recente metanálise sumarizou os resultados dos principais estudos envolvendo RMC de estresse com dobutamina [6]. RMC demonstrou sensibilidade de 83% e especificidade de 86% para diagnóstico de lesões coronarianas significativas em pacientes de alto risco para DAC. O valor prognóstico independente da RMC de estresse com dobutamina foi avaliado em estudo de 1369 pacientes seguidos por 44 ±24 meses [18]. Após exclusão de pacientes que tiveram revascularização precoce da análise, a proporção de pacientes com eventos cardíacos (morte de causa cardíaca e IAM não fatal) foi maior nos pacientes com alterações contráteis segmentares induzidas pela dobutamina em comparação aos que não apresentaram estas alterações (8.0 vs. 3.1%, p=0.001; razão de chance de 3.3).

A técnica do realce tardio permite a visualização de regiões hiperintensas causadas pelo acúmulo de contraste no meio extracelular após 10-20 min da injeção do contraste intravenoso. Nas regiões de infarto ocorre ruptura das membranas dos miócitos necróticos, causando concentração maior de contraste nestes locais e tornando as áreas de infarto brancas (sinal intenso) [19]. Steel *et al* [20] demonstrou a importância da combinação do realce tardio e defeito reversível da perfusão no prognóstico dos pacientes. A associação do realce tardio incrementou o poder de avaliação prognóstica do exame, pacientes sem defeitos na perfusão ou realce tardio garantiram uma taxa livre de eventos de 98.1% em 3 anos.

Segundo as recomendações do ACC/AHA, a utilização da RMC para pesquisar isquemia miocárdica em pacientes com dor torácica e probabilidade intermediária de DAC significativa é considerada uma indicação apropriada com escore mediano (7) nos casos em que o ECG não for interpretável e/ou o paciente for incapaz de se exercitar [21].

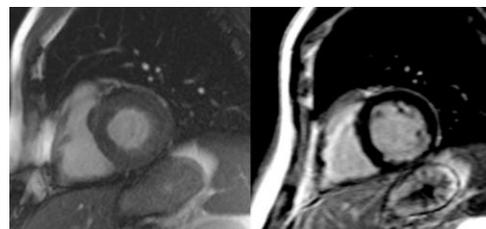
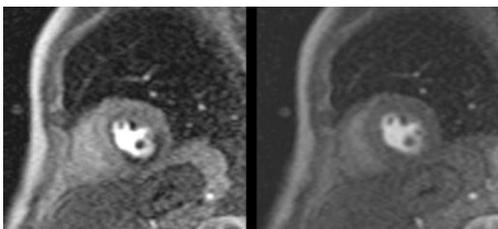


Figura 1. Detecção de isquemia

Imagem superior demonstram déficit perfusional (esq) em parede inferior.

Imagem inferior demonstram contratilidade preservada (esq) e pequena área de necrose subendocárdica (direita)

Indicações da RM cardíaca em pacientes assintomáticos

Exame de perfusão miocárdica pode ser considerado na avaliação do risco cardiovascular em adultos assintomáticos com diabetes ou com forte história de doença cardiovascular na família ou, ainda, quando testes prévios para avaliação de risco sugerem alto risco de desenvolvimento de doença coronariana, tais como escore de cálcio de ≥ 400 (grau de recomendação IIb nível de evidência C) [22].

Existem outras situações clínicas em pacientes assintomáticos que a RMC pode ser amplamente utilizada.

Pacientes com Bloqueio de Ramo Esquerdo (BRE)

A presença de BRE gera interpretação equívoca de isquemia pelo traçado eletrocardiográfico durante teste ergométrico. Em pacientes assintomáticos em que há necessidade de investigar cardiopatia isquêmica e apresentem BRE, testes de imagem com indução de isquemia podem ser utilizados. Entretanto a cintilografia apresenta dificuldade no diagnóstico. A RMC com estresse e perfusão pode ser uma alternativa nestes casos [23].

Pacientes com incapacidade para deambular

A incapacidade de deambular adequadamente devido disfunção física ou mental é contra-indicação relativa a realização de teste ergométrico. A RMC com estresse pode ser uma alternativa nestes pacientes assintomáticos quando necessário a investigação de isquemia.

Miocardíopatia hipertrófica

Pacientes assintomáticos apresentando ECG sugestivo de hipertrofia miocárdica e alteração difusa da repolarização merecem avaliação subsequente para investigação de miocardíopatia hipertrófica. O mesmo se aplica aos pacientes hipertensos que realizam consultas periódicas e que na ecocardiografia fica-se em dúvida quanto a magnitude do acometimento do músculo cardíaco. A RMC, devido a sua elevada resolução espacial, delimita facilmente o endocárdio e o miocárdio, sendo considerada o método padrão-ouro para a quantificação de volumes ventriculares, fração de ejeção (FE) e massa do ventrículo esquerdo [24].

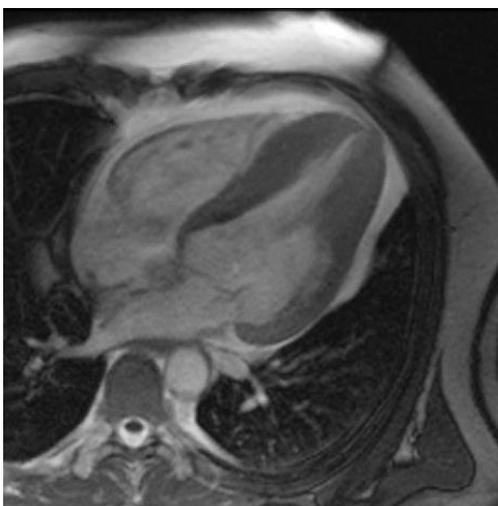


Figura 2. Miocardíopatia hipertrófica apical:

Observa-se hipertrofia do segmento apical das paredes lateral e septal. O segmento basal destas paredes apresentam espessura preservada.

Displasia Arritmogênica do Ventrículo Direito (VD)

Pacientes com extra-sístoles ventriculares freqüentes com origem no VD, taquicardia ventricular (sustentada ou não), ondas epsilon ou prolongamento localizado ($>110\text{ms}$) do complexo QRS em derivações direitas (V1-V3), associados a morte súbita prematura (< 35 anos), devem ser avaliados devido ao risco de doença estrutural no VD [25]. A RMC pode ser utilizada na investigação da displasia arritmogênica do ventrículo direito (DAVD) [26]. Os critérios diagnósticos da DAVD estão bem estabelecidos, sendo possível visualizar o afilamento da parede miocárdica, as alterações da contratilidade segmentar e global do miocárdio, presença de aneurisma no ventrículo direito, áreas de infiltração

fibrogordurosa no miocárdio e no realce tardio da RMC. Importante destacar que a infiltração fibrogordurosa não é considerado um sinal definitivo de doença, pois pode ocorrer em outras circunstâncias [27]. A RMC é sugerida por muitos autores como padrão-ouro no diagnóstico da DAVD e utilizada em substituição biópsia [28].

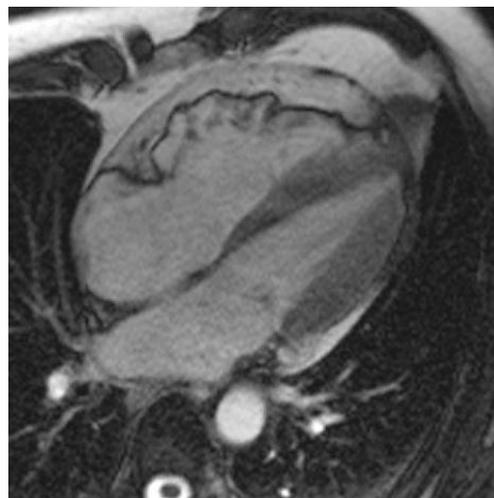


Figura 3. Displasia de VD:

Corte apical 4 câmaras em sístole. O ventrículo direito está dilatado e há múltiplos aneurismas saculares na parede livre.

Doença infiltrativa do miocárdio

A infiltração granulomatosa do coração é geralmente assintomática, mas pode causar distúrbios de condução, arritmias e em alguns casos insuficiência cardíaca. Os pacientes com sarcoidose podem ser assintomáticos em até 12% dos casos [29]. Acredita-se que os distúrbios do ritmo estejam relacionados às áreas de fibrose. Há uma tendência à infiltração da parte septal basal do ventrículo esquerdo. Do ponto de vista diagnóstico, a RM pode fornecer importantes subsídios e, em alguns casos, evitar a necessidade de biópsia endomiocárdica [30].

A hemocromatose deve ser investigada em pacientes assintomáticos que tenham parentes de primeiro grau com tal patologia ou em pacientes cujos exames mostrem elevação de marcadores séricos para o ferro [31]. Recentemente, a RM tem se mostrado útil na avaliação de depósitos de ferro no miocárdio, através da medida do $T2^*$ ou o tempo de relaxamento de ferro sensível na RM. Há estudos que validam a correlação da biópsia endomiocárdica com as medidas de $T2^*$. Uma diminuição no $T2^*$ indica sobrecarga de ferro e está relacionada à disfunção do ventrículo esquerdo e ao aumento dos volumes e massas ventriculares, provendo validação clínica dessa técnica. [32].

Tumores e massas cardíacas

Os tumores cardíacos são geralmente diagnosticados após a realização da ecocardiografia transtorácica, sendo frequentemente um achado incidental. A ecocardiografia apresenta informações sobre a localização do tumor, sua origem, sua extensão e sua ressecabilidade. A RMC pode fornecer informações adicionais que permitem caracterização mais completa da massa. Permite melhor determinação da relação entre tumor e estruturas adjacentes, como infiltração pericárdica, fundamental para o planejamento cirúrgico. A RMC também auxilia na caracterização tecidual da massa, de grande valor no diagnóstico do tipo de neoplasia em questão [24].

Avaliação da Função Ventricular

A técnica de cine-RM é realizada em apnéia para avaliação detalhada da função regional do ventrículo esquerdo (VE). A RMC é o método padrão de referência para análise de parâmetros geométricos cardíacos e para a análise seriada ao longo do tempo de suas modificações. Sua reprodutibilidade tem sido relatada como superior ao ecocardiograma e à cintilografia miocárdica (*gated* SPECT) [33]. A RMC possui a vantagem de apresentar boa delimitação das bordas endocárdicas e do espessamento sistólico, por conseguinte é o padrão-ouro para a quantificação de volumes ventriculares, fração de ejeção (FE) e massas cardíacas [34, 35].

A avaliação cardíaca é crucial nos pacientes em tratamento oncológico, sendo proposto que além do acompanhamento clínico seja feita a determinação da fração de ejeção ventricular esquerda por meio de ecocardiografia, ventriculografia por radionuclídeo e/ou RMC. Medidas imediatas, como descontinuar ou modificar a quimioterapia, usar drogas cardioprotetoras ou tratar a disfunção ventricular, devem ser iniciadas quando os índices de função ventricular se alteram, antes mesmo que o paciente apresente sinais e sintomas de insuficiência cardíaca. A biópsia endomiocárdica continua sendo o padrão-ouro para o diagnóstico, porém, não tem sido mais indicada em virtude da elevada acurácia dos métodos diagnósticos não invasivos atualmente disponíveis [36].

Avaliação da aorta

A RM é um exame de alta acurácia, com sensibilidade e especificidade semelhantes à tomografia computadorizada, considerada hoje o método padrão-ouro para

avaliação da aorta. Como não utiliza radiação ionizante ou contraste iodado, a RM parece ser ideal para pacientes que necessitam exames de repetição no seguimento clínico, como os pacientes portadores de síndrome de Marfan [32] e naqueles com alergia ao contraste. A RM pode ser útil para definição e localização de aneurismas, erosões, úlceras e dissecções, além de auxiliar no seguimento pós-cirúrgico de processos envolvendo a aorta e estruturas adjacentes. Nos casos de aortite, a RM pode detectar inflamação da parede e fornecer dados de espessura da parede aórtica para avaliação da resposta ao tratamento

Ventrículo Esquerdo não-compactado.

O miocárdio não compactado (MNC) é uma miocardiopatia primária genética [37], caracterizada por trabeculações numerosas e proeminentes e recessos intertrabeculares que penetram profundamente no miocárdio. Esta patologia pode evoluir, em crianças e adultos, desde a forma assintomática até disfunção sistólica, embolização ou arritmias [38,39]. No início do estudo da não-compactação do ventrículo esquerdo, acreditava-se ser a ecocardiografia o exame de escolha para o diagnóstico desta patologia. Porém, a medida que ocorreram avanços na área de estudo da RMC, constatou-se que esta apresenta uma imagem de qualidade superior[40]. A RM permite a confirmação diagnóstica, com delineamento entre o tecido compactado e o não compactado [39,41]. É considerada diagnóstico de MNC a relação NC/C>2,3 na diástole [42,43].



Figura 4. Ventrículo esquerdo não-compactado:

Corte apical 4 câmaras em diástole. Há intensa trabeculação junto à parede lateral médio-apical e ponta do ventrículo esquerdo.

Conclusão

Apesar da RM cardíaca parecer um método diagnóstico complexo, as imagens obtidas durante o exame são de fácil compreensão e com grande riqueza de detalhes, auxiliando o médico cardiologista na prática clínica. Nos últimos anos seu uso tem crescido exponencialmente, abrangendo diversas situações clínicas. Nos pacientes assintomáticos a RMC pode fornecer informações sobre isquemia, estrutura, função e fibrose num só exame, sem a necessidade de utilizar radiação ionizante.

Fica evidente, então, o relevante papel que a RMC desempenha no paciente assintomático e, também, vem se estabelecendo como método de imagem seguro, prático e eficaz na cardiopatia isquêmica.

Referências

1. Ferreira FGM, Nacif MS. Cap.1 Introdução. Ferreira FGM, Nacif MS. Manual de técnicas em ressonância magnética. Rio de Janeiro. Editora Rubio, 2011:7.
2. Sensky PR, Jivan A, Hudson NM, et al. Coronary artery disease: combined stress MR imaging protocol one-stop evaluation of myocardial perfusion and function. *Radiology* 2000;215:608-14.
3. Schneider G, Fries P, Ahlhelm F, Kindermann I, Kramann B, Bohm M. Contrast-enhanced cardiac MR imaging. *Eur Radiol* 2003;13 Suppl 3:N11-8.
4. Kirchin MA, Runge VM. Contrast agents for magnetic resonance imaging: safety update. *Top Magn Reson Imaging* 2003;14:426-35.
5. Rochitte CE, Pinto IMF, Fernandes JL, et al. I Diretriz de Ressonância e Tomografia Cardiovascular da Sociedade Brasileira de Cardiologia. *Arq. Bras. Cardiol.* vol.86 no.3 São Paulo Sept. 2006 e60-100
6. Nandalur KR, Dwamena BA, Choudhri AF, Nandalur MR, Carlos RC.

Diagnostic performance of stress cardiac magnetic resonance imaging in the detection of coronary artery disease: A meta-analysis. *Journal of the American College of Cardiology.* 2007;50:1343-1353

7. Lopes AC. Seção 6 Cap.47 Novos Métodos de Imagem Cardíacos: Ressonância Magnética e Tomografia Computadorizada. Rochitte CE, Zaparoli M, Ribeiro FLR. Tratado de clínica médica. São Paulo. Ed Roca. 2006:466.

8. Gerber BL, Raman SV, Nayak K Epstein FH, Ferreira P, Axel L, et al. Myocardial first-pass perfusion cardiovascular magnetic resonance: history, theory and current state of the art. *J Cardiovasc Magn Reson.* 2008;10:18.

9. Nagel E, Klein C, Paetsch I, Hettwer S, Schnackenburg B, Wegscheider K, Fleck E. Magnetic resonance perfusion Measurements for the noninvasive detection of coronary artery disease. *Circulation.* 2003;108:432-437.

10. Ishida N, Sakuma H, Motoyasu M, Okinaka T, Isaka N, Nakano T, Takeda K. Noninfarcted myocardium: Correlation between dynamic First pass contrast-enhanced myocardial mr imaging and quantitative coronary angiography. *Radiology.* 2003;229:209-216

11. Schwitzer J, Nanz D, Kneifel S, Bertschinger K, Buchi M, Knusel PR, Marincek B, Luscher TF, von Schulthess GK. Assessment of Myocardial perfusion in coronary artery disease by magnetic resonance: A comparison with positron emission tomography and coronary angiography. *Circulation.* 2001;103:2230-2235.

12. Schwitter J, Wacker CM, van Rossum AC, Lombardi M, Al-Saadi N, Ahlstrom H, Dill T, Larsson HB, Flamm SD, Marquardt M, Johansson L. Mr-impact: Comparison of perfusion-cardiac magnetic resonance with single-photon emission computed tomography for the detection of coronary artery disease in a multicentre, multivendor, randomized trial. *Eur Heart J*. 2008;29:480-489.
13. Greenwood J, Maredia N, Younger JF, et al. Cardiovascular magnetic resonance and single-photon emission computed tomography for diagnosis of coronary heart disease (CE-MARC): A prospective trial. *The Lancet* 2012; 379: 9814, pag. 453- 460.
14. Hamon M, Fau G, Née G, Ehtisham J, Morello R, Hamon M. Meta-analysis of the diagnostic performance of stress perfusion cardiovascular magnetic resonance for detection of coronary artery disease *Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance*. 2010;12:1-10.
15. Jahnke C, Nagel E, Gebker R, Kokocinski T, Kelle S, Manka R, Fleck E, Paetsch I. Prognostic value of cardiac magnetic resonance stress tests: Adenosine stress perfusion and dobutamine stress wall motion imaging *Circulation*. 2007;115:1769-1776
16. Bodi V, Husser O, Sanchis J, Nunez J, Monmeneu JV, Lopez-Lereu MP, Bosch MJ, Rumiz E, Minana G, Garcia C, Diago JL, Chaustre F, Moratal D, Gomez C, Aguilar J, Chorro FJ, Llacer A. Prognostic implications of dipyridamole cardiac mr imaging: A prospective multicenter registry. *Radiology*. 2012;262:91-100.
17. Kuijpers D, Janssen CH, van Dijkman PR, Oudkerk M. Dobutamine stress MRI. Part I. Safety and feasibility of dobutamine cardiovascular magnetic resonance in patients suspected of myocardial ischemia. *Eur Radiol*. 2004 Oct;14(10):1823-8.
18. Kelle S, Hamdan A, Schnackenburg B, Kohler U, Klein C, Nagel E, et al. Dobutamine stress cardiovascular magnetic resonance at 3 Tesla. *J Cardiovasc Magn Reson*. [Evaluation Studies Research Support, Non-U.S. Gov't]. 2008;10:44.
19. Rochitte CE, Pinto IMF, Fernandes JL, et al. I Diretriz de Ressonância e Tomografia Cardiovascular da Sociedade Brasileira de Cardiologia. *Arq. Bras. Cardiol*. vol.86 no.3 São Paulo Sept. 2006: 197.
20. Steel K, Broderick R, Gandla V, Larose E, Resnic F, Jerosch-Herold M, Brown KA, Kwong RY. Complementary prognostic values of stress myocardial perfusion and late gadolinium enhancement imaging by cardiac magnetic resonance in patients with known or suspected coronary artery disease. *Circulation*. 2009;120:1390-1400.
21. Paola AAV de, Barbosa MM, Guimarães JI, et al. Seção 11 Cap 1 Imagem não Invasiva: Ressonância Magnética Cardíaca. Barros Pena JL. Livro-texto da Sociedade Brasileira de Cardiologia. Barueri. Editora Manole, 2012:368.

22. Greenland P, Alpert JS, Beller GA, et al. American College of Cardiology Foundation; American Heart Association. 2010 ACCF/AHA guideline for assessment of cardiovascular risk in asymptomatic adults: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *J Am Coll Cardiol.* 2010 Dec 14;56(25):e50-103.
23. Lubbers DD, Janssen CH, Kuijpers D, van Dijkman PR, Overbosch J, Willems TP, Oudkerk M. The additional value of first pass myocardial perfusion imaging during peak dose of dobutamine stress cardiac MRI for the detection of myocardial ischemia. *Int J Cardiovasc Imaging.* 2008 Jan;24(1):69-76. Epub 2007 Jun 14.
24. Rochitte CE, Magalhães Andrade AC, Coelho Filho OR. Ressonância Magnética em Cardiologia: importância do método e perspectivas futuras. *PROCARDIOL.* Editora artmed, 2007:172.
25. McKenna WJ, Thiene G, Nava A, Fontaliran F, Blomstrom-Ludqvist C, Fontaine G, et al. Diagnosis of arrhythmogenic right ventricular dysplasia/cardiomyopathy. Task Force of the Working Group Myocardial and Pericardial Disease of the European society of cardiology and of the Scientific Council on Cardiomyopathies of the International Society and Federation of Cardiology. *Br Heart J* 1994 Mar;71(3):215-8.
26. Blake LM, Scheinman MM, Higgins CB. MR features of arrhythmogenic right ventricular dysplasia. *AJR Am J Roentgenol.* 1994 Apr;162(4):809-12.
27. Burke AP, Farb A, Tashko G, Virmani R. Arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy and fatty replacement of the right ventricular myocardium: are they different disease? *Circulation* 1998 Apr 28;97(16):1571-80.
28. Bluemke DA, Krupinski EA, Ovitt T, Gear K, Unger E, Axel L, et al. MR imaging arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy: morphologic findings and interobserver reliability. *Cardiology.* 2003;99:153-62.
29. Correia da Silva LC, Hertz FT, Cruz DB, Caraver F, Fernandes JC, Fotuna FP, et al. Sarcoidose no sul do Brasil: estudo de 92 pacientes. *J Bras pneumol.* 2005;31(5):398-406.
30. Paola AAV de, Barbosa MM, Guimarães JI, et al. Seção 34 Cap 1 O coração nas doenças sistêmicas. Good God EM, Montenegro S. Livro-texto da Sociedade Brasileira de Cardiologia. Barueri. Editora Manole, 2012:1501.
31. Wood JC, Otto-Duessel M, Aguilar M, Nick H, Nelson MD, Coates TD, et al. Cardiac iron determines cardiac T2*, T2, and T1 in the gerbil model of iron cardiomyopathy. *Circulation.* 2005 Jul 26;112(4):535-43. Epub 2005 Jul 18.

32. Rochitte CE, Magalhães Andrade AC, Coelho Filho OR. Ressonância Magnética em Cardiologia: importância do método e perspectivas futuras. PROCARDIOL. Editora artmed, 2007:171.
33. Chuang ML, Hibberd MG, Salton CJ, Beaudin RA, Riley MF, Parker RA, et al. Importance of imaging method over imaging modality in noninvasive determination of left ventricular volumes and ejection fraction: assessment by two- and three-dimensional echocardiography and magnetic resonance imaging. J Am Coll Cardiol 2000;35:477-84.
34. Hundley WG, Morgan TM, Neagle CM, Hamilton CA, Rerkpattanapipat P, Link KM. Magnetic resonance determination of cardiac prognosis. *Circulation*. 2002;106:2328-2333.
35. Pennell DJ, Sechtem UP, Higgins CB, Manning WJ, Pohost GM, Rademakers FE, et al. Clinical indications for cardiovascular Magnetic resonance (CMR): consensus panel report. Eur Heart J. 2004 Nov;25(21):1940-65.
36. Paola AAV de, Barbosa MM, Guimarães JI, et al. Seção 35 cap.1 Tratamento oncológico e cardiotoxicidade. Andrade J. Livro-texto da Sociedade Brasileira de Cardiologia. Barueri. Editora Manole, 2012:1520.
37. Okutlu S, Ayabakan C, Celiker A, Elshershari H. Noncompaction of ventricular myocardium: a study of twelve patients. J Am Soc Echocardiogr. 2002;15(12):1523-8.
38. Ritter M, Oechslin E, Sütsch G, Attenhofer C, Schneider J, Jenni R. Isolated noncompaction of the myocardium in adults. Mayo Clin Proc. 1997;72(1):26-31.
39. Bax JJ, Atsma DE, Lamb HJ, Rebergen AS, Bootsma M, Voogd PJ, et al. Noninvasive and invasive evaluation of noncompaction cardiomyopathy. J cardiovasc Magn Reson. 2002;4(3):353-7.
40. Maron BJ, Towbin JÁ, Thiene G, Antzelevitch C, Corrado D, Arnett D, et al. Contemporary definitions and classifications of the cardiomyopathies: na American Heart Association Scientific Statement from the council on Clinical cardiology, Heart Failure

and Transportation Committee; Quality of care and
Outcomes

Research and Functional Genomics and
Translational Biology

Interdisciplinary Working Groups and Council on
Epidemiology

and Prevention. *Circulation*. 2006;113(14):1807-16.

41. McCrohon JÁ, Richmond DR, Pennell DJ, et al.
Images in

cardiovascular medicine. Isolated noncompaction of
the

miocardium: a rarity or a missed diagnosis?
Circulation.

2002;106:e22-3.

42. Marziliano N, Mannarino S, Nespoli L, Diegoli M,
Pasotti M, Malattia

C, et al. Barth syndrome associated with compound
hemizygoty

and heterozygoty of the TAZ and LDB3 genes. *Am
J Med Genet*

A. 2007;143(9):907-15.

43. Petersen SE, Selvanayagam JB, Wiesmann F,
Robson MD, Francis

JM, Anderson RH, et al. Left ventricular non-
compacton: insights

from cardiovascular magnetic resonance imaging. *J
Am Coll*

Cardiol. 2005;46(1):101-5