

Influência de diferentes parâmetros na diminuição da atividade extra-miocárdica nos estudos Gated-SPECT

Andreia Rodrigues¹, S. Santos¹, Elisabete Carolino², Eva Sousa³, Lina Vieira³

1. Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa, Instituto Politécnico de Lisboa. andreiacsalgado.rodrigues@gmail.com

2. Área Científica de Matemática, Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa, Instituto Politécnico de Lisboa

3. Área Científica de Medicina Nuclear, Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa, Instituto Politécnico de Lisboa

RESUMO: Introdução – A cintigrafia de perfusão do miocárdio (CPM) é um dos exames complementares de diagnóstico mais indicados na patologia cardiovascular. A atividade extramiocárdica é um problema recorrente na aquisição e avaliação da imagem. Parâmetros como o radiofármaco (RF) administrado, o tipo de esforço, a ingestão de alimentos, o posicionamento e o processamento de imagem influenciam a atividade extramiocárdica na CPM. O objetivo deste estudo é identificar o protocolo da CPM a nível nacional e avaliar a percentagem de repetições das aquisições provocadas por este problema. **Metodologia** – Para a realização deste estudo, a população selecionada foram os Serviços de Medicina Nuclear (SMN) em Portugal Continental. Foram analisados 15 questionários, respondidos pelos Técnicos Coordenadores dos vários SMN. Foi realizada a associação do comportamento das variáveis, através da estatística descritiva e do Coeficiente de Correlação de Spearman. **Resultados** – A percentagem de repetições é menor com o uso da ^{99m}Tecnécio(Tc)-Tetrofosmina, aquisição de imagens tardias, ingestão de diversos alimentos (água, leite, sumo, pão com manteiga) e com a correção de atenuação. **Conclusão** – Os resultados obtidos demonstram que a maioria das soluções aplicadas nos SMN resultam numa diminuição das repetições.

Palavras-chave: cintigrafia de perfusão do miocárdio, percentagem de repetição de aquisições, atividade extramiocárdica, agentes tecneciados.

Influence of different parameters on the decrease of extra-myocardial activity Gated-SPECT studies

ABSTRACT: Introduction – Myocardial perfusion imaging (MPI) is one of the most indicated complementary diagnostic exams in cardiovascular disease. Extra myocardial activity is a recurrent problem in the acquisition and evaluation of functional image. Parameters like the radiotracer (RT), the stress protocol, the ingestion of different aliments; the positioning and imaging processing interfere in extra-myocardial activity in MPI. The aim of this study is to identify the protocol of MPI at the national level and assess the percentage of repetitions of acquisitions caused by this problem. **Methodology** – For this study, the population selected were the Nuclear Medicine Services (NMS) in Continental Portugal. Were analyzed 15 surveys answered by the Technical Coordinators of the various NMS. Association of behavior of the variables has been made using descriptive statistics and the Spearman Correlation Coefficient. **Results** – The percentage of repetitions decrease with ^{99m}Technetium (Tc)-Tetrofosmine, delayed imaging, eating (water, milk, juice, bread with butter) and with attenuation correction. **Conclusion** – The results achieved in this study demonstrate that the majority solutions in NMS produce a decrease of exam repetitions.

Keywords: myocardial perfusion imaging, percentage of repetitions of acquisitions, extra myocardial activity, technetium agents.

Introdução

A imagem de perfusão do miocárdio por tomografia computadorizada de emissão de fóton único (SPECT, do acrónimo inglês *Single Photon Emission Computed Tomography*) é um dos exames complementares de diagnóstico mais indicados na rotina diária da cardiologia clínica¹.

Os dois agentes tecneciados mais utilizados são a ^{99m}Tecnécio (Tc)-Tetrofosmina e o ^{99m}Tc-Sestamibi. Estes permitem avaliar a distribuição do fluxo sanguíneo no músculo cardíaco. O mecanismo de fixação é idêntico nos dois radiofármacos (RF's). São excretados, do organismo, a partir do sistema hepatobiliar para o duodeno e para o intestino^{1,5}. Assim, o RF está presente tanto no coração como nos órgãos adjacentes^{2,5}.

O coração encontra-se localizado sobre o diafragma, logo acima do lobo esquerdo do fígado e próximo do estômago¹. Deste modo, os fótons difusos provenientes desses órgãos podem interferir com a interpretação das imagens SPECT, principalmente na parede inferior do ventrículo esquerdo, traduzindo-se na subestimação/sobrestimação dos defeitos de perfusão⁴. A presença de hipoperfusão artefactual na parede inferior deve-se, principalmente: à biodistribuição da atividade no tórax e abdómen, à atenuação diafragmática, à atenuação mamária, no caso de pacientes do sexo feminino, e à reconstrução de imagem por métodos analíticos⁵⁻⁷. Deste modo, a sensibilidade e a especificidade da cintigrafia de perfusão do miocárdio (CPM) diminuem⁴.

Têm sido descritos na literatura vários métodos e técnicas para minimizar o efeito da atividade extramiocárdica, como: a aquisição de imagens tardias, a ingestão de água, leite ou alimentos ricos em lípidos^{1-3,5-9}. Outras técnicas apontam para a alteração do posicionamento do paciente durante a aquisição^{4,6}.

Assim, o objetivo deste estudo é identificar o protocolo da CPM a nível nacional e avaliar a percentagem de repetições de exames provocadas pela interferência de atividade extramiocárdica.

Metodologia

Realizou-se um estudo exploratório, descritivo, considerando outros estudos já realizados¹⁻¹⁹. Elaborou-se um questionário que foi distribuído em SMN, nas regiões Norte, Centro e Sul de Portugal Continental.

A população em estudo foram vinte SMN que realizavam CPM, em Portugal Continental.

Os critérios de exclusão à participação no estudo foram os SMN que não realizassem CPM ou que realizassem com recurso a agentes não tecneciados (e.g., ²⁰¹Tl). Obtiveram-se 15/20 respostas aos questionários enviados aos diferentes SMN (75%). Salienta-se que 9 SMN não responderam a algumas questões.

O questionário contemplava questões relacionadas com o RF utilizado, tipo de esforço, agente farmacológico, preparação do paciente (antes e depois da administração do RF), posicionamento aplicado, processamento de imagem, uso ou não de correção de atenuação e percentagem de repe-

tições de aquisições de estudos provocadas pela atividade extramiocárdica.

Analisaram-se os seguintes parâmetros: número médio de exames realizados por semana, protocolo mais frequentemente aplicado, etapa em que é realizado o *gated*, tipo de prova de esforço aplicada, agente farmacológico utilizado, RF, intervalo de tempo médio entre a administração e aquisição das imagens, tipo de alimentos ingeridos, posicionamento e processamento de imagem. Todos estes indicadores correlacionam-se com a %repetições da CPM.

Para facilitar a interpretação dos dados foi definido, pela equipa de investigação, que: número de repetições <5,0% é considerado baixo, entre 6% e 10% moderado e elevado entre 11,0% e 20,0%. Para percentagens superiores não foram obtidas respostas.

De notar que, durante a investigação, foram consideradas as condições éticas subjacentes ao desenvolvimento do estudo.

Análise Estatística

O estudo estatístico foi realizado através do programa Statistical Package for the Social Sciences-SPSS®, versão 19.

Relativamente ao estudo da correlação entre variáveis ordinais foi utilizado o Coeficiente de Correlação de Spearman. Para o estudo de associação de comportamentos entre as diversas variáveis nominais aplicou-se somente a estatística descritiva, uma vez que a dimensão da amostra é reduzida (n=15).

Resultados

Os resultados demonstram que 60,0% dos SMN que realizam menos exames por semana (< 15) apresentam uma percentagem de repetições (%repetições) moderada, de acordo com o especificado atrás. Cerca de 75,0% dos SMN que realizam entre 15 a 30 CPM apresentam %repetições baixa. Por último, 50,0% dos SMN que realizam um maior número de CPM's apresentam %repetições elevada, assim como os outros 50% apresentam %repetições baixa (cf. Tabela 1). Através do Coeficiente de Correlação de Spearman pode dizer-se que a correlação entre estas duas variáveis é fraca ($r_s=0,1$) e não é significativa (valor de $p=0,7$).

Tabela 1: Relação entre o número médio de exames realizados nos SMN em Portugal Continental e %repetições

N.º médio de exames		% repetições			Total
		Baixa	Moderada	Elevada	
< 15	N.º de respostas	2	3	0	5
	%	40,0	60,0	0,0	100,0
15 – 30	N.º de respostas	3	0	1	4
	%	75,0	0,0	25,0	100,0
> 30	N.º de respostas	2	0	2	4
	%	50,0	0,0	50,0	100,0

Em relação ao protocolo mais frequentemente aplicado, 92,9% dos SMN realizam o protocolo de 1 dia, sendo que

Tabela 2: Relação entre o agente farmacológico utilizado no estudo de sobrecarga farmacológica e %repetições

Agente farmacológico	%repetições						Total N.º Respostas	% de Respostas
	Baixa		Moderada		Elevada			
	N.º Respostas	%	N.º Respostas	%	N.º Respostas	%		
Dipiridamol	2	67,0	0	0,0	1	33,0	3	21,4%
Adenosina	7	58,0	3	25,0	2	17,0	12	85,7%
Dobutamina	5	63,0	1	12,0	2	25,0	8	57,1%
Outro	0	0,0	0	0,0	1	100,0	1	7,14%

70,0% desses serviços apresentam %repetições baixa. Não foi possível analisar o protocolo de 2 dias (exclusivo), dado que é apenas realizado num único SMN. Segundo os resultados obtidos, a ordem da sequência (esforço/repouso ou vice-versa) utilizada no protocolo de 1 dia não influencia %repetições, uma vez que, dos 5 SMN que efetuam a sequência esforço/repouso, 3 (60,0%) apresentam %repetições baixa; dos 5 SMN que indicaram efetuar repouso/esforço, 4 (80,0%) apresentam %repetições baixa; finalmente, os 2 SMN que referiram que a sequência é variável obtêm %repetições moderada (100,0%).

Os resultados sugerem que 38,5% dos SMN realiza o *gated* no estudo de esforço, em que 80,0% destes apresentam uma %repetições baixa e 38,5% em ambas as etapas, com igual distribuição na %repetições.

Em relação ao tipo de protocolo aplicado na prova de esforço, 38,5% dos SMN realizam sobrecarga farmacológica, 7,7% misto (farmacológico e físico) e 53,9% referem que recorrem a todos os tipos de esforço de acordo com a indicação clínica. Dos que realizam todos os protocolos, 42,9% apresentam %repetições elevada. Não foi possível quantificar qual o protocolo que contribui maioritariamente para o aumento das repetições, devido à variabilidade de respostas. Dos SMN que realizam apenas sobrecarga farmacológica, cerca de 80,0% apresentam %repetições baixa.

Cerca de 85,7% dos SMN recorrem ao uso da adenosina e 57,1% à dobutamina (cf. Tabela 2). Cerca de 58,0% dos SMN que recorrem à adenosina apresentam %repetições baixa. No caso da dobutamina, 63,0% dos serviços apresentam igualmente %repetições baixa (cf. Tabela 2). O dipiridamol não é muito utilizado pelos SMN, em parte devido ao efeito prolongado dos sintomas (dor precordial, cefaleias, tonturas, náuseas, rubor facial e hipotensão). De notar que

tendo em conta ser uma questão de escolha múltipla, cada SMN pode utilizar mais do que um agente farmacológico.

Os resultados apontam que 53,9% dos SMN recorrem ao uso da ^{99m}Tc-Tetrafosmina, 30,8% aos dois RFs e 15,4% recorrem apenas ao ^{99m}Tc-Sestamibi. Dos SMN que utilizam a ^{99m}Tc-Tetrafosmina, cerca de 71,4% apresentam %repetições baixa. A utilização do ^{99m}Tc-Sestamibi em 50,0% dos SMN apresenta %repetições alta e os restantes 50,0% %repetições moderada. Dos SMN que recorreram aos dois RF's 50,0% apresentam %repetições baixa.

Cerca de 46,2% dos SMN optam por estabelecer um intervalo de tempo entre a administração do RF e a aquisição das imagens igual ou inferior a 40 minutos (cf. Tabela 3). No entanto, pode verificar-se que quanto menor o tempo entre a administração e a aquisição de imagens maior %repetições. Dos SMN que realizam imagens mais tardias (51-60 minutos) 75% deles obtêm %repetições baixa. Este resultado é corroborado pelo valor do Coeficiente de Correlação de Spearman ($r_s = -0,1$) que, apesar de não ser significativo (valor de $p = 0,7$), indica que a correlação existente entre as duas variáveis é negativa ou inversa.

Em relação à preparação do paciente, nomeadamente ao jejum, apenas 7,1% dos SMN não o realiza. Dos que o realizam, a maioria (83,3%) varia entre as 2 e as 4 horas.

Cerca de 83,3% dos SMN indicaram que a interrupção dos medicamentos depende do médico assistente. Dada a tendência de resposta, não foi possível proceder à análise de associação entre a interrupção dos medicamentos e %repetições.

Dos dados recolhidos pode afirmar-se que 92,9% dos SMN fornecem alimentos ao paciente entre a administração e a aquisição das imagens, obtendo uma %repetições baixa.

Tabela 3: Relação entre o intervalo de tempo entre a administração do RF e a aquisição das imagens e %repetições

Intervalo de tempo N.º e % de respostas		% de repetições			Total	% de respostas
		Baixa	Moderada	Elevada		
≤ 40 minutos	N.º de respostas %	4 67,0	0 0,0	2 33,0	6 100,0	46,2%
41 – 50 minutos	N.º de respostas %	0 0,0	2 67,0	1 33,0	3 100,0	23,1%
51 – 60 minutos	N.º de respostas %	3 75,0	1 25,0	0 0,0	4 100,0	30,1%

Tabela 4: Relação entre o tipo de alimentos e %repetições

Tipo de alimento/líquido		% de repetições			Total	% de respostas
		Baixa	Moderada	Elevada		
Bolo	N.º de respostas %	2 50,0	1 25,0	1 25,0	4 100,0	30,8%
Pão com manteiga	N.º de respostas %	5 55,6	2 22,2	2 22,2	9 100,0	69,2%
Água	N.º de respostas %	4 66,7	1 16,7	1 16,7	6 100,0	46,1%
Água com gás	N.º de respostas %	1 20,0	2 40,0	2 40,0	5 100,0	38,5%
Coca-cola	N.º de respostas %	0 0,0	0 0,0	1 100,0	1 100,0	7,7%
Leite simples	N.º de respostas %	5 50,0	2 20,0	3 30,0	10 100,0	76,9%
Leite com chocolate	N.º de respostas %	3 60,0	1 20,0	1 20,0	5 100,0	38,5%
Sumo	N.º de respostas %	3 50,0	2 33,3	1 16,7	6 100,0	46,1%
Outro*	N.º de respostas %	1 33,3	1 33,3	1 33,3	3 100,0	23,1%

*Bolachas e iogurte.

Em relação ao tipo de alimento a que cada SMN recorre como solução para a diminuição da atividade extramiocárdica, os mais utilizados incluem: leite simples (76,9%), pão com manteiga (69,2%), água (46,1%) e sumo (46,1%) (cf. Tabela 4). Pode afirmar-se que 50,0% dos que recorrem ao auxílio do leite simples obtêm %repetições baixa. O mesmo se verifica com 55,6% dos SMN que recorrem ao pão com manteiga, 66,7% dos que recorrem à água e com 50,0% dos que fornecem sumo. De acordo com estes resultados, a água foi o alimento que obteve menor %repetições.

Da análise dos dados, em relação ao protocolo de posicionamento, todos os SMN que responderam ao questionário aplicam decúbito dorsal com os braços em hiperextensão, sendo que 54,0% destes apresentam %repetições baixa. Há SMN que optam igualmente pelo decúbito dorsal com o membro superior esquerdo em hiperextensão e o direito ao longo do corpo ou ambos os braços ao longo do corpo. Como o número de respostas foi diminuto, não permite obter conclusões. Para além do decúbito dorsal existem SMN que adotam igualmente por outros posicionamentos como o decúbito ventral. No entanto, como só foi obtida uma resposta, não existem dados suficientes que permitam retirar conclusões.

Na reconstrução das imagens, todos os SMN que responderam ao questionário recorrem aos métodos analíticos, sendo o filtro Butherworth o mais aplicado (90,0%). Em relação à correção de atenuação, dos 5 SMN que responderam 3 recorrem ao seu uso e, destes últimos, a maioria (66,7%) obtêm %repetições baixa.

Discussão

No presente estudo foi avaliada a influência de diferentes parâmetros na diminuição da atividade extramiocárdica na CPM.

Tal como foi referido, 78,6% dos SMN recorrem ao protocolo de 1 dia, 7,1% recorrem a ambos e 14,3% ao protocolo de 2 dias. No entanto, a realização do protocolo de 2 dias apresenta um melhor contraste entre os defeitos de perfusão promovendo, assim, maior precisão diagnóstica na deteção de doença arterial coronária¹¹. O protocolo de 2 dias demonstra um valor de diagnóstico e localização, em doença isquémica cardíaca, superior ao protocolo de 1 dia¹². A desvantagem deste protocolo é a inconveniência de ser realizado em 2 dias diferentes¹¹. O protocolo de 1 dia tem a vantagem de permitir que os resultados sejam obtidos no próprio dia¹¹.

A sequência mais utilizada, no protocolo de 1 dia, é repouso/esforço, uma vez que demonstra menor atividade extramiocárdica no estudo de esforço, permitindo melhor qualidade de imagem¹¹, o que é igualmente verificado nos resultados obtidos. A limitação deste protocolo está relacionada com o facto de promover uma subotimização do contraste entre o defeito de perfusão no estudo de esforço e a captação normal do miocárdio, devido à atividade de fundo proveniente do repouso¹³⁻¹⁴. Caso se realize o repouso posteriormente ao esforço, torna-se mais difícil excluir isquémia devido à elevada atividade de fundo que persiste após a realização da prova de esforço¹⁴.

O *gated* representa um ponto muito importante na avaliação da imagem funcional do miocárdio¹⁵⁻¹⁶. A vantagem deste estudo é a combinação das características dos estu-

dos de SPECT para avaliar a perfusão, associado igualmente a outros parâmetros quantitativos da função cardíaca^{13,15-16}. O *gated* SPECT possibilita uma melhor avaliação da função miocárdica ao permitir, simultaneamente com a avaliação da perfusão regional, uma análise do movimento da parede e a determinação da fração de ejeção ventricular (FEV)¹⁵⁻¹⁷. Cerca de 38,5% dos SMN realizam o *gated* no estudo de esforço e 38,5% em ambas as fases. Apenas um dos SMN (7,7%) não realiza o *gated* em nenhuma das fases.

Como foi referido, todos os SMN realizam vários protocolos no estudo de esforço. Segundo a bibliografia consultada¹⁻³, a presença de atividade extramiocárdica não é tão comum quando a fase do esforço é realizada com exercício físico, isto porque resulta numa redução bastante significativa da acumulação hepática dos RFs, que é a sua principal via de excreção^{1,3}. Todavia, quando a fase de esforço é realizada com sobrecarga farmacológica resulta num aumento do índice de captação hepática e gastrointestinal¹. Em relação aos resultados obtidos não foi possível retirar a mesma conclusão, uma vez que são poucos os serviços que realizam apenas esforço físico.

A adenosina e a dobutamina são os agentes farmacológicos mais utilizados pelos SMN portugueses. Apesar da adenosina e do esforço físico produzirem efeitos diferentes, o valor diagnóstico para a localização da doença arterial coronária é similar¹⁷.

A ^{99m}Tc-Tetrofosmina é o RF mais utilizado pelos SMN, o que está de acordo com diversos estudos¹⁸⁻²⁰. Assim, a ^{99m}Tc-Tetrofosmina apresenta uma biodistribuição mais favorável do que o ^{99m}Tc-Sestamibi¹⁹ e uma menor captação hepática²⁰. Deste modo, a sua excreção é mais rápida, resultando numa menor acumulação hepática e proporcionando uma menor influência na atividade extramiocárdica²⁰.

Os resultados demonstram que a aquisição de imagens tardias proporciona menor %repetições, uma vez que resulta numa diminuição significativa da atividade hepática devido à eliminação do RF¹, em que a aquisição de imagens mais tardias reduz este problema¹.

Em relação ao tipo de soluções aplicadas pelos SMN, nos casos em que existe atividade extramiocárdica recorre-se a água, sumo, leite e pão com manteiga. Estes resultados são apoiados pela literatura¹, referindo que a eliminação da atividade na vesícula biliar, duto hepático e intestino deve ser estimulada por refeições gordas, leite e água, diminuindo, assim, a interferência na imagem, devido à estimulação da eliminação do RF e melhorando a sua qualidade^{1,3,6}. É, ainda, referido que a água é utilizada para aumentar o volume do estômago, aumentando a distância do intestino ao miocárdio¹.

O posicionamento aplicado pelos SMN (decúbito dorsal com os braços em hiperextensão) pode provocar artefactos de hipoperfusão na parede inferior do ventrículo esquerdo devido à atenuação diafragmática²⁰. Uma das soluções aplicadas para a minimizar é a alteração do posicionamento para decúbito ventral, permitindo movimentar o diafragma para uma posição inferior e o coração para uma posi-

ção superior²⁰. Todavia, este posicionamento pode causar artefactos de atenuação devido à influência do esterno e do abdómen. Existem ainda outras soluções verificadas nos resultados obtidos, que incluem os dois braços ao longo do corpo ou o braço esquerdo em hiperextensão e o direito ao longo do corpo. No entanto, o número de respostas foi reduzido.

Para a reconstrução das imagens, os resultados demonstram que os métodos analíticos são os mais utilizados e que a maioria recorre à correção de atenuação. Este resultado é apoiado pelo estudo de Pitman²⁰, enunciando que a maior causa de defeito na perfusão na parede inferior é comumente atribuída à não correção de atenuação. Daí que os métodos de correção de atenuação adicionem uma maior validade diagnóstica à CPM²⁰.

Conclusão

Os resultados obtidos neste estudo demonstram, maioritariamente, a vantagem significativa do protocolo de 1 dia, da realização de *Gated* na fase de esforço, do uso do RF ^{99m}Tc-Tetrofosmina, uma vez que apresentam menor %repetições. Em relação ao agente farmacológico, a adenosina é o que apresenta menor %repetições. A aquisição de imagens tardias, entre 51 e 60 minutos após a administração, e a ingestão de água (favorecendo a eliminação do RF) são parâmetros que favorecem a diminuição da atividade extramiocárdica na CPM.

Sugerem-se mais estudos sobre esta temática num universo mais alargado.

Referências bibliográficas

1. Peace RA, Lloyd JJ. The effect of imaging time, radiopharmaceutical, full fat milk and water on interfering extracardiac activity in myocardial perfusion single photon emission computed tomography. *Nucl Med Commun*. 2005; 26(1):17-24.
2. Hara M, Monzen H, Futai R, Inagaki K, Shimoyama H, Morikawa M, et al. Reduction of infracardiac intestinal activity by a small amount of soda water in technetium-99m tetrofosmin myocardial perfusion scintigraphy with adenosine stress. *J Nucl Cardiol*. 2008;15(2):241-5.
3. Hofman M, McKay J, Nandurkar D. Efficacy of milk versus water to reduce interfering infra-cardiac activity in ^{99m}Tc-sestamibi myocardial perfusion scintigraphy. *Nucl Med Commun*. 2006;27(11):837-42.
4. Goel S, Bommireddipalli S, DePuey EG. Effect of proton pump inhibitors and H₂ antagonists on the stomach wall in ^{99m}Tc-sestamibi cardiac imaging. *J Nucl Med Technol*. 2009;37(4):233-9.
5. Boz A, Gungor F, Karayalçın B, Yıldız A. The effects of solid food in prevention of intestinal activity in Tc-99m tetrofosmin myocardial perfusion scintigraphy. *J Nucl Cardiol*. 2003;10(2):161-7.
6. van Dongen AJ, van Rijk PP. Minimizing liver, bowel, and gastric activity in myocardial perfusion SPECT. *J Nucl Med*. 2000;41(8):1315-7.

7. Sadeghi R, Kakhki D, Reza V, Zakavi R, Momennezhad M. Persistent sub-diaphragmatic activity on the myocardial perfusion scan with ^{99m}Tc -sestamibi. *Iran J Nucl Med.* 2008;16(1):52-6.
8. Hurwitz GA, Clark EM, Slomka PJ, Siddiq SK. Investigation of measures to reduce interfering abdominal activity on rest myocardial images with Tc-99m sestamibi. *Clin Nucl Med.* 1993;18(9):735-41.
9. Hesse B, Tägil K, Cuocolo A, Anagnostopoulos C, Bardiés M, Bax J. EANM/ESC procedural guidelines for myocardial perfusion imaging in nuclear cardiology. *Eur J Nucl Med Mol Imaging.* 2005;32(7):855-97.
10. Germano G. Technical aspects of myocardial SPECT imaging. *J Nucl Med.* 2001;42(10):1499-507.
11. Berman DS, Kiat HS, Train KF, Germano G, Maddahi J, Friedman JD. Myocardial perfusion imaging with technetium-99m-sestamibi: comparative analysis of available imaging protocols. *J Nucl Med.* 1994;35(4):681-8.
12. Braat SH, Leclercq B, Itti R, Lahiri A, Sridhara B, Rigo P. Myocardial imaging with technetium-99m-tetrofosmin: comparison of one-day and two-day protocols. *J Nucl Med.* 1994;35(10):1581-5.
13. Fleischmann S, Koepfli P, Namdar M, Wyss CA, Jenni R, Kaufmann PA. Gated ^{99m}Tc -tetrofosmin SPECT for discriminating infarct from artifact in fixed myocardial perfusion defects. *J Nucl Med.* 2004;45(5):754-9.
14. Germano G, Berman DS. Physics and technical aspects of gated myocardial perfusion SPECT. In Germano G, Berman DS, editors. *Clinical gated cardiac SPECT.* 2nd ed. New York: Wiley/Blackwell; 2006. p. 27-42. ISBN 9781405131551
15. Vieira L, Faria D, Patrino J, Nunes C, Sousa D, Ribeiro L, et al. Estudo da influência do número de ciclos por projecção no cálculo da fracção de ejeção ventricular esquerda em estudos *Gated* SPECT. *Saúde & Tecnologia.* 2008;(2):45-55.
16. Elhendy A, Bax JJ, Poldermans D. Dobutamine stress myocardial perfusion imaging in coronary artery disease. *J Nucl Med.* 2002;43(12):1634-46.
17. Cuocolo A, Soricelli A, Pace L, Nicolai E, Castelli L, Nappi A, et al. Adenosine technetium-99m-methoxy isobutyl isonitrile myocardial tomography in patients with coronary artery disease: comparison with exercise. *J Nucl Med.* 1994;35(7):1110-5.
18. Münch G, Neerve J, Matsunari I, Schröter G, Schwaiger M. Myocardial technetium-99m-tetrofosmin and technetium-99m-sestamibi kinetics in normal subjects and patients with coronary artery disease. *J Nucl Med.* 1997;38(3):428-32.
19. Flamen P, Bossuyt A, Franken PR. Technetium-99m-tetrofosmin in dipyridamole-stress myocardial SPECT imaging: intraindividual comparison with technetium-99m-sestamibi. *J Nucl Med.* 1995;36(11):2009-15.
20. Pitman AG, Kalff V, Van Every B, Risa B, Barnden LR, Kelly MJ. Effect of mechanically simulated diaphragmatic respiratory motion on myocardial SPECT processed with and without attenuation correction. *J Nucl Med.* 2002;43(9):1259-67.

Artigo recebido em 07.11.2012 e aprovado em 02.09.2013