










Relação entre cintilografia de perfusão miocárdica e carga de trabalho na identificação de pacientes com alto risco para isquemia miocárdica



Relationship between myocardial perfusion scintigraphy and workload for identifying patients at high risk for myocardial ischemia

Giovanna Sherly de Sá Guedes Marins¹  Fernando Augusto Pacífico¹ 
Dolly Brandão Lages¹  Michelle Alves de Farias¹ 
Mário Cruz Couto¹  Liliam de Souza Santos¹  Eduardo Lins Paixão¹ 

¹ Faculdade de Medicina de Olinda. Olinda, Pernambuco, Brasil.

Resumo

Durante a realização da cintilografia de perfusão miocárdica (CPM) de estresse e repouso, é medida a carga de trabalho alcançada, definida pelos equivalentes metabólicos (METs), e verificada a presença de alterações isquêmicas nos exames eletrocardiográficos. O objetivo deste estudo foi avaliar essas variáveis e identificar quais seriam úteis na identificação dos pacientes com isquemia miocárdica severa. Para tanto, foi realizado um estudo do tipo transversal, observacional e retrospectivo, com amostragem do tipo não probabilístico por conveniência, feito por meio da análise de 2.388 prontuários cujos pacientes haviam sido encaminhados para realização de CPM. Os pacientes foram divididos em dois grupos de acordo com os METs alcançados, e foram comparadas as prevalências de isquemia severa aferida pelo software Wackers-Liu. Dos 2.388 prontuários, 506 atingiram 10 METs sem alterações eletrocardiográficas do segmento ST no estresse, os quais foram enquadrados no grupo B; desses, 0,4% (2/506) apresentou isquemia severa. Os 515 pacientes do grupo A não alcançaram 10 METs e apresentaram, simultaneamente, alterações eletrocardiográficas isquêmicas do segmento ST; 3,6% (19/515) deles evidenciaram isquemia severa, diferença estatisticamente significativa ($p < 0,0002$). Com base nesses achados, conclui-se que, na presença de

Como citar: Marins **GSSG**, Pacífico **FA**, Lages **DB**, Farias **MA**, Couto **MC**, Santos **LS** et al. Relação entre cintilografia de perfusão miocárdica e carga de trabalho na identificação de pacientes com alto risco para isquemia miocárdica. An Fac Med Olinda 2024; 1(11):29 doi: <https://doi.org/10.56102/afmo.2024.307>

Autor correspondente:

Giovanna Sherly de Sá Guedes Marins.
E-mail: giovannasherly@outlook.com

Fonte de financiamento:

Não se aplica

Parecer CEP: CAAE nº

65605922.1.0000.8033

Recebido: 20/06/2023

Aprovado: 14/11/2023

alterações eletrocardiográficas isquêmicas na fase de estresse com carga de trabalho < 10 METs, a probabilidade de isquemia miocárdica severa é nove vezes maior em comparação aos que alcançaram ≥ 10 METs sem alterações eletrocardiográficas isquêmicas. Desse modo, uma carga de trabalho que alcança ≥ 10 METs sem alterações eletrocardiográficas compatíveis com isquemia pode ser um bom preditor para ausência de isquemia severa na CPM.

Palavras-chave: Cintilografia; Doença da artéria coronariana; Equivalente metabólico; Isquemia.

Abstract

The stress and rest myocardial perfusion scintigraphy (MPS) measures the workload achieved using metabolic equivalents (METs) and verifies the presence of ischemic changes in electrocardiographic exams. Thus, this study aimed to evaluate these variables and identify which ones would be useful in identifying patients with severe myocardial ischemia. This cross-sectional retrospective study analyzed 2,388 medical records of patients who had been referred for MPS; they were recruited using non-probabilistic convenience sampling. The patients were divided into two groups according to the METs achieved, and the prevalence of severe ischemia was measured using the Wackers-Liu software. A total of 506 patients achieved 10 METs without electrocardiographic changes in the ST segment during stress; they were classified as group B. Of these, 0.4% presented severe myocardial ischemia. Patients from group A did not reach 10 METs ($n = 515$ patients) and presented ischemic electrocardiographic changes in the ST segment; 3.6% of them presented severe myocardial ischemia, which was significantly different ($p < 0.0002$). These findings highlight that patients presenting ischemic electrocardiographic changes in the stress phase with a workload <10 METs were 9-fold more likely to have severe myocardial ischemia than those who achieved ≥ 10 METs without ischemic electrocardiographic changes. Therefore, a workload that reaches ≥ 10 METs without electrocardiographic changes compatible with ischemia may be a good predictor for the absence of severe myocardial ischemia in MPS.

Keywords: Radionuclide imaging; Coronary artery disease; Metabolic equivalent; Ischemia.

INTRODUÇÃO

A cintilografia de perfusão miocárdica (CPM) é um exame diagnóstico não invasivo, capaz de demonstrar as anormalidades de perfusão miocárdica. Desta forma, é um importante método para a avaliação da função cardiovascular em pacientes com suspeita de doença arterial coronariana (DAC).¹

Durante a realização da CPM, são utilizados os equivalentes metabólicos (METs) para medir a capacidade de exercício, ou seja, para avaliar a capacidade do coração de lidar com o esforço físico.² Essa capacidade, também conhecida como aptidão cardiorrespiratória, é uma das medidas mais importantes obtidas a partir de um teste ergométrico. Um MET é a quantidade de consumo de oxigênio necessária em estado de repouso e é equivalente a 3,5mL de oxigênio

por quilograma de peso corporal por minuto para um adulto jovem.³ A mensuração dos METs, incluída no relatório final de um teste ergométrico, é um procedimento prático e de fácil compreensão.⁴

Esses METs são considerados, atualmente, poderosos preditores de eventos cardiovasculares na população geral, com melhores resultados observados em pacientes que atingem cargas de trabalho mais altas.²

Em pacientes com DAC conhecida ou suspeita, uma precisa estratificação de risco possui grande valor para a correta orientação do manejo e para melhorar o prognóstico.⁵ O eletrocardiograma (ECG) de esforço e a CPM são ferramentas amplamente utilizadas para estratificação de risco em DAC estável. Além disso, a capacidade de exercício, que pode ser aferida durante a realização da CPM, é um preditor estabelecido de mortalidade.⁵

Nessa perspectiva, o presente estudo teve como objetivo analisar a associação entre a carga de trabalho alcançada em METs na CPM e o risco do desenvolvimento de isquemia miocárdica severa.

MÉTODOS

Trata-se de um estudo do tipo transversal, observacional e retrospectivo, com amostragem do tipo não probabilística por conveniência, realizado no período de março a abril de 2023. Foi utilizado o banco de dados do Laboratório de Medicina Nuclear de um hospital da região metropolitana do Recife, Pernambuco. Foram analisados 2.388 prontuários de pacientes aleatórios, dos anos de 2006 e 2007, com ou sem DAC conhecida, que realizaram CPM com Tecnécio sestamibi 99mTc.

Como critérios de inclusão, estabeleceu-se que os pacientes tivessem alcançado mais de 85% de frequência cardíaca máxima prevista para a idade e estivessem dentro da faixa etária de 20 a 85 anos. Foram excluídos do estudo: os pacientes que não conseguiram realizar teste de esforço físico e, desta forma, fizeram o exame por estresse farmacológico; os que não alcançaram 85% da frequência cardíaca máxima prevista para a idade; os menores de 20 anos e os maiores de 85 anos de idade.

Os pacientes foram divididos em dois grupos (A e B) de acordo com a intensidade da carga de trabalho alcançada durante o teste ergométrico, medida em METs, e pelas alterações eletrocardiográficas encontradas no segmento ST. O grupo A foi composto pelos que alcançaram a carga de trabalho <10 METs e apresentaram alterações eletrocardiográficas no segmento ST, e o grupo B, pelos que conseguiram carga de trabalho ≥10 METs e não apresentaram alterações eletrocardiográficas no segmento ST. Para avaliar a carga de trabalho pelo METs, o protocolo de esforço utilizado na realização do teste ergométrico foi o Bruce.²

Não fizeram parte da análise os pacientes que alcançaram a carga de trabalho <10 METs

e não apresentaram alterações eletrocardiográficas no segmento ST como também os que conseguiram carga de trabalho ≥ 10 METs e apresentaram alterações eletrocardiográficas no segmento ST.

A prevalência de isquemia foi aferida pelo software Wackers-Liu de análise quantitativa da perfusão miocárdica e considerada severa quando existia uma área isquêmica maior que 10% do ventrículo esquerdo acometido.

Os dados foram tabulados e processados pelo aplicativo para microcomputador *Predictive Analytics Software* (PASW® STATISTIC), versão 17.0. Inicialmente, foi realizada uma análise descritiva, e os resultados obtidos dessa análise foram apresentados como frequência absoluta, frequências esperadas, percentual total e resíduo ajustado. Para se verificar associação entre as variáveis, foi aplicado o teste de qui-quadrado de independência. O nível de precisão estabelecido foi de 5%; o nível de confiança, de 95%; e a variabilidade máxima, de 0,5.

RESULTADOS

A média de idade dos pacientes foi de 58 anos (20 a 85 anos) para ambos os grupos. Para o sexo feminino, a média de idade foi de 59 anos (22 a 84 anos), enquanto, para o sexo masculino, foi de 57 anos (23 a 84 anos). A distribuição por sexo foi de 43,29% feminino (N = 1.034) e 56,71% masculino (N = 1.354).

Dos prontuários analisados, 791 pacientes alcançaram a carga de trabalho ≥ 10 METs, com média de idade de 50 anos, sendo 15% (N = 119) do sexo feminino e 85% (N = 672) do sexo masculino. Já os que não alcançaram os 10 METs totalizaram 1.597 pacientes, com média da idade de 62 anos, sendo 57% (N = 915) do sexo feminino e 43% (N = 682) do sexo masculino.

No universo que atingiu 10 METs, 285 foram excluídos do estudo, pois apresentaram alterações eletrocardiográficas do segmento ST. Assim, foram analisados os 506 restantes (grupo B) que não demonstraram alterações isquêmicas no estresse. Desses 506 que restaram, 0,4% (2/506) apresentou isquemia severa. Entretanto, dentre aqueles que não alcançaram 10 METs, 1.082 foram excluídos da pesquisa por não terem apresentado alterações eletrocardiográficas do segmento ST, restando 515 (grupo A) com alterações eletrocardiográficas isquêmicas. Dentro da amostra de 515, tiveram evidência de isquemia severa o correspondente a 3,6% (19/515), o que representa um valor nove vezes maior (Tabela 1).

Tabela 1. Distribuição do risco do desenvolvimento de isquemia miocárdica severa de acordo com a carga de trabalho alcançada em METs na CPM e alterações eletrocardiográficas

Carga de trabalho alcançada e alterações no ECG	Isquemia miocárdica severa		Total
	Ausência	Presença	
METs <10 com alterações no ECG			
Frequência absoluta	496	19	515
Frequência esperada	504,4	10,6	515
Porcentual total	48,6%	1,9%	50,4%
Resíduo ajustado	-3,7	3,7	
METs ≥10 sem alterações no ECG			
Frequência absoluta	504	2	506
Frequência esperada	495,6	10,4	506
Porcentual total	49,4%	0,2%	49,6%
Resíduo ajustado	3,7	-3,7	
Total			
Frequência absoluta	1000	21	1021
Frequência esperada	1000	21	1021
Porcentual total	97,9%	2,1%	100,0%

METs: equivalentes metabólicos. ECG: eletrocardiograma. Valor do teste qui-quadrado = 13,748, $p < 0,001$.

Para avaliar a existência de uma associação entre a carga de trabalho alcançada em METs na CPM e o risco de desenvolver isquemia miocárdica severa, construiu-se uma tabela de contingência com a distribuição da presença de isquemia severa de acordo com a carga de trabalho alcançada. Em seguida, utilizou-se o teste do qui-quadrado para avaliar se as distribuições eram estatisticamente diferentes.

Os pressupostos do teste foram atendidos, incluindo o de que a frequência esperada em cada célula da tabela de contingência deveria ser > 5 . O valor calculado para o teste do qui-quadrado de independência foi de 13,748, e o valor de “p” foi $< 0,001$, o que demonstra que o risco de desenvolver isquemia miocárdica severa foi significativamente maior (para um nível de significância de 5%) entre pacientes do grupo A quando comparado aos pacientes do grupo B. O teste do qui-quadrado de independência revelou que há associação entre a carga de trabalho alcançada em METs na CPM e o risco de desenvolver isquemia miocárdica severa [$X^2_{(2)} = 13,748$; $p < 0,001$].

DISCUSSÃO

A Diretriz Brasileira de Reabilitação Cardiovascular preconiza a estratificação do risco clínico dos pacientes, relacionando descompensação clínica, intervenção ou evento cardiovascular, capacidade funcional determinada em METs, sinais e sintomas de isquemia miocárdica

definidos como limiar isquêmico, sintomatologia e outras características clínicas.⁶ Pacientes que alcançam capacidade funcional < 5 METs apresentam sintomatologia de classe funcional III e IV, sendo classificados como alto risco clínico; os que alcançam de 5 a 7 METs são de risco clínico intermediário, apresentando classe funcional I e II; e os pacientes de baixo risco são aqueles que alcançam > 7 METs sem nenhuma sintomatologia.⁶ Pacientes que alcançaram 10 METs demonstraram excelente prognóstico com baixas taxas de eventos cardiovasculares e baixa prevalência de isquemia severa do ventrículo esquerdo, independentemente do pico de frequência cardíaca de exercício.⁵ Isso porque, embora exista uma relação linear entre a carga de exercício e a frequência cardíaca, a frequência cardíaca máxima atingível diminui com o passar dos anos e apresenta uma variabilidade substancial entre indivíduos da mesma idade.⁷ Já os pacientes que não alcançam 10 METs podem apresentar maior probabilidade de serem classificados como alto risco. Isso porque eles se enquadrariam, inicialmente, no risco clínico elevado e frequentemente necessitam de reajustes de fármacos e de reavaliações, com eventuais intervenções (revascularizações ou outros procedimentos).⁶

O teste de esforço, além da depressão do segmento ST, fornece informações diagnósticas e prognósticas valiosas.⁴ Eles incluem capacidade de exercício, resposta cronotrópica, recuperação da frequência cardíaca e resposta da pressão arterial.⁴ Entretanto, dentre os diversos parâmetros, um dos mais importantes é a capacidade funcional avaliada em METs.⁴

Estudos mostram que, além da apresentação de alterações isquêmicas no ECG, existe diferença no prognóstico em relação ao tempo de retorno dessa alteração aos níveis de normalidade.⁸ Foi demonstrado que os pacientes que mostraram retorno do segmento ST de forma rápida tiveram menos achados de alto risco em comparação com aqueles que tiveram retorno com tempo mais prolongado.⁸

Diante de todas as alternativas de estratificação, diagnóstico e prognóstico, foram criados protocolos para melhor atender os grupos de pacientes que poderiam ser selecionados para essa abordagem da imagem de perfusão, preservando-os de mais gastos e de uma exposição desnecessária à radiação.⁵ Assim, uma abordagem diagnóstica por etapas pode ser custo efetivo: se o ECG de esforço limitado por sintomas (etapa 1) for normal, nenhum teste adicional será necessário⁷, pois pacientes com risco clínico intermediário a alto para doença arterial que atingem ≥ 10 METs sem alterações isquêmicas no ECG evidenciam probabilidade muito baixa de isquemia severa.⁹ No entanto, se o ECG de esforço for positivo, a etapa 2 deve consistir em CPM de exercício para resolver a questão de haver um ECG de esforço falso-positivo.⁷ Com essa modificação do algoritmo de teste de estresse, um número substancial de pacientes de baixa probabilidade não precisará de CPM.⁷

CONCLUSÃO

Havendo alterações eletrocardiográficas isquêmicas na fase de estresse com carga de trabalho < 10 METs, a probabilidade de isquemia miocárdica severa é nove vezes maior em comparação a pacientes que alcançaram ≥ 10 METs sem alterações eletrocardiográficas isquêmicas. Desse modo, uma carga de trabalho que alcançou ≥ 10 METs sem alterações eletrocardiográficas do segmento ST mostrou-se como um bom preditor para ausência de isquemia severa na CPM. A utilização dos METs na realização da CPM em pacientes aleatórios, independentemente da presença de DAC, do sexo e da idade, foi um bom preditor de isquemia miocárdica severa.

O estudo pode permitir uma melhor compreensão de como a capacidade funcional do coração está relacionada à má perfusão miocárdica. Foi possível evidenciar a importância de um teste ergométrico bem-feito na estratificação de risco cardiovascular, o que poupa os pacientes da realização de vários exames prescindíveis, com o ônus do dispêndio financeiro e da exposição desnecessária à radiação nos demais exames que, rotineiramente, são solicitados nos serviços de saúde.

Por fim, apresenta uma importância na aquisição de informações diagnósticas e prognósticas no manejo mais efetivo dos pacientes, visto que o teste ergométrico é um exame de valor acessível, reproduzível e acurado para estratificação de risco e para dimensionar a relação entre a carga de trabalho e as alterações isquêmicas no eletrocardiograma.

CONFLITO DE INTERESSES

Nada a declarar

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

GSSGM: Redação – redação original, Redação – revisão e edição; **FAP:** Curadoria de dados, Análise formal, Metodologia, Supervisão, Redação – redação original, Redação – revisão e edição; **DBL:** Redação – redação original, Redação – revisão e edição; **MAF:** Redação – redação original, Redação – revisão e edição; **MCC:** Redação – redação original, Redação – revisão e edição; **LSS:** Redação – redação original, Redação – revisão e edição; **ELP:** Conceptualização, Curadoria de dados, Investigação, Metodologia, Administração do projeto, Recursos, Supervisão, Redação – redação original, Redação – revisão e edição.

REFERÊNCIAS

1. Beller GA, Heede RC. SPECT imaging for detecting coronary artery disease and determining prognosis by noninvasive assessment of myocardial perfusion and myocardial viability. *J Cardiovasc Transl Res.* 2011;4(4):416-424. doi: <https://doi.org/10.1007/s12265-011-9290-2>

2. Padala SK, Ghatak A, Padala S, Katten DM, Polk DM, Heller GV. Cardiovascular risk stratification in diabetic patients following stress single-photon emission-computed tomography myocardial perfusion imaging: the impact of achieved exercise level. *J Nucl Cardiol.* 2014;21(6):1132-1143. doi: <https://doi.org/10.1007/s12350-014-9986-1>
3. Sharma K, Kohli P, Gulati M. An update on exercise stress testing. *Curr Probl Cardiol.* 2012;37(5):177-202. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cpcardiol.2011.11.004>
4. Petretta M. Rise and fall, and provisional rebirth of exercise stress testing at the dawn of the third millennium. *J Nucl Cardiol.* 2021; 28(5):2067-2071. doi: <https://doi.org/10.1007/s12350-019-01967-7>
5. Peclat TR, de Souza ACDAH, Souza VF, et al. The additional prognostic value of myocardial perfusion SPECT in patients with known coronary artery disease with high exercise capacity. *J Nucl Cardiol.* 2021;28(5):2056-2066. doi: <https://doi.org/10.1007/s12350-019-01960-0>
6. Carvalho T, Milani M, Ferraz AS, et al. Brazilian Cardiovascular Rehabilitation Guideline - 2020 [published correction appears in *Arq Bras Cardiol.* 2021 Aug;117(2):423]. Diretriz Brasileira de Reabilitação Cardiovascular – 2020 [published correction appears in *Arq Bras Cardiol.* 2021 Aug;117(2):423]. *Arq Bras Cardiol.* 2020;114(5):943-987. doi: <https://doi.org/10.36660/abc.20200407>
7. Wackers FJ. Customized exercise testing. *J Am Coll Cardiol.* 2009;54(6):546-548. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2009.04.044>
8. Rich JD, Chen S, Ward RP. Comparison of high risk stress myocardial perfusion imaging findings in men with rapid versus prolonged recovery of ST-segment depression after exercise stress testing. *Am J Cardiol.* 2010;105(10):1361-1364. doi: <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2009.12.061>
9. Bourque JM, Holland BH, Watson DD, Beller GA. Achieving an exercise workload of > or = 10 metabolic equivalents predicts a very low risk of inducible ischemia: does myocardial perfusion imaging have a role?. *J Am Coll Cardiol.* 2009;54(6):538-545. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2009.04.042>