

Detecção e Localização do Infarto do Miocárdio pelo Eletrocardiograma: Validação pela Ressonância Magnética Cardiovascular

Detection and Location of Myocardial Infarction Using Electrocardiogram: Validation by Cardiovascular Magnetic Resonance Imaging

Maria Catarina de Melo Dias Guerra,¹ André Gustavo da Silva Rezende,¹ Tiago Augusto Magalhães,^{2,3} William Azem Chalela,⁴ Augusto Hiroshi Uchida,⁵ Rafael Almeida Fonseca,⁴ Nevelton Heringer Filho,⁴ Jürgen Beuther,⁴ Guilherme Garcia,⁴ Eduardo Cavalcanti Lapa dos Santos,¹ Ulisses Ramos Montarroyos,⁶ Renata Ávila Cintra,⁷ José Antônio Franchine Ramires,⁴ Carlos Eduardo Rochitte⁴

Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Pernambuco,¹ Recife, PE – Brasil

Complexo Hospital de Clínicas da Universidade Federal do Paraná (CHC-UFPR),² Curitiba, PR – Brasil

Hospital do Coração,³ São Paulo, SP – Brasil

Instituto do Coração do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo,⁴ São Paulo, SP – Brasil

Hospital Israelita Albert Einstein,⁵ São Paulo, SP – Brasil

Universidade de Pernambuco (UPE),⁶ Recife, PE – Brasil

Hospital Esperança,⁷ Recife, PE – Brasil

Resumo

Fundamento: Na avaliação da cardiopatia isquêmica, a ressonância magnética cardiovascular (RMC) é considerada o padrão-ouro para detecção e localização do infarto do miocárdio (IM), mas o eletrocardiograma (ECG) é menos dispendioso e mais disponível. O reconhecimento do IM pelo ECG fora da fase aguda é desafiador: ondas Q estão ausentes numa proporção significativa dos pacientes e podem reduzir ou desaparecer com o tempo. Apesar de amplamente utilizado na avaliação inicial de infarto prévio, os estudos para validação do ECG tendo como referência a RMC no contexto da doença coronariana crônica são limitados.

Objetivos: Avaliar o desempenho diagnóstico do ECG para detecção e localização do IM definido pela RMC.

Métodos: Foram incluídos 352 indivíduos que realizaram RMC e ECG, sendo 241 pacientes com IM prévio confirmado pela RMC e 111 controles com RMC normal. Os traçados de ECG foram analisados por 2 observadores cegos em relação à RMC para detecção e localização do IM de acordo com a IV Diretriz da Sociedade Brasileira de Cardiologia sobre a Análise e Emissão de Laudos Eletrocardiográficos. A significância adotada foi de 5% ($p < 0,05$).

Resultados: O ECG apresentou bom desempenho para a detecção do IM prévio, com sensibilidade de 69,3% (64,5% a 74,1%), especificidade de 99,1% (98,1% a 100%) e acurácia de 78,7% (74,4% a 83,0%). Entretanto, para localizar o IM de acordo com a RMC, a acurácia foi insatisfatória.

Conclusões: O ECG se mostrou um método com boa acurácia para detecção de IM prévio quando comparado à RMC, mas não para definir sua localização.

Palavras-chave: Infarto do Miocárdio; Doença da Artéria Coronariana; Eletrocardiografia; Imagem por Ressonância Magnética.

Abstract

Background: In the assessment of ischemic heart disease, cardiac magnetic resonance (CMR) is considered the gold standard for detecting and locating myocardial infarction (MI), but electrocardiogram (ECG) is less expensive and more widely available. Recognition of MI on ECG outside the acute phase is challenging; Q waves are absent in a significant proportion of patients and may reduce or disappear over time. Although ECG is widely used in the initial assessment of previous infarction, studies to validate ECG using CMR as a reference in the context of chronic coronary disease are limited.

Correspondência: Maria Catarina de Melo Dias Guerra •

Universidade Federal de Pernambuco – Serviço de Cardiologia do Hospital das Clínicas – Av. Prof. Moraes Rego, 1235. CEP 50670-901, Cidade Universitária, Recife, PE – Brasil

E-mail: mcatarinadias@gmail.com, rochitte@incor.usp.br

Artigo recebido em 06/05/2024, revisado em 24/11/2024, aceito em 15/01/2025

Editor responsável pela revisão: Nuno Bettencourt

DOI: <https://doi.org/10.36660/abc.20240309>

Objetivos: To evaluate the diagnostic performance of ECG in detecting and locating CMR-defined MI.

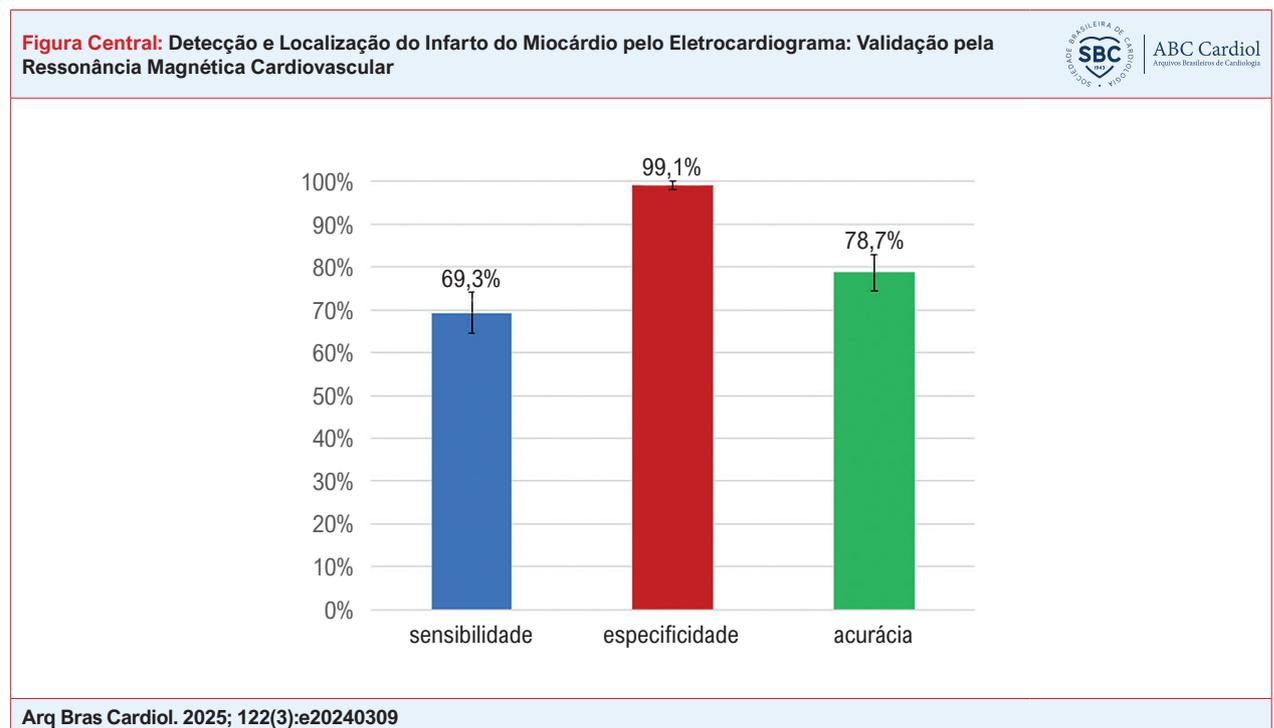
Methods: This study included 352 individuals who underwent CMR and ECG, 241 patients with previous MI confirmed by CMR and 111 controls with normal CMR. Their ECG tracings were analyzed by 2 observers, who were blinded to the CMR, for detection and location of MI following to the Fourth Brazilian Society of Cardiology Guidelines on the Analysis and Issuance of Electrocardiographic Reports. The significance level adopted was 5% ($p < 0.05$).

Results: ECG showed good performance for detecting previous MI, with sensitivity of 69.3% (64.5% to 74.1%), specificity of 99.1% (98.1% to 100%), and accuracy of 78.7% (74.4% to 83.0%). However, in locating MI in accordance with CMR, its accuracy was unsatisfactory.

Conclusions: When compared to CMR, ECG was shown to be a method with good accuracy for detecting previous MI, but not for defining its location.

Keywords: Myocardial Infarction; Coronary Artery Disease; Electrocardiography; Magnetic Resonance Imaging.

Full texts in English - <https://abccardiol.org/en/>



Desempenho do eletrocardiograma para detecção do infarto do miocárdio. Fonte: Produção da autora (2024).

Introdução

A doença arterial coronariana (DAC) permanece como uma das principais enfermidades do século XXI por sua elevada morbimortalidade,¹ sendo a principal causa de insuficiência cardíaca.²

A ressonância magnética cardiovascular com realce tardio (RMC-RT) miocárdico com contraste baseado em gadolínio emergiu como uma ferramenta importante na avaliação da cardiopatia isquêmica,^{3,4} que pode fornecer informações diagnósticas e prognósticas superiores aos demais métodos, em diferentes contextos.⁵⁻⁸ A RMC-RT identifica com alta acurácia mesmo infartos pequenos,^{7,9} além de diversos diagnósticos alternativos,^{10,11} mas sua disponibilidade é limitada, especialmente na realidade brasileira, nos municípios menores e no sistema público de saúde.

O infarto do miocárdio (IM) geralmente resulta em uma série de alterações no eletrocardiograma (ECG) envolvendo o segmento ST e a onda T e, em muitos casos, anormalidade na porção inicial do QRS, as chamadas ondas Q patológicas.¹² O reconhecimento de IM antigo é difícil.¹³ Numa série de 100 pacientes com história de IM há mais de 7 dias submetidos à RMC, ondas Q estavam presentes em 28% dos IM subendocárdicos e ausentes em 29% dos transmuralis.¹³ Um estudo demonstrou regressão da onda Q após IM numa proporção substancial de casos (42% e 13% dos 127 homens apresentaram regressão total e parcial, respectivamente).¹⁴

O trabalho clássico de Myers et al. tem fornecido, nos últimos 50 anos, a base para a associação amplamente aceita entre as ondas Q e a presença de cicatriz miocárdica.¹⁵ Além da amostra limitada, esses estudos de autópsia apresentam uma grande limitação para a localização do infarto: na

autópsia, o coração é avaliado fora do tórax, em uma posição diferente de sua orientação usual dentro do tórax.¹⁶

O ECG é uma ferramenta de baixo custo, amplamente disponível na prática clínica para a detecção de pacientes com IM prévio.¹⁷ Apesar do seu uso clínico disseminado, alguns estudos publicados até o momento comparando achados do ECG com a presença de necrose miocárdica isquêmica na RMC incluíram um número limitado de pacientes e a maioria deles não revelou uma acurácia satisfatória.^{13,18} Esse estudo se propôs a avaliar o desempenho diagnóstico do ECG para detecção e localização do IM definido pela RMC numa amostra da população brasileira.

Métodos

Trata-se de estudo retrospectivo, observacional do tipo caso-controle. O projeto foi aprovado tanto pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto do Coração da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (InCor) quanto pelo do Hospital do Coração de São Paulo (HCOR), os quais consideraram desnecessária a assinatura do termo de consentimento pelos participantes, já que não haveria intervenção, mas apenas estudo de dados de prontuário médico.

A amostra dos casos com infarto prévio foi obtida através de análise retrospectiva nos prontuários eletrônicos de pacientes que foram atendidos no InCor, no período de junho/2014 a dezembro/2019. Foram incluídos, em primeira análise, todos os pacientes que possuíam o relato em prontuário do diagnóstico de infarto agudo do miocárdio (CID I.21) e realizaram ECG e RMC-RT posterior à data da síndrome coronariana aguda (SCA), com intervalo de até 1 ano entre os exames.

A amostra dos controles (indivíduos sem infarto prévio) foi obtida de um outro estudo do grupo, intitulado “Avaliação de disfunção microcirculatória a partir de biomarcadores metabólicos séricos em pacientes com diabetes mellitus” – ENDOCRINE (SDC UNEX 012/22/002),¹⁹ provenientes de um dos centros participantes (o HCOR) entre 2018 e 2020. Trata-se de um estudo observacional numa coorte nacional que incluiu 51 indivíduos saudáveis e 258 pacientes diabéticos, sendo 108 desses com infarto agudo do miocárdio prévio e os demais sem história clínica sugestiva de infarto. O seguimento foi de 6 meses.

Da amostra do estudo ENDOCRINE,¹⁹ foram incluídos os indivíduos que realizaram ECG e RMC-RT no mesmo dia, e que não tinham fibrose sugestiva de infarto prévio nem qualquer outra anormalidade na RMC, exceto hipertrofia ventricular esquerda até 13 mm. O valor de referência para a espessura parietal normal varia nos diversos estudos entre $8,3 \pm 1,0$ cm e $10,2 \pm 1,1$ cm para o sexo masculino e $6,8 \pm 0,9$ cm e $9,2 \pm 0,9$ cm para o feminino.²⁰⁻²²

Foram excluídos os indivíduos com RMC sem qualidade satisfatória da imagem ou evidenciando outro diagnóstico que não infarto (outras cardiomiopatias, como hipertrófica, doença de Chagas, miocardite, amiloidose etc.) e aqueles com relato de uma nova SCA entre o ECG e a RMC. Também foram excluídos os pacientes cujos ECG disponíveis fossem somente em fase aguda do infarto (intervalo de até 7 dias entre o IM e o ECG), bem como aqueles com ritmo de marcapasso.

A presença dos fatores de risco para doença coronariana foi definida pela descrição deles em registro médico dos prontuários eletrônicos, seja nas evoluções médicas ambulatoriais ou durante internações hospitalares.

Foram extraídas as imagens digitais do ECG de 12 derivações realizados em repouso com traçado na velocidade de 25 mm/seg dos prontuários eletrônicos dos casos e controles. As análises dos ECG foram realizadas de forma manual por dois cardiologistas especialistas em eletrocardiografia com mais de 20 anos de experiência, sendo ambos cegos quanto ao resultado da RMC. Quando houve discordância entre os observadores, o ECG foi avaliado por um terceiro especialista.

A detecção do infarto foi realizada de acordo com a IV Diretriz da Sociedade Brasileira de Cardiologia sobre a Análise e Emissão de Laudos Eletrocardiográficos.²³ Sua presença foi definida pela existência de ondas Q patológicas em duas derivações contíguas, com duração igual ou superior a 40 ms, associadas ou não à amplitude $> 25\%$ de todo QRS.^{12,23}

Todos os exames de RMC-RT foram realizados em equipamento de 1,5T especificamente desenhado para aplicações cardiovasculares (Material suplementar). Foram utilizadas duas sequências de pulso:

a) Cinerrressonância com técnica de b-SSFP (balanced steady-state free precession), considerada atualmente o “estado da arte” para avaliação de função, volumes e massa ventriculares.^{24,25} Esta sequência permite a aquisição de imagens dinâmicas com resolução temporal de 50 ms ou menos, e com excelente contraste entre as câmaras cardíacas e o sangue.

As imagens foram adquiridas em eixos longos e curtos, cobrindo ambos os ventrículos. Os cortes de eixo curto foram adquiridos em números de 8 a 14, visando cobrir toda a extensão do ventrículo esquerdo (VE). Os cortes em eixo longo foram planejados a partir de imagens do eixo curto, sendo dois em duas câmaras, um em quatro câmaras e outro em três câmaras, avaliando a via de saída do VE.

b) Realce tardio (RT): Essa técnica permite a identificação de áreas de fibrose (cicatriz antiga) ou necrose (lesão do miócito aguda e irreversível) dentro do miocárdio ventricular esquerdo com grande precisão, resolução e detalhamento anatômico.⁹

As imagens foram adquiridas durante pausas respiratórias e acopladas ao ECG, em quatro câmaras, eixos curto e longo do VE, nas mesmas localizações das sequências de cine. Isso permitiu uma melhor comparação entre a função cardíaca regional e a estrutura miocárdica.

As RMC foram analisadas por um especialista em imagem cardiovascular com mais de 4 anos de experiência na área, o qual era cego em relação ao ECG. Casos duvidosos foram avaliados por um segundo avaliador sênior com mais de 25 anos de experiência em RMC para a obtenção dos resultados das medidas sob consenso.

Foram avaliadas a massa de fibrose total e a percentual em relação à massa do VE. A planimetria da área de RT e da área

total do segmento foi realizada em cada um dos 17 segmentos, seguindo o modelo de segmentação miocárdica da *American Heart Association* (AHA),²⁶ obtendo-se o percentual de fibrose em cada um deles, que foi categorizado de acordo com sua extensão em relação à área do segmento em: 0 (ausente), 1 (1% a 25%), 2 (26% a 50%), 3 (51% a 75%) e 4 (76% a 100%).

A massa de fibrose miocárdica em cada segmento e a massa total foram quantificadas pela técnica de *full width at half maximum* (FWHM) ou largura à meia altura. A extensão transmural foi definida como fibrose miocárdica acima de 50% da área do segmento miocárdico do VE²⁷ em pelo menos 1 dos 17 segmentos padronizados pela AHA.²⁶ O pós-processamento das imagens, com análise morfofuncional e viabilidade miocárdica, foi realizado em CVI42, software comercial com validação da ANVISA. Adicionalmente, foi calculado o escore de fibrose global da AHA, por meio da soma do valor da categoria da extensão do RT (0 a 4) de cada um dos 17 segmentos dividida por 68 (número que corresponde ao escore máximo de 4 para todos os 17 segmentos), gerando o valor da massa de fibrose como percentual da massa do VE.

Com a finalidade de comparar o ECG com a RMC (padrão-ouro) quanto à capacidade de localizar corretamente o infarto, fez-se necessário estabelecer localizações simplificadas em 3 categorias que correspondem aos territórios coronarianos habituais (Tabela 1). Quando o infarto era anterior extenso, a localização simplificada principal foi definida como anterior e/ou septal e/ou apical e a secundária como lateral.

Foi realizada a soma dos escores de RT de cada segmento que compõe a respectiva parede a fim de se definir as localizações principal, secundária e, eventualmente, terciária do infarto, em ordem decrescente do resultado desse somatório. Quando houve empate da soma dos escores de RT em duas paredes, a localização principal do infarto foi arbitrariamente definida nessa ordem: anterior e/ou septal e/ou apical, seguida da inferior e, por último, a lateral. Quando havia apenas 1 ponto em um único segmento de determinada localização, não foi considerada a presença de infarto na mesma, exceto quando era a única fibrose detectada na RMC.

Análise estatística

Para a caracterização dos casos de IM diagnosticados pela RMC, foram apresentadas a distribuição de frequência para as variáveis categóricas; para as variáveis contínuas, foi aplicado o teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov. Para as variáveis que tinham distribuição normal, foram calculados as médias e os respectivos desvios padrão e, para aquelas de distribuição não normal, foram apresentadas as medianas e os intervalos interquartílicos.

Para a comparação dos grupos de pacientes infartados e os controles quanto às características clínicas, demográficas, seus hábitos e comorbidades, e parâmetros do ECG e da RMC, foram aplicados o teste t de Student para amostras independentes na comparação de médias e o teste de Mann-Whitney na comparação de medianas. Na comparação de frequências foi utilizado o teste qui-quadrado de Pearson, e quando a frequência esperada de alguma das categorias foi abaixo de 5, utilizou-se o teste exato de Fisher.

Tabela 1 – Localização simplificada do infarto do miocárdio no ECG e na RMC

Localização simplificada	
ECG	
Anterior e/ou septal e/ou apical	Q em V1, V2, V3, V4
Lateral	Q em V5, V6, D1, AVL
Inferior	Q em D2, D3 e AVF
RMC-RT	
Anterior e/ou septal e/ou apical	Segmentos 1, 2, 7, 8, 13, 14, 15, 16 e 17
Lateral	Segmentos 5, 6, 11 e 12
Inferior	Segmentos 3, 4, 9 e 10

ECG: eletrocardiograma; RMC: ressonância magnética cardiovascular; RT: realce tardio. Fonte: Produção da autora (2024).

A principal variável de resposta da RMC foi o RT, sendo sua extensão em relação à área do segmento analisada por categorias (0 a 4). Considerando o diagnóstico de IM pela RMC, foi realizada uma análise de validação do ECG, estimando-se sensibilidade, especificidade, valores preditivos positivo (VPP) e negativo (VPN), e a acurácia geral dos testes. Para todas as medidas, foram apresentados os intervalos de confiança de 95%.

A validação do ECG também foi analisada de forma estratificada pela massa de fibrose e pelo número de segmentos com RT transmural. Foram construídas curvas ROC para avaliação da acurácia do ECG.

Para análise de concordância entre avaliadores para detecção e localização do IM pelo ECG, foram estimados o coeficiente kappa com o respectivo intervalo de confiança de 95%. A significância adotada foi de 5% ($p < 0,05$), e os intervalos de confiança ao nível de 95%. Em toda a análise, foi utilizado o software estatístico STATA na versão 14.

Resultados

Foram avaliados para elegibilidade 2.784 pacientes com infarto prévio e 258 indivíduos sem infarto. Após aplicados os critérios de exclusão, foram incluídos 241 casos e 111 controles. Os fluxogramas de seleção dos casos e controles encontram-se nas Figuras 1 e 2. Dentre os pacientes em que a RMC revelou outro diagnóstico, o mais frequente entre os casos foi miocardite ($n = 17$), seguido por cardiomiopatia hipertrófica ($n = 8$) e doença de Chagas ($n = 6$). As características da amostra estão detalhadas na Tabela 2.

O evento que antecedeu a RMC e o ECG analisados foi um IM com supradesnivelamento do segmento ST em 52,7% dos casos, e um infarto sem supradesnivelamento do segmento ST em 14,5% dos casos; em 32,8% da amostra, não houve

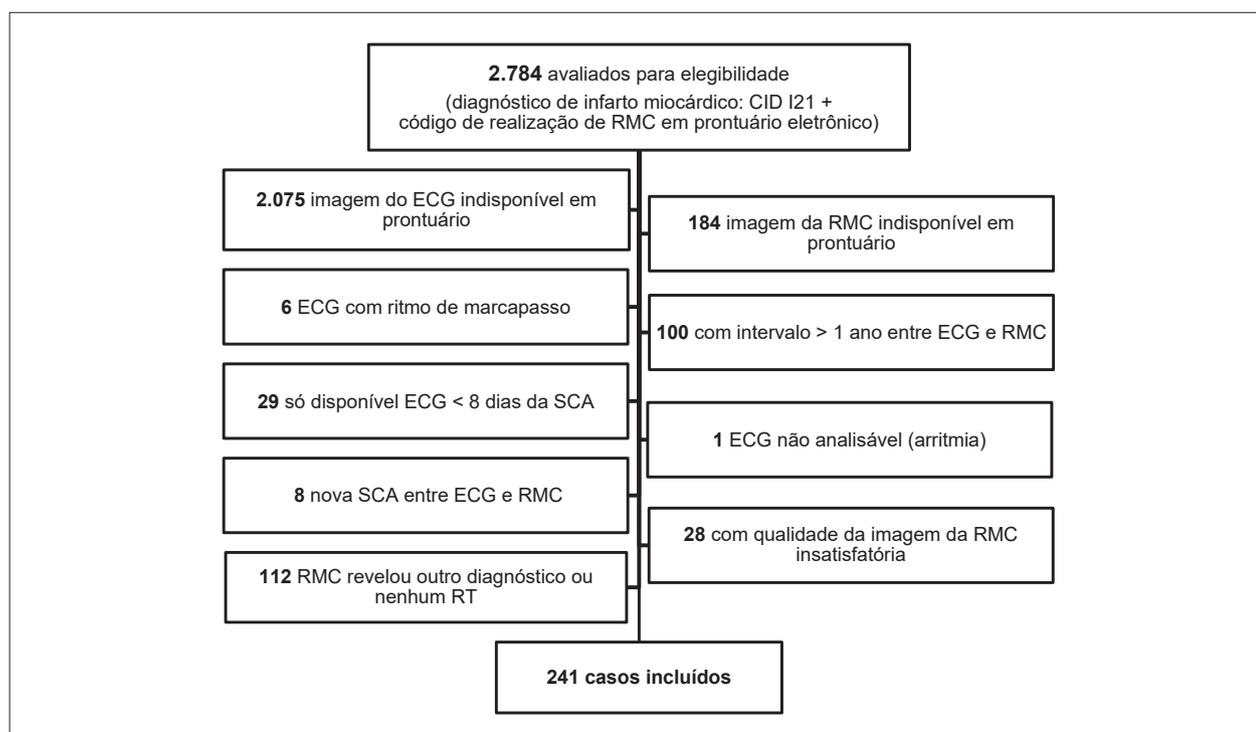


Figura 1 – Fluxograma de inclusão (casos). ECG: eletrocardiograma; RMC: ressonância magnética cardiovascular; RT: realce tardio; SCA: síndrome coronariana aguda. Fonte: Produção da autora (2024).

apresentação clínica clara de SCA ou não havia registro em prontuário. A mediana da massa de fibrose foi 22,6% da massa do VE, e a do número de segmentos com RT transmural foi de 4 (2 a 6). A localização principal do infarto foi anterior e/ou septal e/ou apical em 67,2%, inferior em 21,0% e lateral em 11,5% dos casos. A maioria dos casos apresentou envolvimento de duas ou mais localizações simplificadas na RMC (85,1%).

Detecção do infarto pelo ECG

O ECG apresentou bom desempenho para detecção do IM, com sensibilidade de 69,3% (64,5 - 74,1), especificidade de 99,1% (98,1 - 100) e acurácia de 78,7% (74,4 - 83,0), sem diferença significativa entre os observadores (Figura Central). Na população estudada, o VPP foi de 99,4% (98,6 - 100) e o VPN de 59,8% (54,7 - 64,9). A sensibilidade do ECG para detecção de IM variou de acordo com o seu tamanho, avaliado pelos tercís da massa de fibrose e do número de segmentos com RT transmural pela RMC (Figura 3).

Estratificando-se a massa de fibrose pela mediana (22,6%), a sensibilidade do ECG para detecção do IM foi de 55,5% (46,5 - 64,4) e 82,8% (76,1 - 89,5) para as massas de fibrose até a mediana e acima dela ($p < 0,001$). Para a mediana do número de segmentos com RT transmural, a diferença de sensibilidade do ECG também foi significativa: 54,8% (46,1 - 63,6) versus 84,6% (78,1 - 91,2) para os estratos até a mediana e acima da mesma ($p < 0,001$).

A associação entre o tamanho do IM na RMC e acurácia do ECG para detecção do IM foi forte (Figura 4). A massa de

fibrose com melhor relação entre sensibilidade e especificidade foi de 15,5% da massa do VE, com sensibilidade de 83,2% (76,7 - 88,2) e especificidade de 83,7% (77,6 - 88,4).

O desempenho do ECG para detecção do IM em qualquer parede também foi avaliado de acordo com os

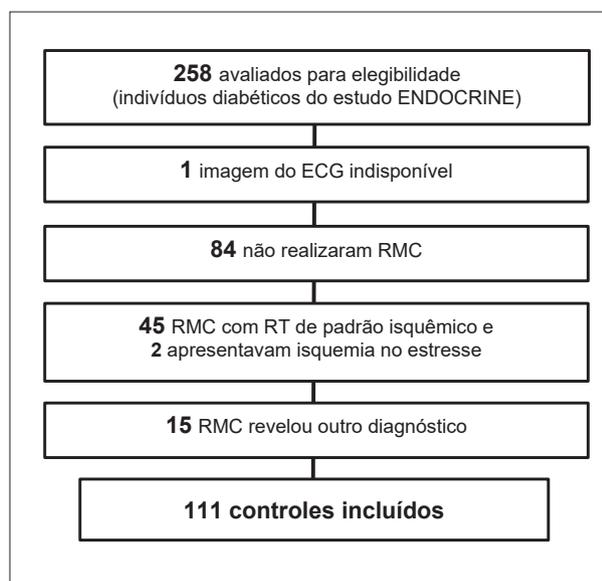


Figura 2 – Fluxograma de inclusão (controles). ECG: eletrocardiograma; RMC: ressonância magnética cardiovascular; RT: realce tardio. Fonte: Produção da autora (2024).

Tabela 2 – Características da amostra

Características	Casos (n = 241)	Controles (n = 111)	Valor p
Idade (média ± DP)	59,2 ± 10,9	54,1 ± 15,9	<0,001
Sexo			
Feminino	69 (28,6%)	73 (65,8%)	<0,001
Masculino	172 (71,4%)	38 (34,2%)	<0,001
IMC (média ± DP)	28,0 ± 5,4	29,2 ± 5,7	0,060
Obesidade (IMC ≥ 30 kg/m²)	72 (30,0%)	43 (38,7%)	0,105
Diabetes mellitus	85 (35,3%)	111 (100%)	<0,001
Hipertensão	165 (68,5%)	75 (67,6%)	0,825
Tabagismo prévio ou ativo	139 (57,7%)	49 (44,1%)	0,001
FEVE	37 (27 – 47)*	67 (62 – 72)*	<0,001
FEVE < 40%	141 (58,5%)	0 (0%)	<0,001
Massa VE (g/m²)*	68,8 (60,2 – 79,8)*	57,2 (48,9 – 66,1)*	<0,001
Tempo entre RMC e ECG (em dias)*	42 (7 – 118)	0 (0 – 0)	<0,001

*mediana (intervalo interquartilico). DP: desvio padrão; ECG: eletrocardiograma; FEVE: fração de ejeção do ventrículo esquerdo; IMC: índice de massa corpórea; RMC: ressonância magnética cardiovascular; VE: ventrículo esquerdo. Fonte: Produção da autora (2024).

grupos de IM na RMC (anterior e/ou septal e/ou apical, lateral e inferior) (Figura 5). A Figura 6 traz exemplo em que o ECG detectou e localizou corretamente um infarto inferior e a Figura 7, de um falso negativo, em que não havia ondas Q patológicas (> 40 ms) em ao menos duas derivações do ECG e a RMC revelou um IM inferior e lateral e grande massa de fibrose (30,3%).

O desempenho do ECG para detecção do IM foi analisado de acordo com o tempo entre a data do IM e a da realização do ECG, estratificando-se pela mediana (150 dias), e não houve diferença de sensibilidade entre os períodos: 73,9% (65,7 - 82,0) para os IM distando menos de 150 dias até o ECG e 65,4% (57,2 - 73,6) para aqueles a partir de 150 dias (p = 0,154).

Localização do infarto pelo ECG

O ECG obteve desempenho limitado para identificar corretamente a localização principal do IM tendo a RMC como referência, especialmente para os infartos laterais seguidos pelos inferiores (Tabela 3).

Tendo em vista que 85,1% dos casos tinham RT envolvendo mais de uma localização simplificada do IM e que o somatório dos escores de RT entre a localização principal e a secundária foram semelhantes em muitos, foi avaliado o desempenho do ECG para localizar o IM considerando como acerto sempre que a localização principal do ECG foi igual à localização principal ou à secundária da RMC (Tabela 3).

As diferenças de sensibilidade do ECG para localização do IM foram estatisticamente significativas para as comparações com a parede lateral.

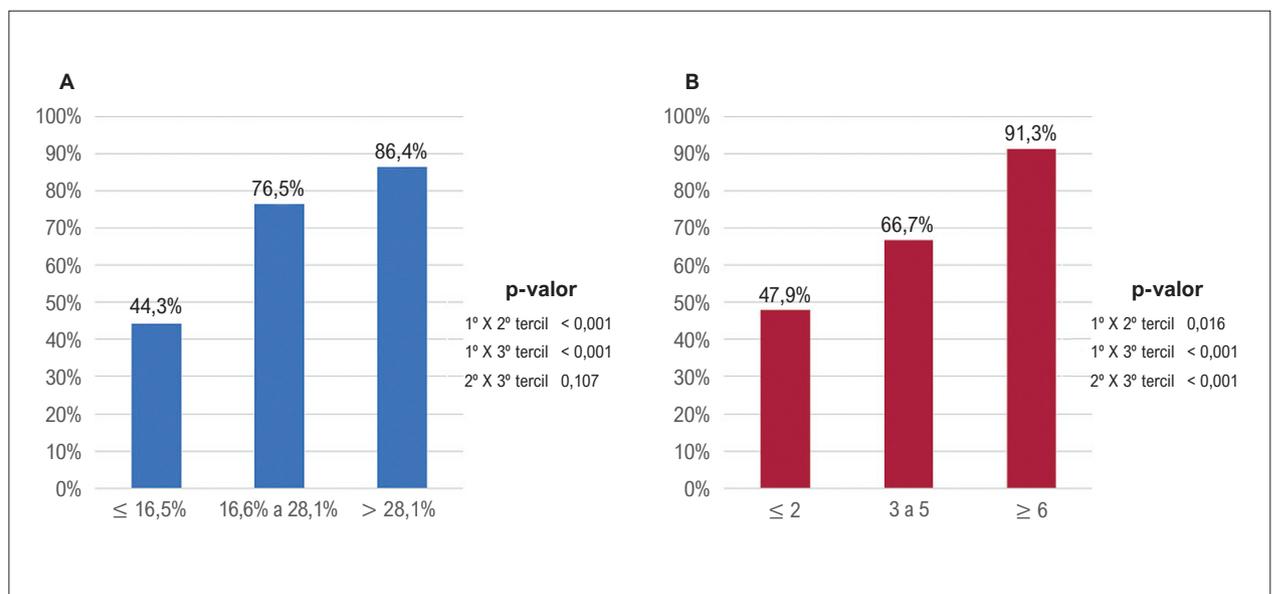


Figura 3 – Sensibilidade do eletrocardiograma para detecção do infarto do miocárdio de acordo com os tercis de massa de fibrose percentual (A) e do número de segmentos com realce tardio transmural (B) na ressonância magnética cardiovascular. Fonte: Produção da autora (2024).

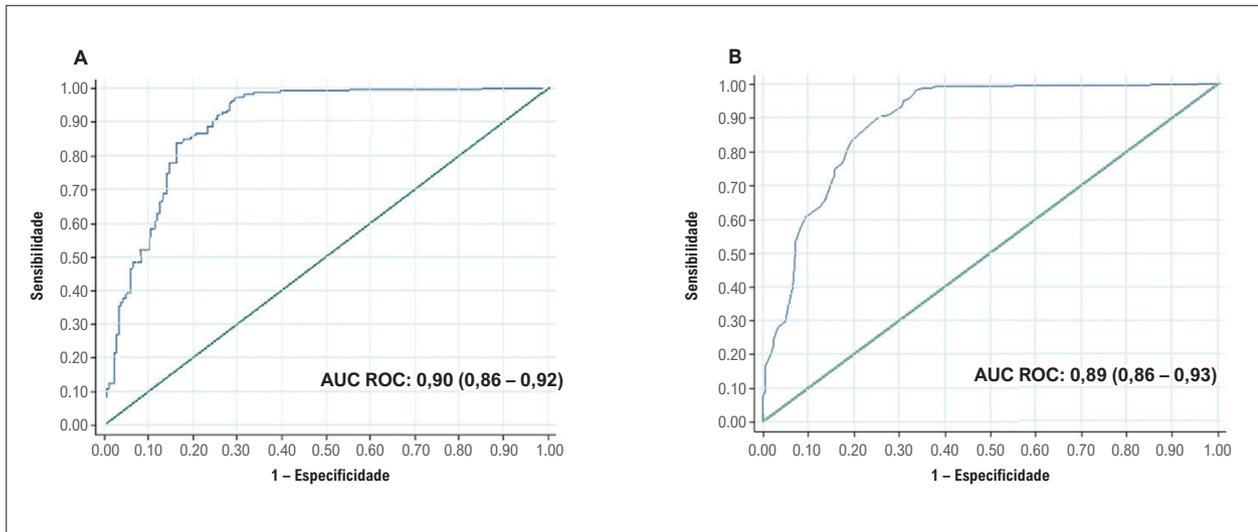


Figura 4 – Acurácia dos métodos do ECG para detecção do IM de acordo com a massa de fibrose (%) (A) e escore de fibrose global (B). ECG: eletrocardiograma; IM: infarto do miocárdio. Fonte: Produção da autora (2024).

Análises de concordância entre os observadores

A concordância entre os observadores na detecção do infarto foi boa, obtendo-se um coeficiente kappa igual a 0,75 (IC 95% 0,64 – 0,85). Já a concordância entre os observadores na localização principal do infarto foi apenas razoável, com kappa de 0,39 (0,32 – 0,45).

A concordância entre o ECG e a RMC quanto à localização principal do IM foi mínima, com coeficiente kappa de 0,24 (IC 95% 0,18 – 0,29).

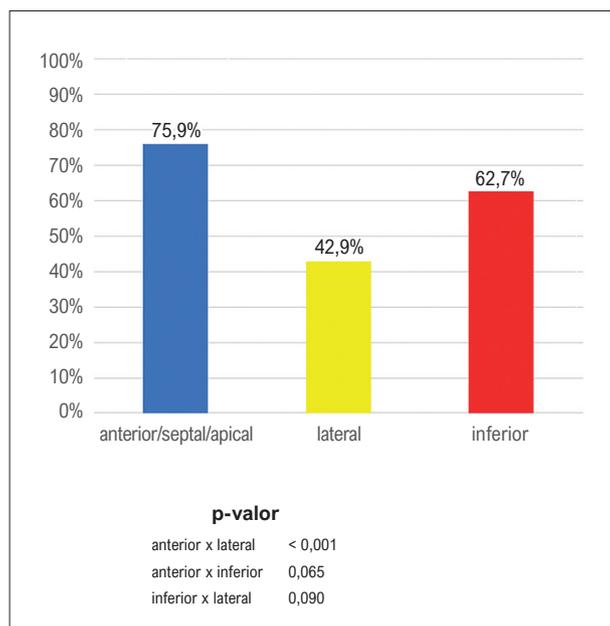


Figura 5 – Sensibilidade do eletrocardiograma para detecção do infarto do miocárdio de acordo com sua localização principal definida pela ressonância magnética cardiovascular. Fonte: Produção da autora (2024).

Discussão

Nosso estudo teve como características originais a avaliação da acurácia do ECG para detecção e localização do IM fora da fase aguda, incluindo controles sem infarto numa amostra da população brasileira, tendo a RMC-RT como referência. Uma das vantagens da RMC-RT é sua capacidade de avaliar a presença de infarto subendocárdico e delinear a extensão transmural do IM com alta resolução espacial, o que permite a detecção de infartos de pequenas dimensões, comumente não identificados por outros métodos.^{7,9}

É importante destacar que, para fins de análise estatística, os ECG foram classificados quanto à presença ou ausência de infartos por observadores cegos quanto aos resultados da RMC e aos dados clínicos dos casos. No entanto, na prática clínica, há uma ampla gama de casos duvidosos e o médico sempre tem mais informações para auxiliar na tomada de decisão, como ECG prévios, informações de outros exames complementares, a presença de fatores de risco, e, principalmente, a história clínica detalhada e o exame físico.

A amostra dos casos foi composta, em sua maioria, por infartos relativamente extensos (mediana da massa de fibrose de 22,6%), de localização compatível com envolvimento da artéria descendente anterior e pouco mais da metade dos casos apresentava fração de ejeção do VE (FEVE) abaixo de 40%.

Num outro trabalho, em diabéticos tipo 2, 36,8% dos infartos foram silenciosos. Encontramos uma forte associação entre o tamanho do IM na RMC e a acurácia do ECG para sua detecção, tanto na avaliação pela massa percentual de fibrose, quanto para o escore de fibrose na RMC (área sob a curva de 0,9 para ambas). A maior limitação do ECG foi para os infartos menores, nos quais a sensibilidade do ECG foi inferior a 60%. Esses dados

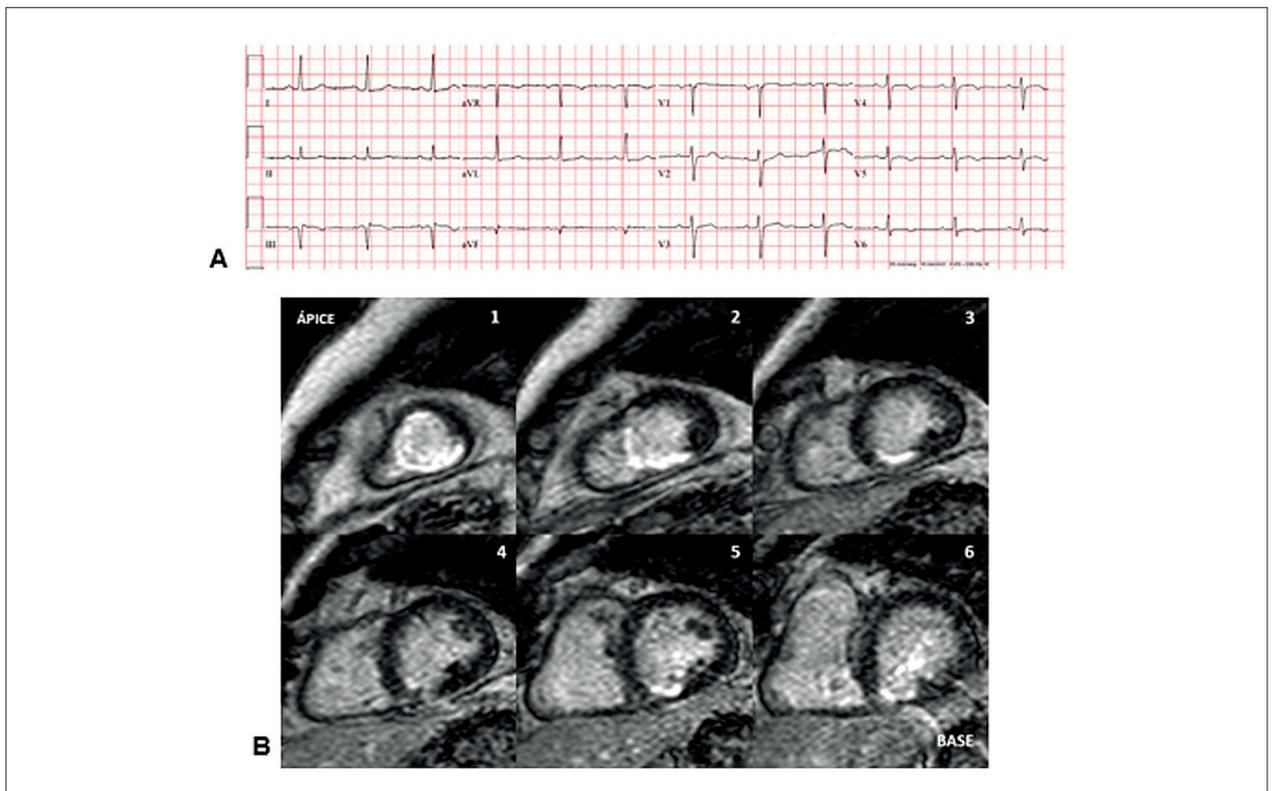


Figura 6 – Exemplo de caso em que o eletrocardiograma (A) detectou e localizou corretamente um infarto do miocárdio inferior. A ressonância magnética cardiovascular (B) estimou a massa de fibrose miocárdica em 17,2%. Fonte: Produção da autora (2024).

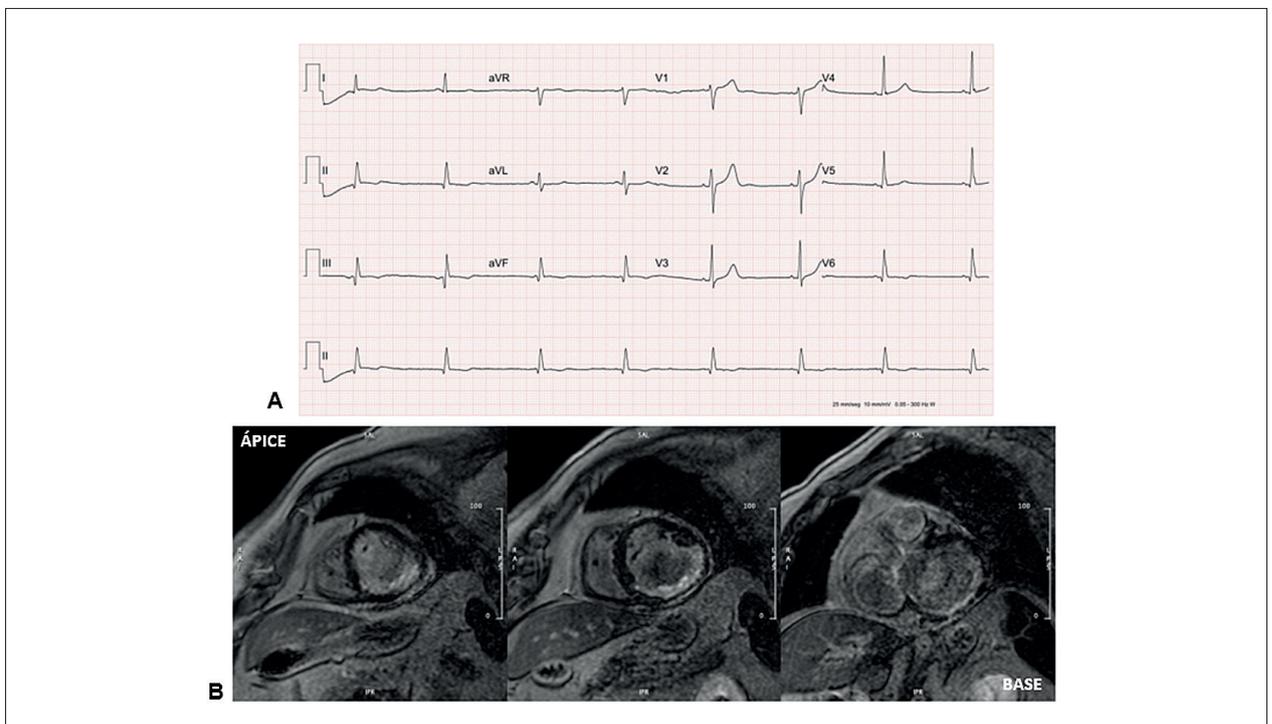


Figura 7 – Exemplo de caso em que o eletrocardiograma (A) não fechou critérios para detecção de infarto do miocárdio e a ressonância magnética cardiovascular (B) revelou infarto do miocárdio inferior e lateral e massa de fibrose de 30,3%. Fonte: Produção da autora (2024).

Tabela 3 – Sensibilidade do ECG para localizar o IM na RMC (casos)

Localização do IM na RMC	Se localização principal do IM no ECG coincidiu com a principal na RMC	Se localização principal do IM no ECG coincidiu com a principal ou secundária na RMC
	(IC 95%)	(IC 95%)
Anterior e/ou septal e/ou apical	53,8% (46,7% – 60,8%)*	61,5% (53,7% – 68,7%)*
Lateral	0%	0%
Inferior	40,0% (22,0% – 61,2%)*	45,1% (31,7% – 59,2%)*
Valor p		
Anterior versus lateral	<0,001	<0,001
Anterior versus inferior	0,193	0,039
Inferior versus lateral	0,010	<0,001

*mediana (intervalo interquartilico). ECG: eletrocardiograma; IC: intervalo de confiança; IM: infarto do miocárdio; RMC: ressonância magnética cardiovascular. Fonte: Produção da autora (2024).

refletem as limitações das ferramentas de detecção do infarto no ECG baseadas na identificação de ondas Q patológicas.

Embora trabalhos prévios associassem maior risco de isquemia recorrente e reinfarto ao infarto sem ondas com Q,^{29,30} Phibbs et al. destacaram vieses nesses estudos, sobretudo pela inclusão conjunta de pacientes com primeiro infarto e infartos subsequentes, que apresentam mortalidade e morbidade distintas. Em extensa revisão de estudos bem conduzidos, esses autores demonstraram prognósticos semelhantes para os infartos com e sem surgimento de ondas Q patológicas.³¹

Embora as ondas Q sejam frequentemente associadas ao IM transmural, estudos de patologia demonstraram que sua presença no ECG não foi capaz de diferenciar a cicatriz transmural da não transmural.^{32,33} Um outro estudo comparou resultados de tomografia por emissão de pósitrons de perfusão com rubídio-82 em repouso e sob estresse, além de imagens metabólicas com fluordesoxiglicose F-18 na identificação de infarto com e sem onda Q em pacientes com disfunção do VE e demonstrou uma quantidade total de miocárdio isquêmico e viável significativamente maior naqueles sem onda Q ($6,5 \pm 5,2$ versus $2,9 \pm 2,8$ segmentos, $p < 0,001$), sem diferenças significativas na fração de ejeção do VE entre os grupos.³⁴

Mais recentemente, o desempenho dos critérios da IV Definição Universal de Infarto para detecção do IM foi testado num trabalho unicêntrico holandês que avaliou ECG de 974 pacientes submetidos a RMC (205 com RT de padrão isquêmico e 769 sem RT). Os autores encontraram uma baixa sensibilidade (38%, IC 95% 31,6 – 44,8) e uma especificidade de 86,9% (IC 95% 84,4 – 89,1).³⁵ Na análise dos casos estratificada em 2 localizações, a localização anterior obteve sensibilidade muito superior à inferior, que incluía os segmentos inferior, inferolateral, inferosseptal e lateral (63,3% versus 20,2%). O aumento no tamanho, avaliado pelo número de segmentos envolvidos, ou na extensão transmural do infarto não se associou com melhora na sensibilidade do ECG, ao contrário do que observamos no nosso estudo.

Por outro lado, no presente trabalho, que incluiu maior número de casos, mas número inferior de controles, a sensibilidade e a especificidade do ECG foram mais elevadas. Os autores do trabalho holandês³⁵ ressaltam que a inclusão de todos os pacientes submetidos a RMC no período de seleção para diversas indicações resultou em uma heterogeneidade que pode justificar diferenças dos resultados de outras populações, por exemplo, pacientes com suspeita de DAC, como o nosso, em que os casos realizaram RMC após diagnóstico clínico de IM. Adicionalmente, no artigo supracitado, não foi descrita a massa de fibrose entre os infartados, o que também pode ter impactado na diferença de sensibilidade encontrada. Na presente análise, as paredes lateral e inferior foram avaliadas separadamente, e a sensibilidade foi baixa para a lateral, mas os valores para a localização inferior se aproximaram da sensibilidade da parede anterior.

O desempenho do ECG para localizar o IM em comparação à RMC foi limitado, especialmente para a parede lateral. Trabalhos antigos que estudaram a localização do infarto prévio através das derivações onde se encontram ondas Q patológicas tinham amostra limitada e baixo poder estatístico para avaliar a acurácia do ECG para localizar o IM.^{15,16,36} Estudos maiores que analisaram o desempenho do ECG no diagnóstico do IM tendo como referência a RMC não descreveram a sua acurácia para localizar a cicatriz miocárdica, pela falta de grupo controle.^{37,38}

Os infartos silenciosos não são raros e impactam negativamente no prognóstico.^{39,40} Uma coorte prospectiva holandesa realizou ECG seriados em mais de 6 mil indivíduos com mais de 55 anos. Num seguimento médio de 13,2 anos, a prevalência de infartos silenciosos, definidos pelo surgimento de novas ondas Q no ECG sem história clínica compatível com uma SCA, foi de 5,8% nos homens e 4,5% nas mulheres.³⁹ Em outro estudo, os infartos silenciosos responderam por 9,4% dos eventos, com mortalidade cardiovascular de 10,7% em 3 anos.⁴⁰ Num outro trabalho, em diabéticos tipo 2, 36,8% dos infartos foram silenciosos.⁴¹ Em nossa amostra, não houve apresentação clínica clara de SCA ou não havia registro em prontuário em quase um terço dos casos, sendo o diagnóstico do infarto prévio realizado pela RMC durante a investigação etiológica de insuficiência cardíaca.

Limitações

O desenho do estudo retrospectivo apresenta várias limitações, incluindo a variabilidade da qualidade dos dados clínicos. Apesar do amplo uso da RMC para avaliação após IM no serviço de onde os casos foram provenientes, em um número muito elevado dos pacientes avaliados para elegibilidade, não havia disponibilidade de imagem digital dos ECGs no prontuário eletrônico, constando apenas o laudo escrito.

É importante também destacar a possibilidade de viés de aferição: sendo um estudo de infarto, os avaliadores poderiam estar mais propensos a identificar alterações nos exames, o que pode ter aumentado a sensibilidade do ECG. Outra limitação foi o número pequeno de IM de localização principal lateral.

Uma diferença que deve ser destacada era que todos os controles eram diabéticos, enquanto a prevalência de diabetes entre os casos foi de 35,3%. Apesar de diabetes ser um importante fator de risco para DAC e da maior ocorrência de infartos silenciosos nessa população,⁴² o fato de os controles terem realizado a RMC e o ECG no mesmo dia afasta a possibilidade de ter ocorrido algum evento coronariano agudo entre os exames. Além disso, as RMC dos controles incluíam a avaliação de isquemia miocárdica com estresse farmacológico, sendo capaz de detectar não só infartos, mas também isquemia, que também levava à exclusão dos controles. Só foram incluídos os que não apresentavam qualquer alteração no exame, exceto hipertrofia ventricular esquerda de até 13 mm de espessura parietal máxima.

Não foram avaliados dados clínicos como duração e intensidade dos sintomas, medicações em uso, ocorrência de eventos cardiovasculares, nem analisada a anatomia coronariana ou intervenções realizadas. Os traçados eletrocardiográficos foram obtidos em diferentes instituições e em diversos setores dos dois centros incluídos, não havendo descrição do eletrocardiograma utilizado na maioria deles.

Por fim, o estudo envolveu dados de ECG e RMC adquiridos somente em duas instituições, limitando a validade externa dos nossos resultados, o que deveria ser confirmado em estudo amplo, multicêntrico e de caráter populacional.

Conclusões

- O ECG se mostrou um método com boa acurácia para detecção de um IM prévio quando comparado à RMC-RT: 78,7% (74,4 – 83,0).
- O desempenho do ECG na localização do infarto mostrou utilidade muito limitada, especialmente na parede lateral.

Referências

1. Moran AE, Forouzanfar MH, Roth GA, Mensah GA, Ezzati M, Murray CJ, et al. Temporal Trends in Ischemic Heart Disease Mortality in 21 World Regions, 1980 to 2010: The Global Burden of Disease 2010 Study. *Circulation*. 2014;129(14):1483-92. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.113.004042.
2. Roger VL. Epidemiology of Heart Failure. *Circ Res*. 2013;113(6):646-59. doi: 10.1161/CIRCRESAHA.113.300268.
3. Bruder O, Schneider S, Nothnagel D, Dill T, Hombach V, Schulz-Menger J, et al. EuroCMR (European Cardiovascular Magnetic Resonance) Registry:

- Sendo uma ferramenta de baixo custo e a mais amplamente disponível na avaliação da DAC, a validação da sensibilidade do ECG com a RMC-RT para detecção do IM é importante, especialmente nas populações com mais difícil acesso aos exames de maior custo, como as de muitas cidades brasileiras. Os dados do presente trabalho poderão fornecer uma base para estudos adicionais sobre a aplicabilidade do ECG na triagem de pacientes que necessitarão de investigação diagnóstica adicional para DAC.
- Considerando a sensibilidade encontrada do ECG para detecção do IM prévio, baseada na identificação das ondas Q patológicas (69,3%), seria de grande valia a identificação de critérios eletrocardiográficos adicionais capazes de melhorar o desempenho do ECG no contexto da DAC crônica.

Contribuição dos autores

Concepção e desenho da pesquisa: Guerra MCMD, Chalela WA, Uchida AH, Santos ECL, Cintra RA, Ramires JAF, Rochitte CE; Obtenção de dados: Guerra MCMD, Fonseca RA, Cintra RA; Análise e interpretação dos dados: Guerra MCMD, Rezende AGS, Magalhães TA, Chalela WA, Uchida AH, Fonseca RA, Heringer Filho N, Beuther J, Garcia G, Rochitte CE; Análise estatística: Guerra MCMD, Montarroyos UR, Rochitte CE; Redação do manuscrito: Guerra MCMD, Rochitte CE; Revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo: Magalhães TA, Rochitte CE.

Potencial conflito de interesse

Não há conflito com o presente artigo.

Fontes de financiamento

O presente estudo não teve fontes de financiamento externas.

Vinculação acadêmica

Este artigo é parte de tese de doutorado de Maria Catarina de Melo Dias Guerra pela Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FMUSP).

Aprovação ética e consentimento informado

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo – HCFM/USP e Hospital do Coração/Associação Beneficente Síria – HCOR sob o número de protocolo 6.016.574 e 6.314.851, respectivamente. Todos os procedimentos envolvidos nesse estudo estão de acordo com a Declaração de Helsinki de 1975, atualizada em 2013.

- Results of the German Pilot Phase. *J Am Coll Cardiol*. 2009;54(15):1457-66. doi: 10.1016/j.jacc.2009.07.003.
4. Morton G, Schuster A, Perera D, Nagel E. Cardiac Magnetic Resonance Imaging to Guide Complex Revascularization in Stable Coronary Artery Disease. *Eur Heart J*. 2010;31(18):2209-15. doi: 10.1093/eurheartj/ehq256.
 5. Tomlinson DR, Becher H, Selvanayagam JB. Assessment of Myocardial Viability: Comparison of Echocardiography versus Cardiac Magnetic Resonance Imaging in the Current Era. *Heart Lung Circ*. 2008;17(3):173-85. doi: 10.1016/j.hlc.2007.10.005.
 6. Grover S, Srinivasan G, Selvanayagam JB. Evaluation of Myocardial Viability with Cardiac Magnetic Resonance Imaging. *Prog Cardiovasc Dis*. 2011;54(3):204-14. doi: 10.1016/j.pcad.2011.06.004.
 7. Wagner A, Mahrholdt H, Holly TA, Elliott MD, Regenfus M, Parker M, et al. Contrast-Enhanced MRI and Routine Single Photon Emission Computed Tomography (Spect) Perfusion Imaging for Detection of Subendocardial Myocardial Infarcts: An Imaging Study. *Lancet*. 2003;361(9355):374-9. doi: 10.1016/S0140-6736(03)12389-6.
 8. Kim RJ, Fieno DS, Parrish TB, Harris K, Chen EL, Simonetti O, et al. Relationship of MRI to Irreversible Injury, Infarct Age, and Contractile Function. *Circulation*. 1999;100(19):1992-2002. doi: 10.1161/01.cir.100.19.1992.
 9. Choi KM, Kim RJ, Gubernikoff G, Vargas JD, Parker M, Judd RM. Transmural Extent of Acute Myocardial Infarction Predicts Long-Term Improvement in Contractile Function. *Circulation*. 2001;104(10):1101-7. doi: 10.1161/hc3501.096798.
 10. Kim RJ, Albert TS, Wible JH, Elliott MD, Allen JC, Lee JC, et al. Performance of Delayed-Enhancement Magnetic Resonance Imaging with Gadoversetamide Contrast for the Detection and Assessment of Myocardial Infarction: An International, Multicenter, Double-Blinded, Randomized Trial. *Circulation*. 2008;117(5):629-37. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.107.723262.
 11. Bruder O, Wagner A, Lombardi M, Schwitler J, van Rossum A, Pilz G, et al. European Cardiovascular Magnetic Resonance (EuroCMR) Registry-Multi National Results from 57 Centers in 15 Countries. *J Cardiovasc Magn Reson*. 2013;15(1):9. doi: 10.1186/1532-429X-15-9.
 12. Thygesen K, Alpert JS, Jaffe AS, Chaitman BR, Bax JJ, Morrow DA, et al. Fourth Universal Definition of Myocardial Infarction (2018). *Circulation*. 2018;138(20):e618-e651. doi: 10.1161/CIR.0000000000000617.
 13. Moon JC, Arenaza DP, Elkington AG, Taneja AK, John AS, Wang D, et al. The Pathologic Basis of Q-Wave and Non-Q-Wave Myocardial Infarction: A Cardiovascular Magnetic Resonance Study. *J Am Coll Cardiol*. 2004;44(3):554-60. doi: 10.1016/j.jacc.2004.03.076.
 14. Marcus EB, Yano K, MacLean CJ. Regression of Q Waves Following Acute Myocardial Infarction. *Am J Epidemiol*. 1989;129(1):105-11. doi: 10.1093/oxfordjournals.aje.a115099.
 15. Myers GB, Klein HA, Hiratzka T. Correlation of Electrocardiographic and Pathologic Findings in Posterior Infarction. *Am Heart J*. 1949;38(4):547-92. doi: 10.1016/0002-8703(49)90007-1.
 16. Savage RM, Wagner GS, Ideker RE, Podolsky SA, Hackel DB. Correlation of Postmortem Anatomic Findings with Electrocardiographic Changes in Patients with Myocardial Infarction: Retrospective Study of Patients with Typical Anterior and Posterior Infarcts. *Circulation*. 1977;55(2):279-85. doi: 10.1161/01.cir.55.2.279.
 17. Brasil. Ministério da Saúde. Atendimento na Unidade de Pronto Atendimento Assistencial (UPA) [Internet]. Brasília: Ministério da Saúde; 2024 [cited 2024 Aug 22]. Available from: <https://www.gov.br/pt-br/servicos-estaduais/atendimento-na-unidade-de-pronto-atendimento-assistencial-upa#:~:text=A%20UPA%2024h%20oferece%20estrutura,de%20procedimento%20de%20alta%20complexidade>.
 18. Kaandorp TA, Bax JJ, Lamb HJ, Viergever EP, Boersma E, Poldermans D, et al. Which Parameters on Magnetic Resonance Imaging Determine Q Waves on the Electrocardiogram? *Am J Cardiol*. 2005;95(8):925-9. doi: 10.1016/j.amjcard.2004.12.028.
 19. Junqueira DL, Cavalcanti AB, Sallum JMF, Yasaki E, Jesuino IA, Stach A, et al. Plasma Ceramides as Biomarkers for Microvascular Disease and Clinical Outcomes in Diabetes and Myocardial Infarction. *Clin Diabetes Endocrinol*. 2024;10(1):32. doi: 10.1186/s40842-024-00186-5.
 20. Kawel N, Turkbey EB, Carr JJ, Eng J, Gomes AS, Hundley WG, et al. Normal Left Ventricular Myocardial Thickness for Middle-Aged and Older Subjects with Steady-State Free Precession Cardiac Magnetic Resonance: The Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2012;5(4):500-8. doi: 10.1161/CIRCIMAGING.112.973560.
 21. Salton CJ, Chuang ML, O'Donnell CJ, Kupka MJ, Larson MG, Kissinger KV, et al. Gender Differences and Normal Left Ventricular Anatomy in an Adult Population Free of Hypertension. A Cardiovascular Magnetic Resonance Study of the Framingham Heart Study Offspring Cohort. *J Am Coll Cardiol*. 2002;39(6):1055-60. doi: 10.1016/s0735-1097(02)01712-6.
 22. Kawel-Boehm N, Hetzel S, Ambale-Venkatesh B, et al. Reference ranges ("normal values") for cardiovascular magnetic resonance (CMR) in adults and children: 2020 update. *J Cardiovasc Magn Reson* 22, 87 (2020). doi: 10.1186/s12968-020-00683-3.
 23. Samesima N, God EG, Kruse JCL, Leal MG, Pinho C, França FFAC, et al. Brazilian Society of Cardiology Guidelines on the Analysis and Issuance of Electrocardiographic Reports - 2022. *Arq Bras Cardiol*. 2022;119(4):638-80. doi: 10.36660/abc.20220623.
 24. Kramer CM, Barkhausen J, Flamm SD, Kim RJ, Nagel E; Society for Cardiovascular Magnetic Resonance Board of Trustees Task Force on Standardized Protocols. Standardized Cardiovascular Magnetic Resonance (CMR) Protocols 2013 Update. *J Cardiovasc Magn Reson*. 2013;15(1):91. doi: 10.1186/1532-429X-15-91.
 25. Grothues F, Moon JC, Bellenger NG, Smith GS, Klein HU, Pennell DJ. Interstudy Reproducibility of Right Ventricular Volumes, Function, and Mass with Cardiovascular Magnetic Resonance. *Am Heart J*. 2004;147(2):218-23. doi: 10.1016/j.ahj.2003.10.005.
 26. Cerqueira MD, Weissman NJ, Dilsizian V, Jacobs AK, Kaul S, Laskey WK, et al. A Statement for Healthcare Professionals from the Cardiac Imaging Committee of the Council on Clinical Cardiology of the American Heart Association. *Circulation*. 2002;105(4):539-42. doi: 10.1161/hc0402.102975.
 27. Kim RJ, Wu E, Rafael A, Chen EL, Parker MA, Simonetti O, et al. The Use of Contrast-Enhanced Magnetic Resonance Imaging to Identify Reversible Myocardial Dysfunction. *N Engl J Med*. 2000;343(20):1445-53. doi: 10.1056/NEJM200011163432003.
 28. Jaarsma C, Bekkers SC, Haidari Z, Smulders MW, Nelemans PJ, Gorgels AP, et al. Comparison of Different Electrocardiographic Scoring Systems for Detection of Any Previous Myocardial Infarction as Assessed with Cardiovascular Magnetic Resonance Imaging. *Am J Cardiol*. 2013;112(8):1069-74. doi: 10.1016/j.amjcard.2013.05.048.
 29. Cannon CP. Improved Management of Unstable Angina and Non-Q-Wave MI. *Contemp Intern Med*. 1995;7(5):11-24.
 30. Wexler LF, Blaustein AS, Lavori PW, Lehmann KG, Wade M, Boden WE. Non-Q-Wave Myocardial Infarction Following Thrombolytic Therapy: A Comparison of Outcomes in Patients Randomized to Invasive or Conservative Post-Infarct Assessment Strategies in the Veterans Affairs Non-Q-Wave Infarction Strategies In-Hospital (VANQWISH) Trial. *J Am Coll Cardiol*. 2001;37(1):19-25. doi: 10.1016/s0735-1097(00)01047-0.
 31. Phibbs B, Marcus F, Marriott HJ, Moss A, Spodick DH. Q-Wave versus Non-Q Wave Myocardial Infarction: A Meaningless Distinction. *J Am Coll Cardiol*. 1999;33(2):576-82. doi: 10.1016/s0735-1097(98)00593-2.
 32. Sullivan W, Vlodever Z, Tuna N, Long L, Edwards JE. Correlation of Electrocardiographic and Pathologic Findings in Healed Myocardial Infarction. *Am J Cardiol*. 1978;42(5):724-32. doi: 10.1016/0002-9149(78)90090-5.
 33. Freifeld AG, Schuster EH, Bulkley BH. Nontransmural versus Transmural Myocardial Infarction: A Morphologic Study. *Am J Med*. 1983;75(3):423-32. doi: 10.1016/0002-9343(83)90343-1.

34. Yang H, Pu M, Rodriguez D, Underwood D, Griffin BP, Kalahasti V, et al. Ischemic and Viable Myocardium in Patients with Non-Q-Wave or Q-Wave Myocardial Infarction and Left Ventricular Dysfunction: A Clinical Study Using Positron Emission Tomography, Echocardiography, and Electrocardiography. *J Am Coll Cardiol*. 2004;43(4):592-8. doi: 10.1016/j.jacc.2003.07.052.
35. Lobeek M, Badings E, Lenssen M, Uijlings R, Koster K, van 't Riet E, et al. Diagnostic Value of the Electrocardiogram in the Assessment of Prior Myocardial Infarction. *Neth Heart J*. 2021;29(3):142-50. doi: 10.1007/s12471-020-01515-w.
36. Luna AB, Cino J, Goldwasser D, Kotzeva A, Elosua R, Carreras F, et al. New Electrocardiographic Diagnostic Criteria for the Pathologic R Waves in Leads V1 and V2 of Anatomically Lateral Myocardial Infarction. *J Electrocardiol*. 2008;41(5):413-8. doi: 10.1016/j.jelectrocard.2007.10.002.
37. Lee DC, Albert CM, Narula D, Kadish AH, Panicker GK, Wu E, et al. Estimating Myocardial Infarction Size with a Simple Electrocardiographic Marker Score. *J Am Heart Assoc*. 2020;9(3):e014205. doi: 10.1161/JAHA.119.014205.
38. Tiller C, Holzknacht M, Reindl M, Lechner I, Kalles V, Troger F, et al. Estimating the Extent of Myocardial Damage in Patients with STEMI Using the DETERMINE Score. *Open Heart*. 2021;8(1):e001538. doi: 10.1136/openhrt-2020-001538.
39. Leening MJ, Elias-Smale SE, Felix JF, Kors JA, Deckers JW, Hofman A, et al. Unrecognised Myocardial Infarction and Long-Term Risk of Heart Failure in the Elderly: The Rotterdam Study. *Heart*. 2010;96(18):1458-62. doi: 10.1136/hrt.2009.191742.
40. Chaitman BR, Hardison RM, Adler D, Gebhart S, Grogan M, Ocampo S, et al. The Bypass Angioplasty Revascularization Investigation 2 Diabetes Randomized Trial of Different Treatment Strategies in Type 2 Diabetes Mellitus with Stable Ischemic Heart Disease: Impact of Treatment Strategy on Cardiac Mortality and Myocardial Infarction. *Circulation*. 2009;120(25):2529-40. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.109.913111.
41. Whincup PH, Wannamethee SG, Lennon L, Lowe GD, Rumley A, Walker M, et al. Incidence and predictors of silent myocardial infarction in type 2 diabetes and the effect of fenofibrate: an analysis from the Fenofibrate Intervention and Event Lowering in Diabetes (FIELD) study. *Eur Heart J*. 2015 Apr;36(16):949-59. doi: 10.1093/eurheartj/ehp377.
42. Arenja N, Mueller C, Ehl NF, Brinkert M, Roost K, Reichlin T, et al. Prevalence, Extent, and Independent Predictors of Silent Myocardial Infarction. *Am J Med*. 2013;126(6):515-22. doi: 10.1016/j.amjmed.2012.11.028.

***Material suplementar**

Para informação adicional, por favor, clique aqui.



Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da licença de atribuição pelo Creative Commons