

Práticas Atuais na Cintilografia de Perfusão Miocárdica no Brasil e Adesão às Recomendações da AIEA: Resultado de Estudo Transversal

Current Practices in Myocardial Perfusion Scintigraphy in Brazil and Adherence to the IAEA Recommendations: Results of a Cross-Sectional Study

Carlos Vitor Braga Rodrigues,¹ Anderson Oliveira,² Christiane Cigagna Wiefels,¹ Maurício de Souza Leão,¹ Cláudio Tinoco Mesquita¹

Setor de Medicina Nuclear - Hospital Universitário Antônio Pedro (HUAP) - Universidade Federal Fluminense (UFF),¹ Niterói, RJ; Comissão Nacional de Energia Nuclear,² Rio de Janeiro, RJ - Brasil

Resumo

Fundamento: A situação atual das práticas da medicina nuclear em cardiologia no Brasil ainda é pouco conhecida. A Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA) recomendou oito “boas práticas” para minimizar a exposição dos pacientes à radiação ionizante durante a Cintilografia de Perfusão Miocárdica (CPM).

Objetivo: Analisar a adoção das oito boas práticas na CPM no Brasil.

Métodos: Estudo transversal com dados obtidos através de questionário. Todos os testes de hipóteses desenvolvidos consideraram uma significância de 5%.

Resultados: Observamos que 100% dos Serviços de Medicina Nuclear (SMN) não utilizam Tálzio-201 como protocolo preferencial. Sobre a utilização do Tecnécio-99m, notamos que 57% administram atividades acima do limiar recomendado pela AIEA (36 mCi) ou resultam em uma dose efetiva maior que 15 milisievert (mSv). A fase única de estresse não é praticada por 94% dos SMN; portanto, somente 19% contam com estratégias de redução das doses radioativas. Cerca de 52% dos SMN afirmam que sempre realizam o ajuste da dose por peso e 35% administram doses mal calculadas no protocolo de um dia.

Conclusão: Observamos que um número considerável de SMN no Brasil ainda não seguem seis ou mais das práticas recomendadas pela AIEA. Apesar das dificuldades enfrentadas na prática nuclear em algumas regiões do Brasil, quase todos os déficits observados podem ser resolvidos sem aumento de custos, ressaltando a importância do desenvolvimento de estratégias para aderência às “boas práticas” na realização da CPM. (Arq Bras Cardiol. 2018; 110(2):175-180)

Palavras-chave: Medicina Nuclear / métodos; Imagem de Perfusão Miocárdica; Isquemia Miocárdica / diagnóstico por imagem.

Abstract

Background: Data on the current situation of nuclear medicine practices in cardiology in Brazil are scarce. The International Atomic Energy Agency (IAEA) has recommended eight “good practices” to minimize patients’ ionizing radiation exposure during myocardial perfusion scintigraphy (MPS).

Objectives: To assess the adoption of the eight good practices in MPS in Brazil.

Methods: Cross-sectional study with data obtained by use of a questionnaire. All hypothesis tests performed considered a significance level of 5%.

Results: We observed that 100% of the nuclear medicine services (NMS) assessed do not use thallium-201 as the preferred protocol. Regarding the use of technetium-99m, 57% of the NMS administer activities above the threshold recommended by the IAEA (36 mCi) or achieve an effective dose greater than 15 millisievert (mSv). The abbreviated stress-only myocardial perfusion imaging is not employed by 94% of the NMS; thus, only 19% count on strategies to reduce the radioactive doses. Approximately 52% of the NMS reported always performing dose adjustment for patient’s weight, while 35% administer poorly calculated doses in the one-day protocol.

Conclusion: A considerable number of NMS in Brazil have not adopted at least six practices recommended by the IAEA. Despite the difficulties found in nuclear practice in some Brazilian regions, almost all obstacles observed can be overcome with no cost increase, emphasizing the importance of developing strategies for adopting “good practices” when performing MPS. (Arq Bras Cardiol. 2018; 110(2):175-180)

Keywords: Nuclear Medicine / methods; Myocardial Perfusion Imaging; Myocardial Ischemia / diagnostic imaging.

Full texts in English - <http://www.arquivosonline.com.br>

Correspondência: Carlos Vitor Braga Rodrigues •

Setor de Medicina Nuclear - HUAP - Rua Marques de Paraná, 303/2º andar - Prédio Principal. CEP 24033-900, Centro, Niterói, RJ - Brasil

E-mail: carlosvitorbr@gmail.com, legserv@bol.com.br

Artigo recebido em 02/03/2017, revisado em 27/09/2017, aceito em 06/10/2017

DOI: 10.5935/abc.20180023

Introdução

A cintilografia de perfusão miocárdica (CPM) é uma técnica não invasiva, segura e que utiliza o estresse físico ou farmacológico para detectar a presença de isquemia, avaliando precocemente as alterações. A taxa de complicações de uma CPM não excede a do teste ergométrico, que é estimada em 0,01% de mortalidade.¹

Os pacientes com isquemias evidenciadas pela CPM têm maior risco de desfechos adversos em comparação com pacientes com exame normal. Essa estratificação é fundamental, pois abordagens invasivas somente estão associadas a benefício para pacientes com risco aumentado. As diretrizes europeias sobre revascularização citam como técnicas mais bem estabelecidas para o diagnóstico de isquemia a CPM e o ecocardiograma sob estresse.² O uso adequado dos procedimentos invasivos é fundamental, pois esses apresentam alto custo. O Estudo IMPACT demonstrou que a maior parte do custo no manejo da doença coronariana provém dos procedimentos invasivos.³

A CPM é o procedimento de medicina nuclear mais utilizado no Brasil, correspondendo a 54% de todas as cintilografias realizadas no Sistema Único de Saúde (SUS).⁴ Apesar da ampla utilização, as práticas são heterogêneas e podem ser aperfeiçoadas, especialmente porque empregam radiação ionizante, que, por princípios de radioproteção, deve ser usada de modo justificado e otimizado. Santos et al.,⁵ avaliaram o uso da cintilografia no SUS e observaram uma taxa de utilização inapropriada de 12%. Afirmam que, com a utilização apropriada, haverá uma redução de 18,6% nos custos orçamentários, além da redução da exposição desnecessária à radiação.⁵ Em contrapartida, Oliveira et al.,⁶ avaliando a adequação da CPM em outra instituição, encontraram uma taxa de exames inapropriados de apenas 5,2%.⁶

Tendo em vista a heterogeneidade do uso e da exposição à radiação, a Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA) recomenda oito "boas práticas" para minimizar a exposição à radiação durante a CPM.⁷ No estudo INCAPS, foi analisada adoção dessas práticas em 308 Serviços de Medicina Nuclear (SMN) em 65 países, sendo que apenas 142 SMN (45%) apresentavam índice satisfatório. Até o momento, não há dados demonstrando a utilização dessas recomendações no Brasil, que é o objetivo do estudo.

Métodos

Foi desenhado um estudo transversal com questionário online autoadministrado, enviado para endereço eletrônico do responsável técnico dos SMN em funcionamento no país (403 SMN no primeiro trimestre de 2016, segundo dados obtidos no site da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN). O critério de inclusão no estudo foi o SMN estar autorizado pela CNEN a operar. Foram excluídos todos que realizavam menos de 20 CPM ao mês e respostas duplicadas, resultando em 63 respondentes (16% do total).

O questionário foi elaborado utilizando as diretrizes norte-americana e europeia com perguntas selecionadas das publicações da própria AIEA: o *Quality Management Audits in Nuclear Medicine Practices* (QUANUM)⁸ e o *Nuclear Medicine*

Database (NUMDAB).⁹ O questionário continha 49 questões, divididas em 7 domínios: dados demográficos do SMN (5 itens), dados sobre a equipe técnica (10 itens), atenção ao paciente (4 itens), radiofarmácia (8 itens), equipamentos (7 itens), protocolo de exames (20 itens) e pós-processamento e interpretação das imagens (2 itens).

Foi considerado equipe multidisciplinar completa quando o SMN era composto de ao menos um profissional de cada categoria: médico nuclear, físico médico, farmacêutico, biomédico, enfermeiro e profissionais de nível técnico.

O Índice de Qualidade (IQ) foi adotado para mensurar de modo objetivo a qualidade no exame de perfusão miocárdica, que envolve o somatório das práticas que podem ser adotadas em um SMN. O IQ varia de 0 até 8 e foi considerado o valor de $\text{IQ} \geq 6$ como o nível desejado para um SMN conforme sugestão da AIEA.⁷

Análise estatística

As variáveis foram testadas para normalidade pelo método de Kolmogorov-Smirnov, revelando uma distribuição não normal. Portanto, a análise descritiva foi realizada através de medianas e intervalo interquartil e foram utilizados o teste de Kruskal-Wallis de amostras independentes e o teste U de Mann-Whitney de amostras independentes. A análise foi realizada no pacote estatístico *Statistical Package for the Social Sciences* versão 21. Todos os testes de hipóteses desenvolvidos consideraram uma significância de 5%, ou seja, a hipótese nula foi rejeitada quando p-valor foi menor que 0,05.

Resultados

No total de 63 SMN respondentes, está refletida a prática de 972 profissionais envolvidos que são responsáveis por uma estimativa de 13.200 CPM ao mês.

A Figura 1 apresenta o histograma da distribuição do IQ em 63 SMN de todo o Brasil, onde o IQ mediano encontrado foi de 5. O IQ mais baixo foi 3, o quartil inferior que equivale a 25% dos escores de IQ foi igual a 4 e o quartil superior igual a 5. O $\text{IQ} \geq 6$, que é o índice desejável, somente foi observado em 13 SMN (20,6% da amostra).

A Tabela 1 discrimina os valores do IQ de acordo com as principais características dos SMN, com o objetivo de identificar aquelas que estão associadas com os valores mais elevados de IQ. Duas variáveis apresentaram associação significativa com IQ mais elevado: 1) O SMN ser localizado em instituições acadêmicas em comparação com as não acadêmicas, $p = 0,046$; e 2) Os SMN que apresentaram equipe multidisciplinar completa em comparação com os que não a apresentavam, $p = 0,030$.

Ao analisarmos a quantidade de CPM realizadas mensalmente e sua relação com o IQ desejável (Tabela 2), observamos que as instituições com $\text{IQ} \geq 6$ apresentaram um volume de CPM mensal estatisticamente maior que os SMN que não apresentavam ao menos seis boas práticas, $p = 0,043$.

Ao analisarmos a presença de cada uma das boas práticas nos SMN (Tabela 3), podemos observar que as mais adotadas foram: 1) não utilização do protocolo Tálzio-estresse; 2) não utilização de protocolo de duplo-isótopo; e

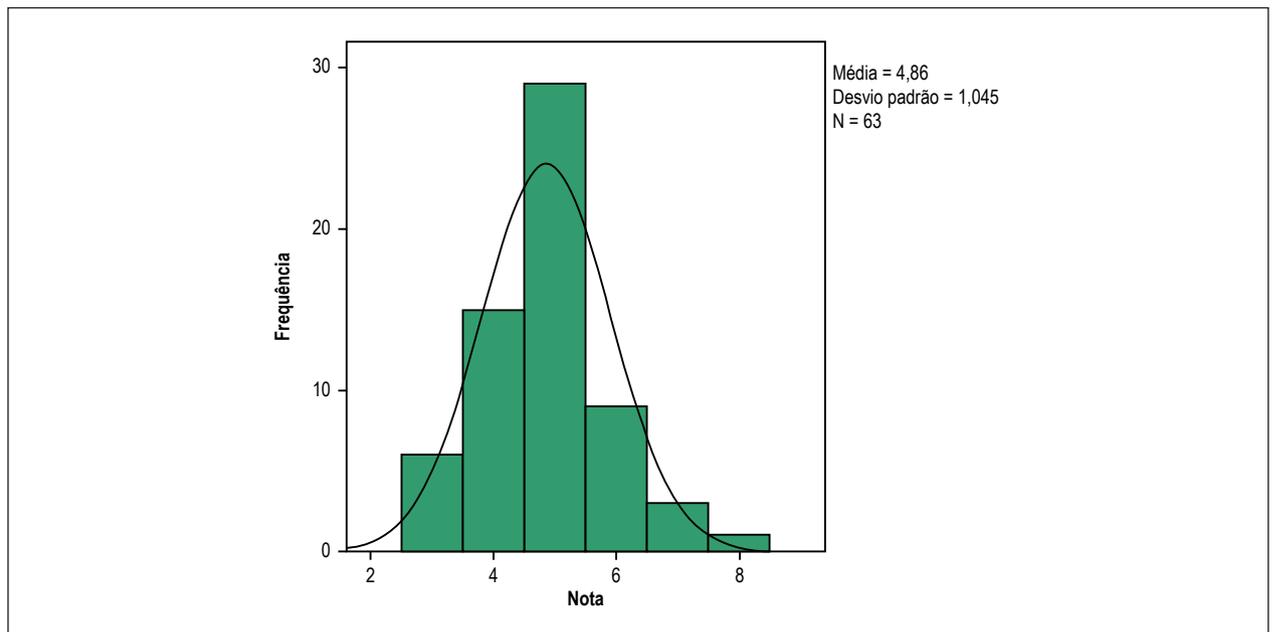


Figura 1 – Distribuição da pontuação do índice de qualidade (0 a 8) de boas práticas de 63 serviços de exame de cardiologia nuclear no Brasil, 2016.

Tabela 1 – Índice de qualidade de acordo com as características demográficas, profissionais e regionais dos serviços de medicina nuclear (SMN)

	N	Média	Mediana	Desvio padrão	Valor de p
Região do Brasil					
Sudeste	34	5	5	1,044	
Sul	17	4,76	5	1,200	0,750*
Centro-oeste	2	5,00	5	0,000	
Nordeste	8	4,50	4	0,926	
Norte	2	4,50	4	0,707	
Tipo do SMN					
Privada	55	4,91	5	1,076	0,329 [†]
Pública	8	4,50	5	0,756	
Cunho Acadêmico					
Sim	7	5,57	5	0,78	0,046 [†]
Não	56	4,77	5	1,04	
> 3 Médicos nucleares					
Sim	45	4,76	5	0,85	0,204 [†]
Não	16	5,19	5	1,47	
Equipe multidisciplinar completa					
Sim	12	5,33	5	0,98	0,030 [†]
Não	51	4,75	5	1,03	
SMN Exclusivo					
Sim	19	4,86	5		0,956 [†]
Não	44		5		

* Teste de Kruskal-Wallis de Amostras Independentes; [†] Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes.

Tabela 2 – Comparativos das médias da quantidade de cintilografias de perfusão miocárdica realizadas nos 63 serviços de medicina nuclear

	N	Média	Mediana	Desvio padrão	Valor de p
Quantidade de cintilografia por mês					
≥ 6 Boas Práticas	13	298	280	230	0,043*
< 6 Boas Práticas	50	186	120	304	

*Teste U de Mann-Whitney

Tabela 3 – Frequência (%) de adoção de cada uma das boas práticas nos serviços de medicina nuclear no Brasil, 2016

Boas Práticas	Brasil	
A	63	(100)
B	63	(100)
C	27	(42,86)
D	63	(100)
E	4	(6,35)
F	12	(19,05)
G	33	(52,38)
H	41	(65,08)

A: Evitar protocolo tálcio-estresse; B: Evitar protocolo duplo-isótopo; C: Evitar atividades elevadas de Tc-99m; D: Evitar atividades elevadas de Tl-201; E: Realizar "Stress-Only"; F: Utilizar estratégias centradas na redução de doses; G: Atividades baseadas no peso do paciente; H: Evitar atividades inapropriadas que possam gerar artefato "shine-through".

consequentemente, 3) não utilização de atividades elevadas de Tl-201; que foram praticadas por todos os 63 SMN da amostra. Em contrapartida, a boa prática menos adotada foi a utilização da fase única de estresse, que foi assinalada em cerca de apenas 6% dos SMN.

Discussão

A AIEA tem se dedicado à promoção de boas práticas em cardiologia nuclear e empreendeu o maior levantamento sobre os exames cardiológicos até o momento, através de um estudo transversal de abrangência global denominado de INCAPS, onde foi observado que a aplicação das boas práticas em SMN é bastante heterogênea entre os continentes. Os SMN na Ásia e na América Latina foram os que apresentaram as piores performances, com menos de um quarto dos SMN atingindo IQ desejado (≥ 6 boas práticas).⁷ Pouco se sabe até o momento sobre a situação dos SMN no Brasil, sendo que a Sociedade Brasileira de Medicina Nuclear (SBMN), após este levantamento, preocupada com a prática qualificada, foi uma das primeiras entidades a endossar a adoção das boas práticas em suas diretrizes, tendo em vista a busca contínua pela redução da exposição (otimização) à radiação.¹⁰

A cintilografia com Tl-201 tem características físicas desfavoráveis, como baixa taxa de contagens, meia-vida física elevada e está associada a maior dose de radiação absorvida, sendo considerada como segunda opção em relação ao Tc-99m-sestamibi. A utilização do Tl-201 segue uma estreita recomendação para estudos de viabilidade miocárdica, porém com os novos equipamentos com detectores de alta eficiência,

há um renovado interesse em protocolos de duplo-isótopo ultrarrápidos, que permitam utilizar doses baixas e tenham a conveniência da realização do exame completo em menos de 30 minutos.¹¹ Observamos no nosso estudo que 100% dos SMN avaliados não utilizam Tl-201 ou duplo-isótopo como protocolo preferencial, o que traduz uma boa prática que se associa também com a questão financeira, tendo em vista o menor custo do Tc-99m-sestamibi e a facilidade na sua utilização, que envolve a marcação de um kit medicamentoso. Por isso, atualmente os protocolos tradicionais de um ou dois dias ainda são predominantes.

Em contrapartida, a boa prática de menor adoção pelos SMN no nosso trabalho foi o uso da fase única de estresse.¹² Chang et al.,¹³ em 2010, demonstraram que é segura a realização de uma única fase de estresse, sem o repouso, nos exames normais do ponto de vista perfusional e da função contrátil, o que facilita a dinâmica do SMN e reduziu em 61% o uso de radiofármacos e a exposição à radiação. Gowd et al.,¹⁴ listaram as limitações à sua ampla adoção, como a não familiaridade com a avaliação de apenas uma fase, a necessidade de processamento de imagens imediatamente após a sua aquisição e as questões referentes ao reembolso, tendo em vista que porção significativa do exame é remunerada com a fase de repouso. Oliveira et al.,¹⁵ foram os primeiros a abordar o uso desse protocolo no Brasil, porém a experiência ainda é inicial.

Para um exame acurado é importante o emprego de doses de radiação adequadas, evitando o fenômeno de "shine-through".¹⁶ Cerca de um terço dos SMN avaliados ainda administram doses que podem permitir a interferência

da radiação residual nas imagens posteriores no protocolo de um dia.¹⁷ Nesse, respeitando-se o intervalo mínimo de três horas entre as fases, há a necessidade de se utilizar uma dose três vezes maior em relação à dose da primeira etapa, e para evitar esse artefato, que pode levar à redução da carga isquêmica ou até a falsos-negativos.¹⁶ Estudos recentes têm apontado que protocolos com doses ultrabaixas de sestamibi (5 mCi) no estresse podem ser ainda mais adequados para evitar esse artefato.¹⁷

A AIEA sugeriu um limite de 36 mCi de Tc-99m como o máximo de atividade a ser administrada em uma única injeção;⁷ entretanto, metade dos SMN analisados utiliza atividades acima desse limiar. Esses limites normalmente são ultrapassados quando o paciente possui um peso corporal elevado, sendo a melhor estratégia para esses pacientes a realização da CPM no protocolo de dois dias, eliminando assim, a necessidade de triplicar a dose, resultando em menor exposição à radiação e maior qualidade de imagem.¹⁰ O ajuste de dose por peso do paciente consta nas normas da CNEN e deve ser adotado como regra.¹⁸ Mesmo assim, quase metade dos SMN avaliados ainda não aderiu de modo rotineiro a essa prática, perdendo uma oportunidade de melhoria. O objetivo desse ajuste é utilizar doses de radiação condizentes com o peso e a taxa de atenuação corporal envolvida em cada paciente, evitando a superexposição ou uma exposição insuficiente, levando a um exame de baixa qualidade.¹⁹

Estratégias de redução de doses também foram levadas em consideração. Existem *hardwares* de alta tecnologia, como as câmaras de CZT,^{20,21} que fornecem alta resolução de imagem e aparelhos híbridos, como o SPECT-CT, que podem eliminar atenuação de partes moles,²² porém ainda não estão amplamente disponíveis. Uma estratégia que pode ser utilizada sem custos adicionais para os que não dispõem de correção de atenuação é a posição prona durante a aquisição da fase de estresse da CPM. Com o paciente deitado em decúbito ventral reduz-se a atenuação diafragmática e a sua interferência nas imagens.^{23,24} Muitos SMN afirmam que a utilizam, porém, só pode ser considerada estratégia de redução de dose, se a fase única de estresse for uma prática adotada em conjunto, pelo SMN. Quando o paciente realiza a CPM na posição prona, verifica-se que a fase de estresse possui perfusão de aspecto normal e contratilidade preservada, devendo-se, mesmo assim, encaminhar o paciente para a segunda etapa. Não houve nenhuma redução de dose durante esse processo.

O IQ, de uma forma geral, mostrou-se significativamente maior nas instituições de cunho acadêmico. Já foi demonstrado, em 2010, que as CPM dentro de hospitais universitários possuíam indicações muito mais apropriadas e precisas.²⁵ Os SMN que promovem pesquisas, passam por uma constante busca por conhecimento, fazendo com que esse tipo de instituição esteja sempre a par de estudos recentes e de qualquer nova recomendação internacional de maneira muito rápida, contribuindo para estar sempre um passo à frente.

Outro achado considerável e até então não mencionado na literatura foi o IQ significativamente mais elevado em instituições que possuem equipe multiprofissional completa,

desde a equipe médica até a equipe assistencial composta por físicos, enfermeiros, farmacêuticos e biomédicos (pelo menos um de cada especialidade). Dessa forma, o SMN que conta com profissionais de diversas áreas tem uma melhoria do cuidado do paciente através da soma em múltiplos domínios do conhecimento.

O presente estudo possui algumas limitações, onde a mais evidente é que o questionário foi autoadministrado, o que atribui ao respondente o grau de confiabilidade do levantamento. Apesar de ser uma amostragem aleatória, a maior parte dos respondentes estava situada nas regiões sul e sudeste do país.

Conclusão

Nosso estudo avaliou a adoção de boas práticas nos exames de medicina nuclear cardiológica em SMN no Brasil. Apesar de a taxa de resposta ao questionário ter sido de apenas 16% do total de SMN em atividade e não representar uma amostragem probabilística, é a maior coleta de dados sobre as práticas da medicina nuclear em cardiologia no Brasil até o momento. Encontramos que a taxa de adoção de boas práticas, mensurada através do IQ, é heterogênea e revela oportunidades de melhoria. Cerca de um quinto dos participantes já atingiu a excelência, sendo essa mais frequente em SNM acadêmicos e naqueles com equipe multidisciplinar completa.

Demonstramos que a adoção das boas práticas dos exames de medicina nuclear em cardiologia pelos SMN avaliados no Brasil é equivalente à dos demais países da América Latina, Ásia e também da América do Norte, sendo, porém, inferior às taxas observadas no restante dos continentes.

Há uma oportunidade de melhorias sem aumento de custos. Para tanto, intervenções educacionais incentivadoras devem ser adotadas para fortalecimento da especialidade em nosso país.

Contribuição dos autores

Concepção e desenho da pesquisa, Análise e interpretação dos dados e Revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Rodrigues CVB, Oliveira A, Wiefels CC, Leão MS, Mesquita CT; Obtenção de dados: Rodrigues CVB; Rodrigues CVB, Oliveira A, Wiefels CC, Leão MS, Mesquita CT; Análise estatística: Rodrigues CVB, Oliveira A, Mesquita CT; Obtenção de financiamento: Rodrigues CVB; Redação do manuscrito: Rodrigues CVB, Mesquita CT.

Potencial conflito de interesses

Declaro não haver conflito de interesses pertinentes.

Fontes de financiamento

O presente estudo foi financiado pelo CAPES.

Vinculação acadêmica

Este artigo é parte de dissertação de Mestrado de Carlos Vitor Braga Rodrigues pela Universidade Federal Fluminense.

Aprovação Ética e consentimento informado

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Faculdade de Medicina da Universidade Federal Fluminense sob o número de protocolo 36682714.5.0000.5243. Todos os

procedimentos envolvidos nesse estudo estão de acordo com a Declaração de Helsinki de 1975, atualizada em 2013. O consentimento informado foi obtido de todos os participantes incluídos no estudo.

Referências

1. Underwood SR, Anagnostopoulos C, Cerqueira M, Ell PJ, Flint EJ, Harbinson M, et al; British Cardiac Society; British Nuclear Cardiology Society; British Nuclear Medicine Society; Royal College of Physicians of London; Royal College of Radiologists. Myocardial perfusion scintigraphy: the evidence. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2004;31(2):261-91. doi: 10.1007/s00259-003-1344-5.
2. Kolh P, Windecker S, Alfonso F, Collet JP, Cremer J, Falk V, et al; Task Force on Myocardial Revascularization of the European Society of Cardiology and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery; European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions. 2014 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization: the Task Force on Myocardial Revascularization of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). Developed with the special contribution of the European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions (EAPCI). *Eur J Cardiothorac Surg*. 2014;46(4):517-92. doi: 10.1093/ejcts/ezu366.
3. Cerci JJ, Trindade E, Preto D, Cerci RJ, Lemos PA, Cesar LA, et al. Investigation route of the coronary patient in the public health system in Curitiba, Sao Paulo and in Incor - IMPACT study. *Arq Bras Cardiol*. 2014;103(3):192-200. <http://dx.doi.org/10.5935/abc.20140107>.
4. Pozzo L, Coura Filho G, Osso Jr JA, Squair PL. O SUS na medicina nuclear do Brasil : avaliação e comparação dos dados fornecidos pelo Datasus e CNEN. *Radiol Bras*. 2014;47(3):1418. doi: <http://doi.org/10.1590/0100.3984.2013.1906>.
5. Dos Santos MA, Santos MS, Tura BR, Félix R, Brito AS, De Lorenzo A. Budget impact of applying appropriateness criteria for myocardial perfusion scintigraphy: the perspective of a developing country. *J Nucl Cardiol*. 2016;23(5):1160-5. doi: 10.1007/s12350-016-0505-4.
6. Oliveira A, Rezende MF, Corrêa R, Mousinho R, Azevedo JC, Miranda SM, et al. Applicability of the appropriate use criteria for myocardial perfusion scintigraphy. *Arq Bras Cardiol*. 2014;103(5):375-81. doi: <http://dx.doi.org/10.5935/abc.20140140>.
7. Einstein AJ, Pascual TB, Mercuri M, Karthikeyan G, Vitola JV, Mahmarian JJ, et al; INCAPS Investigators Group. Current worldwide nuclear cardiology practices and radiation exposure: results from the 65 country IAEA nuclear cardiology protocols cross-sectional study (INCAPS). *Eur Heart J*. 2015;36(26):1689-96. doi: 10.1093/eurheartj/ehv117.
8. International Atomic Energy Agency. (IAEA). Quality management audits in nuclear medicine practices. 2nd ed. Viena (Austria); 2015. (IAEA Human Health Series, n°33). ISBN: 978-92-0-101715-4.
9. International Atomic Energy Agency. (IAEA). IAEA NUMBAD: taking the pulse of nuclear medicine worldwide. *J Nucl Med*. 2009;50(5):16N. PMID: 19403871.
10. Amorim BJ, Nesquita CT, Araujo EB, Kubo T, Nogueira S, Rivera M. Guideline for rest and stress myocardial perfusion scintigraphy. *Int J Cardiovasc Sci*. 2016;29(3):243-7. doi: 10.5935/2359-4802.20160035.
11. Henzlava MJ, Duvall WL. Return of dual-isotope SPECT myocardial perfusion imaging? Not so fast.... *J Nucl Cardiol*. 2015;22(3):523-5. doi: 10.1007/s12350-014-0034-y.
12. Ferreira MJ, Cunha MJ, Albuquerque A, Moreira AP, Ramos D, Costa G, et al. Prognosis of normal stress-only gated-SPECT myocardial perfusion imaging: a single center study. *Int J Cardiovasc Imaging*. 2013;29(7):1639-44. doi: 10.1007/s10554-013-0245-3.
13. Chang SM, Nabi F, Xu J, Raza U, Mahmarian JJ. Normal stress-only versus standard stress/rest myocardial perfusion imaging. similar patient mortality with reduced radiation exposure. *J Am Coll Cardiol*. 2010;55(3):221-30. doi: 10.1016/j.jacc.2009.09.022.
14. Gowd BM, Heller GV, Parker MW. Stress-only SPECT myocardial perfusion imaging: a review. *J Nucl Cardiol*. 2014;21(6):1200-12. doi: 10.1007/s12350-014-9944-y.
15. Oliveira AR, Azevedo JC, Oliveira A, Mesquita CT. Cintilografia de perfusão miocárdica de estresse-isolado: por que, como e em quem? *Rev Bras Cardiol*. 2014;27(6):430-3.
16. DePuey EG, Mahmarian JJ, Miller TD, Einstein AJ, Hansen CL, Holly TA, et al. Patient-centered imaging. *J Nucl Cardiol*. 2012;19(2):185-215. doi: 10.1007/s12350-012-9523-z. Erratum in: *J Nucl Cardiol*. 2012;19(3):633.
17. DePuey EG, Ata P, Wray R, Friedman M. Very low-activity stress/high-activity rest, single-day myocardial perfusion SPECT with a conventional sodium iodide camera and wide beam reconstruction processing. *J Nucl Cardiol*. 2012;19(5):931-44. doi: 10.1007/s12350-012-9596-8.
18. Brasil. Ministério da Ciência e Tecnologia. Comissão Nacional de Energia Nuclear. Requisitos de segurança e proteção radiológica para serviços de radiografia industrial. Resolução CNEN nº 145, de 20 de Março de 2013. Brasília: Diário Oficial da União, 2013 março 25.
19. van Dijk JD, Jager PL, Ottervanger JP, Slump CH, Knollemans S, van Dalen JA. Patient-specific tracer activity in MPI SPECT: A hands-on approach. *J Nucl Cardiol*. 2016;23(1):145-8. doi: 10.1007/s12350-015-0286-1.
20. Duvall WL, Croft LB, Ginsberg ES, Einstein AJ, Guma KA, George T, et al. Reduced isotope dose and imaging time with a high-efficiency CZT SPECT camera. *J Nucl Cardiol*. 2011;18(5):847-57. doi: 10.1007/s12350-011-9379-7.
21. Lima R, Peclat T, Soares T, Ferreira C, Souza AC, Camargo G. Comparison of the prognostic value of myocardial perfusion imaging using a CZT-SPECT camera with a conventional angler camera. *J Nucl Cardiol*. 2017;24(1):245-251. doi: 10.1007/s12350-016-0618-9.
22. Kashyap R, Dondi M, Paez D, Mariani G. Hybrid imaging worldwide - Challenges and opportunities for the developing world: a report of a technical meeting organized by IAEA. *Semin Nucl Med*. 2013;43(3):208-23. doi: 10.1053/j.semnuclmed.2013.02.001.
23. Stathaki M, Koukouraki S, Papadaki E, Tsaroucha A, Karkavitsas N. The benefits of prone SPECT myocardial perfusion imaging in reducing both artifact defects and patient radiation exposure. *Arq Bras Cardiol*. 2015;105(4):345-52. doi: <http://dx.doi.org/10.5935/abc.20150122>.
24. Gutstein A, Bental T, Solodky A, Mats I, Zafrir N. Prognosis of stress-only SPECT myocardial perfusion imaging with prone imaging. *J Nucl Cardiol*. 2016 Sep 26. [Epub ahead of print]. doi: 10.1007/s12350-016-0617-x.
25. Gibbons RJ, Askew JW, Hodge D, Miller TD. Temporal trends in compliance with appropriateness criteria for stress single-photon emission computed tomography sestamibi studies in an academic medical center. *Am Heart J*. 2010;159(3):484-9. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ahj.2009.12.004>.



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