

## Avaliação da Função do Ventrículo Direito e Fibrose Miocárdica por Ressonância Magnética Cardíaca em Pacientes com Infarto do Miocárdio da Parede Inferior

*Assessment of Right Ventricle Function and Myocardial Fibrosis by Cardiovascular Magnetic Resonance in Patients with Inferior Wall Myocardial Infarction*

Priscila Neri Lacerda,<sup>1</sup> Rafael Fernandes Almeida,<sup>2</sup> Fernanda Gabriella Figueiredo Pinto,<sup>2</sup> Adilson Machado Gomes Júnior,<sup>1</sup> Jéssica Mendes Santos,<sup>1</sup> Cristiano Ricardo Bastos de Macêdo,<sup>2</sup> André Maurício Souza Fernandes,<sup>2</sup> Roque Aras Júnior<sup>2</sup>

Universidade Federal da Bahia (UFBA);<sup>1</sup> Hospital Ana Neri,<sup>2</sup> Salvador, BA – Brasil

### Resumo

**Fundamentos:** Disfunção do ventrículo direito (VD) é observada em 30-50% dos pacientes com infarto do miocárdio na parede inferior (IM-I) e é fator preditor de mortalidade precoce. A fibrose miocárdica está associada com disfunção ventricular progressiva e prognóstico grave. Nesses pacientes, a ressonância magnética cardíaca (RMC) é um importante método de estratificação de risco.

**Objetivos:** Avaliar a associação entre disfunção do VD e fibrose miocárdica em pacientes com IM-I por RMC.

**Métodos:** Estudo coorte realizado em um centro de cardiologia de referência. Quarenta indivíduos com IM-I foram incluídos no estudo. RMC foi realizada durante a internação para estimar função do VD e quantificar fibrose miocárdica pela técnica de realce tardio com gadolínio (TRT). Os pacientes foram estratificados quanto à função ventricular, e características clínicas foram comparadas entre os grupos.

**Resultados:** Quarenta pacientes foram incluídos no estudo, 75% eram homens e 43% idosos (idade  $\geq$  60 anos). Entre os fatores de risco cardiovasculares, hipertensão (45%) e tabagismo (33%) foram os mais prevalentes. A disfunção do VD estava presente em 33% dos pacientes. A massa de fibrose média foi  $22 \pm 12$  g nos pacientes com disfunção do VD e  $15 \pm 8$  g nos pacientes com função ventricular preservada ( $p = 0,051$ ).

**Conclusões:** Os resultados deste estudo indicam uma possível associação entre disfunção do VD e fibrose miocárdica nos pacientes com IM-I. No entanto, outros estudos envolvendo um maior número de pacientes são necessários para confirmar nossos achados. (Int J Cardiovasc Sci. 2017;30(2):109-116)

**Palavras-chave:** Infarto Miocárdico; Espectroscopia; Ressonância Magnética; Fibrose.

### Abstract

**Background:** Right ventricular dysfunction (RVD) can be found in 30-50% of patients with inferior wall myocardial infarction (I-MI) and predicts early mortality. Myocardial fibrosis is associated with progressive ventricular dysfunction and severe prognosis. In these patients, cardiovascular magnetic resonance (CMR) is an important risk stratification method.

**Objectives:** This study sought to evaluate the association between RVD and myocardial fibrosis in patients with I-MI, using CMR.

**Methods:** Cohort study conducted in a prominent center of cardiology. Forty individuals with I-MI were included in the study. CMR was performed during hospitalization to estimate parameters of right ventricle function and to quantify myocardial fibrosis through late gadolinium enhancement (LGE) technique. Patients were stratified by ventricular function, and clinical characteristics were compared between study groups.

**Results:** Forty patients were included in the study, 75% were male and 43% elderly (age  $\geq$  60 years). Hypertension (45%) and smoking (33%) were the most prevalent cardiovascular risk factors. RVD was found in 33% of patients. Mean fibrosis mass was  $22 \pm 12$  g in patients with RVD compared with  $15 \pm 8$  g in patients with preserved ventricular function ( $p = 0.051$ ).

**Conclusions:** The findings of our study indicate a possible association between RVD and myocardial fibrosis in patients with I-MI. However, further studies with larger series are needed to confirm our findings. (Int J Cardiovasc Sci. 2017;30(2):109-116)

**Keywords:** Myocardial Infarction; Spectroscopy; Magnetic Resonance Imaging; Fibrosis.

Full texts in English - <http://www.onlineijcs.org>

**Correspondência:** Priscila Neri Lacerda

Rua Reitor Miguel Calmon, s/n. CEP 40110-100. Vale do Canela, Salvador, BA – Brasil

E-mail: priscilanlacerda@hotmail.com

## Introdução

A disfunção do ventrículo direito (VD) é encontrada em 30-50% dos pacientes com infarto do miocárdio de parede inferior (IM-I), e pode estar associada a bloqueio atrioventricular, instabilidade hemodinâmica e mortalidade intra-hospitalar.<sup>1,2</sup> Nesses pacientes, a detecção precoce do comprometimento do VD exerce um papel chave no planejamento da melhor estratégia de tratamento e na determinação de um prognóstico favorável.<sup>1-3</sup>

A avaliação do VD por ecocardiografia é considerada difícil tecnicamente dada à limitação da janela acústica e características anatômicas próprias do VD.<sup>3,4</sup> O método de ressonância magnética cardíaca (RMC) permite a visualização do VD de forma precisa e, por esse motivo, é considerado o método de escolha para se definir a extensão do dano no miocárdio e estimar o déficit funcional por meio de medidas altamente precisas e reprodutíveis.<sup>3-6</sup>

Após o infarto do miocárdio, o remodelamento cardíaco envolve uma reação inflamatória seguida de cicatrização no local do infarto.<sup>7</sup> No entanto, o processo fibrótico causa rigidez do miocárdio e está associado com disfunção ventricular progressiva e mau prognóstico.<sup>7,8</sup> A RMC pela técnica de realce tardio (TRT) tem sido amplamente utilizada em um grande número de estudos como o método de escolha para detecção e medida de fibrose miocárdica.<sup>9-12</sup>

Em pacientes com IM-I, portanto, a RMC foi estabelecida como o método de imagem padrão-ouro na avaliação da função do VD e da fibrose no miocárdio.<sup>9-12</sup> O presente estudo teve como objetivo avaliar a associação entre fibrose miocárdica e disfunção do VD em pacientes com IM-I, através de RMC.

## Métodos

### População do estudo

Cinquenta e sete pacientes com infarto agudo do miocárdio com supradesnivelamento do segmento ST e envolvimento da parede inferior (supradesnivelamento do segmento ST nas derivações D2, D3 e aVF no eletrocardiograma) foram recrutados prospectivamente no Hospital Ana Neri, Brasil, entre janeiro e dezembro de 2014. Pacientes que possuíam implantes metálicos incompatíveis com RMC, taxa de filtração glomerular (TFG) < 30 mL/min, claustrofobia grave ou hipersensibilidade ao gadolínio foram excluídos.

Dados clínicos incluindo idade, sexo, história familiar, comorbidades e fatores de risco cardiovasculares foram coletados retrospectivamente dos prontuários médicos. A RMC foi realizada durante a internação hospitalar para estimar os parâmetros de função do VD e para quantificar fibrose miocárdica. Foram medidos fração de ejeção do VD (FEVD), volume sistólico final, e volume diastólico final para estimar a função ventricular. A RMC através da TRT foi usada para medir fibrose miocárdica na parede inferior. Os pacientes foram estratificados quanto à função ventricular, e 'disfunção' do VD foi considerada como FEVD inferior a 40%.

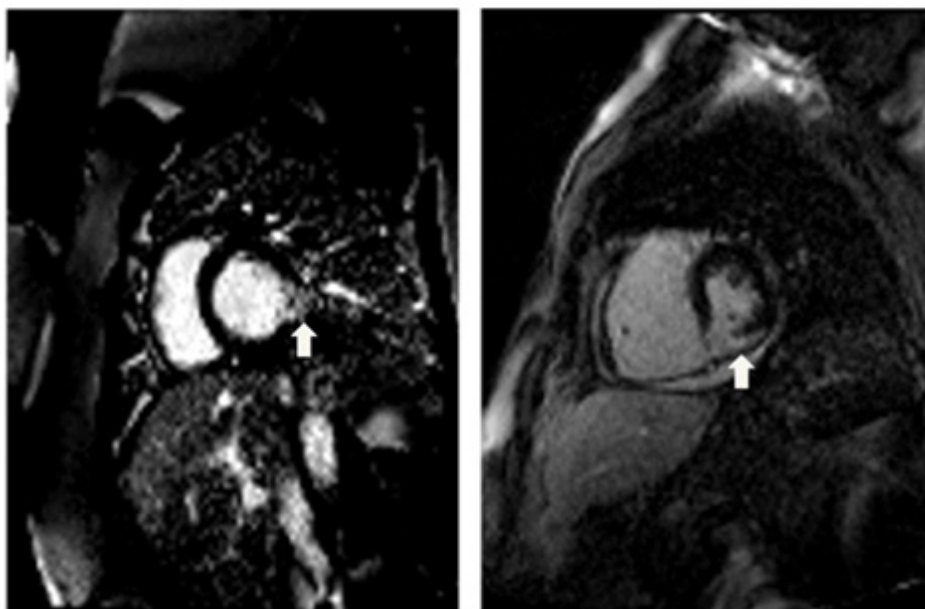
O estudo foi aprovado pela comissão de ética da instituição e pelo Comitê de Ética Nacional. Consentimento informado foi obtido de todos os pacientes.

### Exame de RMC

O exame de RMC foi realizado com os pacientes na posição supina, utilizando um aparelho de 1,5 T de todo o corpo (Avanto, Siemens Medical Solutions, Alemanha). Foi utilizada uma bobina de 8 canais para recepção dos sinais. Imagens exploratórias (*scout images*) foram obtidas para orientar a aquisição das imagens em quatro câmaras, três câmaras, duas câmaras, bem como cine-RM em eixo curto. Imagens do eixo curto em precessão livre no estado de equilíbrio (*steady-state free precession, SSFP*), sincronizadas com ECG, foram obtidas dos ventrículos, em apneia, com 20 imagens por ciclo cardíaco. Os parâmetros de aquisição foram: espessura de corte de 8 mm, campo de visão (FOV) de 300, matriz 128 x 128.

Conjuntos de imagens foram adquiridos utilizando-se de 8 a 12 cortes no plano do eixo curto (espessura do corte de 8 mm; intervalo entre os cortes de 2 mm), permitindo a cobertura de todo o volume cardíaco.

A RMC através da TRT permitiu a avaliação da fibrose miocárdica, como apresentado na Figura 1. Após a administração em *bolus* do contraste (Gadodiamide, Omniscan™, GE Healthcare) na dose de 0,2 mmol/kg, foram adquiridas imagens ponderadas em T1 por sequência inversão-recuperação, e gradiente-eco rápida com pequenos ângulos de excitação (tempo de eco 4,8 ms; tamanho do voxel 1.4x2.4x7 mm, ângulo de inclinação - *flip angle* - de 20°). O tempo de inversão foi cuidadosamente ajustado para "anular" o miocárdio normal, isto é, para otimizar o contraste entre o miocárdio normal e o infartado. Segmentos com realce tardio > 50% da espessura da parede foram considerados inviáveis.



**Figura 1** – Imagens de ressonância magnética cardíaca pela técnica de realce tardio de pacientes com infarto do miocárdio da parede inferior (setas brancas indicam fibrose miocárdica na parede inferior).

### Análise da RMC

Massa, volume e função sistólica ventricular, incluindo a FEVD, foram analisados pelas imagens obtidas por cine-RM e pelo programa ARGUS 4D VF. As imagens (*frames*) correspondentes às áreas sistólicas e diastólicas finais foram consideradas como a menor e a maior área da cavidade, respectivamente. Os contornos dos ventrículos foram manualmente traçados nas imagens sistólica e diastólica, considerando-se no mínimo 8 cortes da base ao ápice.

As regiões de interesse foram traçadas manualmente nas áreas de fibrose (Figura 2). A massa da fibrose foi obtida multiplicando-se essa área pela espessura do corte e pela densidade do miocárdio (1,05 g/ml).

### Análise estatística

As variáveis contínuas com distribuição normal foram expressas em média  $\pm$  DP, e aquelas sem distribuição normal em mediana e intervalo interquartil. A normalidade da variável foi testada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov. As variáveis categóricas foram apresentadas como contagens e porcentagens do total. As variáveis contínuas foram comparadas pelo teste *t* de Student para amostras independentes e as variáveis categóricas pelo teste exato de Fisher.

O teste de correlação de Pearson foi aplicado para avaliar associação entre disfunção do VD e fibrose. Regressão logística multivariada foi realizada para determinar os preditores da disfunção do VD. Valores de  $p < 0,05$  foram considerados significativos. Análise estatística foi realizada pelo programa *Statistical Package for the Social Sciences*, versão 17.0.

### Resultados

Cinquenta e sete pacientes foram selecionados entre janeiro e dezembro de 2014 seguindo nossos critérios de inclusão. O exame de RMC foi realizado em 40 pacientes, e 17 foram excluídos devido à impossibilidade de realização do exame ou aspectos técnicos de seus exames (Figura 3).

Dos 40 pacientes incluídos no estudo, 30 (75%) eram do sexo masculino, e 18 (45%) eram idosos (idade  $\geq$  60 anos) (Tabela 1). Vinte e dois pacientes (55%) eram hipertensos, 12 (30%) apresentavam doença arterial coronariana, 10 (25%) diabetes mellitus, 10 (25%) insuficiência cardíaca, 10 (25%) eram obesos, e 8 (20%) apresentavam dislipidemia. Além disso, 16 pacientes (40%) tinham história de tabagismo, e 3 pacientes (8%) história de acidente vascular cerebral (Gráfico 1).

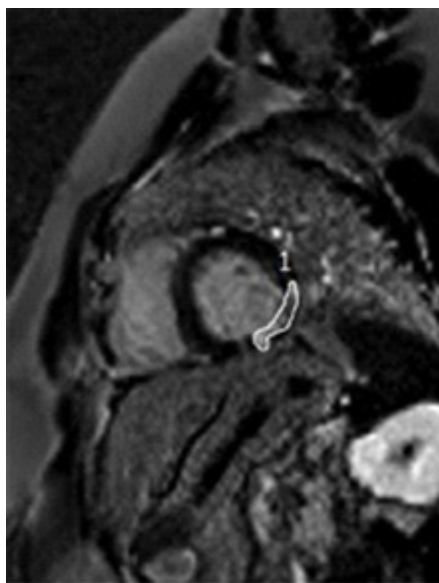


Figura 2 – Medida da fibrose cardíaca pela técnica de realce tardio (1: área de fibrose).

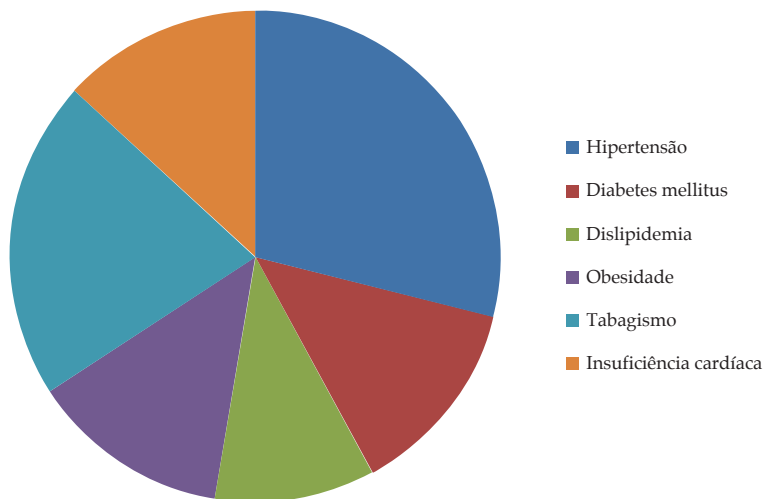
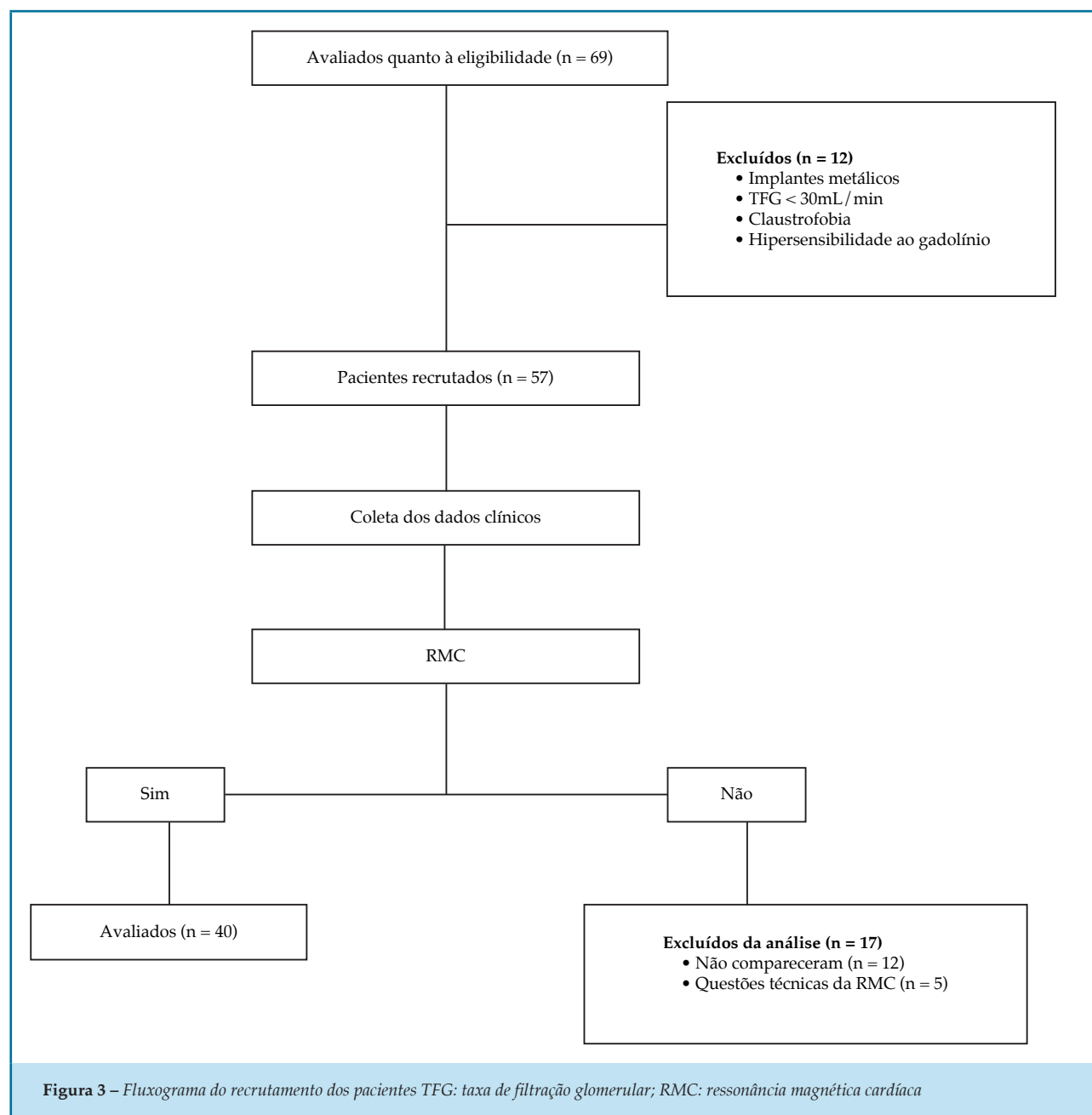


Gráfico 1 – Prevalência dos fatores de risco cardiovasculares.

A Tabela 2 descreve a função do VD e as variáveis analisadas por RMC através da TRT. O volume sistólico final médio foi  $45 \pm 24$  mL, o volume diastólico final médio foi  $84 \pm 34$  mL, e a fração de ejeção média foi  $44 \pm 12\%$ . Treze pacientes apresentaram disfunção do VD. A

área de fibrose média obtida por RMC foi  $20 \pm 12$  mm<sup>2</sup>, a massa de fibrose média foi  $17 \pm 10$  g, e a média de segmentos não viáveis foi  $3 \pm 2$ .

De acordo com a correlação de Pearson, a massa de fibrose e a FEVD estavam indiretamente correlacionadas,



porém, sem significância estatística ( $r = -0,3$ ;  $p = 0,08$ ). A análise por regressão logística multivariada mostrou que idade, sexo e hipertensão estavam positivamente correlacionados com FEVD, enquanto que dislipidemia e diabetes estavam negativamente correlacionados, sem significância estatística (Tabela 3). Além disso, havia uma correlação negativa entre FEVD e massa de fibrose ( $p = 0,05$ ).

Os pacientes foram estratificados por função do VD, e ambos os grupos do estudo possuíam características clínicas similares (Tabela 4). O teste  $t$  de Student mostrou que a área média de fibrose e a massa média de fibrose eram maiores no grupo de pacientes com disfunção do VD ( $p = 0,092$ ,  $p = 0,051$ , respectivamente). Não houve diferença estatisticamente significativa no número de segmentos não viáveis entre os grupos.

**Tabela 1 – Características clínicas da população estudada**

Variáveis	n = 40
<b>Demográficas</b>	
Idade (média ± SD)	58 ± 8
Idade ≥ 60 (n, %)	18 (45)
Homens (n, %)	30 (75)
<b>Clínicas</b>	
Hipertensão arterial sistêmica (n, %)	22 (55)
Diabetes mellitus (n, %)	10 (25)
Dislipidemia (n, %)	8 (20)
Obesidade (n, %)	10 (25)
Tabagismo (n, %)	16 (40)
Insuficiência cardíaca (n, %)	10 (25)
Acidente vascular cerebral (n, %)	3 (8)
Doença arterial coronariana (n, %)	12 (30)

## Discussão

Estudos recentes investigaram o impacto negativo da disfunção do VD em pacientes com IM-I, uma vez que essa condição é considerada um preditor de mortalidade independente nesses pacientes.<sup>13</sup> A avaliação da disfunção do VD bem como de seus preditores permite a identificação precoce de indivíduos com maior chance de atingirem piores desfechos e pior prognóstico. O presente estudo está de acordo com estudos prévios,<sup>14-17</sup> ao confirmar a capacidade da RMC de avaliar precisamente a função do VD, e quantificar fibrose miocárdica.

Em nosso grupo de pacientes, composto majoritariamente de homens e idosos, hipertensão foi o fator de risco cardiovascular mais prevalente (55%), seguido de tabagismo (40%), diabetes mellitus (25%), e insuficiência cardíaca (25%). Smarz et al.<sup>18</sup> relataram uma prevalência similar desses fatores de risco cardiovasculares em uma amostra de 90 pacientes com IM-I, com exceção de dislipidemia, cuja prevalência foi de 70%, diferentemente da encontrada em nosso estudo, de 20%.

No presente estudo, a disfunção do VD foi evidente em 33% dos casos com IM-I, similar à prevalência de 32% relatada em estudos prévios com 50 pacientes com IM-I.<sup>19,20</sup> Considerando que as características

**Tabela 2 – Função ventricular e variáveis analisadas por ressonância magnética cardíaca através da técnica de realce tardio**

Variáveis	n = 40
Fração de ejeção (%)	44 ± 12
Fração de ejeção < 40 (n, %)	13 (33)
Volume sistólico final (ml)	45 ± 24
Volume diastólico final (ml)	84 ± 34
Segmentos não viáveis	3 ± 2
Área de fibrose (mm <sup>2</sup> )	20 ± 12
Massa de fibrose (g)	17 ± 10

clínicas eram similares entre pacientes com disfunção do VD e pacientes com função ventricular preservada, nosso estudo pôde investigar, com relativa precisão, a associação entre função do VD e fibrose miocárdica.

Nosso estudo mostrou uma correlação negativa entre FEVD e variáveis como tabagismo, dislipidemia, diabetes e massa de fibrose. A análise revelou uma forte tendência à associação entre FEVD e massa de fibrose ( $p = 0,05$ ), indicando que uma maior massa de fibrose está relacionada a menor FEVD. Esse resultado sugere a fibrose como um possível preditor de disfunção do VD.

Além disso, o presente estudo demonstrou uma tendência importante à maior massa de fibrose em pacientes com disfunção do VD em comparação aos pacientes com função ventricular preservada ( $22 \pm 12$  g vs  $15 \pm 8$  g,  $p = 0,051$ ). Tal resultado indica uma possível associação entre disfunção do VD e fibrose miocárdica na parede inferior, com importância clínica e prognóstica em pacientes com IAM-I. Associação semelhante foi relatada em estudo de Kaandorp et al.,<sup>21</sup> cujos resultados mostraram valores superiores de volume diastólico final do VD no grupo de pacientes com maiores valores médios da massa de fibrose.

O pequeno tamanho da nossa amostra é a principal limitação dos nossos achados. Outra importante limitação é o número de pacientes excluídos (30%) por falta de dados da RMC. Portanto, outros estudos com maior número de pacientes são necessários para confirmar nossos achados.



**Tabela 3 – Preditores de modelo de regressão da disfunção ventricular direita**

Variáveis	B	P
Massa de fibrose	-0,167	0,05
Idade	0,048	0,503
Sexo	0,148	0,927
Tabagismo	-3,883	0,075
Hipertensão	0,579	0,676
Dislipidemia	-21,984	0,999
Diabetes	-0,401	0,794

**Tabela 4 – Comparação das características clínicas e variáveis da ressonância magnética cardíaca entre os grupos do estudo**

Variáveis	Disfunção do ventrículo direito		P
	Sim (n = 13)	Não (n = 26)	
<b>Demográfica, n (%)</b>			
Idade ≥ 60	5 (38)	12 (46)	0,473
Sexo (masculino)	9 (69)	20 (77)	0,613
<b>Clínica, n (%)</b>			
Hipertensão arterial sistêmica	5 (39)	16 (61)	0,358
Diabetes mellitus	2 (15)	7 (27)	0,475
Dislipidemia	0 (0)	8 (30)	0,154
Obesidade	2 (15)	5 (19)	0,953
Tabagismo	4 (31)	12 (46)	0,481
Insuficiência cardíaca	3 (23)	6 (23)	0,559
Acidente vascular cerebral	1 (7)	2 (7)	0,537
Doença arterial coronariana	3 (23)	8 (31)	0,543
<b>Variáveis da RMC (Média ± SD)</b>			
Segmentos não viáveis	4 ± 3	3 ± 2	0,464
Área de fibrose (mm <sup>2</sup> )	25 ± 14	18 ± 10	0,092
Massa de fibrose (g)	22 ± 12	15 ± 8	0,051

RMC: ressonância magnética cardíaca.

## Conclusões

A RMC parece ser um método adequado de estratificação de risco de pacientes com IM-I e disfunção do VD. Nossos resultados indicam uma possível associação entre fibrose miocárdica na parede inferior do VD e disfunção do VD em pacientes com IM-I. Contudo, novos estudos, incluindo um maior número de pacientes, são necessários para confirmar esses achados.

## Contribuição dos autores

Concepção e desenho da pesquisa e Revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Lacerda PN, Macêdo CRB, Aras Júnior R, Fernandes AMS; Obtenção de dados: Gomes Júnior AM, Lacerda PN, Pinto FGF, Almeida RF, Santos JM; Análise e interpretação dos dados: Lacerda PN,

Pinto FGF, Almeida RF, Gomes Júnior AM, Santos JM, Fernandes AMS; Análise estatística e Redação do manuscrito: Lacerda PN, Pinto FGF, Almeida RF, Gomes Júnior AM, Santos JM, Macêdo CRB, Aras Júnior R, Fernandes AMS.

## Potencial conflito de interesses

Declaro não haver conflito de interesses pertinentes.

## Fontes de financiamento

O presente estudo não teve fontes de financiamento externas.

## Vinculação acadêmica

Não há vinculação deste estudo a programas de pós-graduação.

## Referências

- Zehender M, Kasper W, Kauder E, Schonhaler M, Geibel A, Olschewski M, et al. Right ventricular infarction as an independent predictor of prognosis after acute inferior myocardial infarction. *N Engl J Med*. 1993;328(14):981-8.
- Kakouros N, Cokkinos DV. Right ventricular myocardial infarction: pathophysiology, diagnosis, and management. *Postgrad Med J*. 2010;86(1022):719-28.
- Galea N, Francone M, Carbone I, Cannata D, Vullo F, Galea R, et al. Utility of cardiac magnetic resonance in the evaluation of right ventricular involvement in patients with myocardial infarction. *Radiol Med*. 2013;119(5):309-17.
- Rallidis LS, Makavos G, Nihoyannopoulos P. Right ventricular involvement in coronary artery disease: role of echocardiography for diagnosis and prognosis. *J Am Soc Echocardiogr*. 2014;27(3):223-9.
- Rambihar S, Dokainish H. Right ventricular involvement in patients with coronary artery disease. *Curr Opin Cardiol*. 2010;25(5):456-63.
- Todiere G, Aquaro GD, Piaggi P, Formisano F, Barison A, Masci PG, et al. Progression of myocardial fibrosis assessed with cardiac magnetic resonance in hypertrophic cardiomyopathy. *J Am Coll Cardiol*. 2012;60(10):922-9.
- Ambale-Venkatesh B, Lima JA. Cardiac MRI: a central prognostic tool in myocardial fibrosis. *Nat Rev Cardiol*. 2015;12(1):18-29.
- Allman KC, Shaw LJ, Hachamovitch R, Udelson JE. Myocardial viability testing and impact of revascularization on prognosis in patients with coronary artery disease and left ventricular dysfunction: a meta-analysis. *J Am Coll Cardiol*. 2002;39(7):1151-8.
- Mewton N, Liu Chia Y, Croisille P, Bluemke D, Lima JA. Assessment of myocardial fibrosis with cardiac magnetic resonance. *J Am Coll Cardiol*. 2012;57(8):891-903.
- Barranhas AD, Santos AS, Coelho-Filho OR, Marchiori E, Rochitte CE, Nacif MS. Cardiac magnetic resonance imaging in clinical practice. *Radiol Bras*. 2014;47(1):1-8.
- Simonetti OP, Kim RJ, Fieno DS, Hillenbrand HB, Wu E, Bundy JM, et al. An improved MR imaging technique for the visualization of Myocardial infarction. *Radiology* 2001;218(1):215-23.
- Manka R, Fleck E, Paetsch I. Silent inferior myocardial infarction with extensive right ventricular scarring. *Int J Cardiol*. 2008;127(3):e186-7.
- Kinch JW, Ryan TJ. Right ventricular infarction. *N Engl J Med*. 1994;330(17):1211-7.
- Masci PG, Francone M, Desmet W, Ganame J, Todiere G, Donato R, et al. Right ventricular ischemic injury in patients with acute ST-segment elevation myocardial infarction: characterization with cardiovascular magnetic resonance. *Circulation*. 2010;122(14):1405-12.
- Kelle S, Roes SD, Klein C, Kokocinski T, de Roos A, Fleck E. Prognostic value of myocardial infarct size and contractile reserve using magnetic resonance imaging. *J Am Coll Cardiol*. 2009;54(19):1770-7.
- Jensen CJ, Jochims M, Hunold P, Sabin GV, Schlosser T, Bruder O. Right ventricular involvement in acute left ventricular myocardial infarction: prognostic implications of MRI findings. *AJR Am J Roentgenol*. 2010;194(3):592-8.
- Gerber BL, Rousseau MF, Ahn SA, le Polain de Waroux JB, Pouleur AC, Philips T. Prognostic value of myocardial viability by delayed-enhanced magnetic resonance in patients with coronary artery disease and low ejection fraction: impact of revascularization therapy. *J Am Coll Cardiol*. 2012;59(9):825-35.
- Smarz K, Zaborska B, Jaxa-Chamiec T, Maciejewski P, Budaj A. Right ventricular dysfunction and exercise capacity after inferior (posterior) wall acute myocardial infarction. *Am J Cardiol*. 2012;110(6):784-9.
- Liaqat A, Asghar N, Rehman A. In hospital Outcome of acute inferior ventricular or posterior wall myocardial infarction. *Ann Pak Inst Med Sci*. 2013;9(4):219-24.
- Iqbal A, Muddarangappa R, Shah SKD, Vidyasagar S. A study of right ventricular infarction in inferior wall myocardial infarction. *J Clin Sci Res*. 2013;2:66-71.
- Kaandorp TA, Lamba HJ, Poldermans D, Viergeverb EP, Boersmac E, van der Wallb EE, et al. Assessment of right ventricular infarction with contrast-enhanced magnetic resonance imaging. *Coron Artery Dis*. 2007;18(1):39-43.