

Fatores Biológicos e Superestimação da Fração de Ejeção do Ventrículo Esquerdo no Gated SPECT

Biological Factors and Overestimation of Left Ventricular Ejection Fraction by Gated SPECT

Marco Antônio Condé de Oliveira¹, Paulo Schiavom Duarte¹, Maria Margarita C. Gonzalez², Valdir Ambrósio Moises², Gilberto Alonso¹, Eduardo Vilaça Lima², Paola Emanuela Smanio², Luiz Roberto Fernandes Martins¹, Carlos A. R. Oliveira², Luiz Eduardo Mastrocolla²

Seção de Medicina Nuclear, Fleury¹ - Medicina e Saúde, Seção de Cardiologia, Fleury - Medicina e Saúde², São Paulo, SP - Brasil

Resumo

Fundamento: Alguns pacientes apresentam fração de ejeção do ventrículo esquerdo (FEVE) superestimada na cintilografia miocárdica com sincronização eletrocardiográfica (*gated* SPECT).

Objetivo: Estabelecer a relação entre fatores biológicos e FEVE superestimada.

Métodos: Selecionamos 3.838 pacientes que realizaram *gated* SPECT entre 20/5/2000 e 16/9/2005, com imagens normais de perfusão e FEVE $\geq 50\%$. Analisamos as variáveis: sexo (29,4% feminino e 70,6% masculino), idade (de 20 a 94 anos – média: 56 anos), peso (de 33,5 a 150 kg – média: 79,6 kg), altura (de 138 a 220 cm – média: 171 cm) e IMC (de 13,9 a 54 – média: 27,2). Em um subgrupo de 1.002 pacientes que realizaram ecocardiograma, incluímos as variáveis diâmetros diastólico (de 36 a 68 mm – média 47,5 mm) e sistólico (de 22 a 41 mm – média 29,8 mm). Dividimos os pacientes em dois grupos: FEVE normal ($<80\%$) e superestimada ($\geq 80\%$). A Razão de Chances (RC) para apresentar FEVE superestimada foi calculada para cada variável por regressão logística.

Resultados: Encontramos as seguintes Razões de Chances ($p < 0,005$): sexo feminino RC = 3,585 (IC95%: 2,745 a 4,683), idade em anos RC = 1,020 (IC95%: 1,011 a 1,029) e altura em cm RC = 0,893 (IC95%: 0,829 a 0,962). O peso e o IMC não se associaram a FEVE significativamente ($p > 0,2$). No subgrupo de 1.002 pacientes, encontramos influência estatisticamente significativa na obtenção da FEVE superestimada para as variáveis diâmetro sistólico, sexo e altura.

Conclusão: Apesar de o diâmetro sistólico influenciar na obtenção da FEVE superestimada, as variáveis sexo e altura apresentam influência independente na superestimação da FEVE pelo *gated* SPECT. (Arq Bras Cardiol 2008; 90(5): 333-338)

Palavras-chave: *Gated*, SPECT, tomografia computadorizada de emissão de fóton único, volume sistólico, superestimação.

Summary

Background: Some patients present an overestimated left ventricular ejection fraction (LVEF) on electrocardiogram-gated myocardial scintigraphy (*gated* SPECT).

Objective: To establish the relationship between biological factors and overestimated LVEF.

Methods: We selected 3838 patients who underwent *gated* SPECT between May 20, 2000 and September 16, 2005 with normal perfusion images and LVEF $\geq 50\%$. The following variables were analyzed: gender (29.4% females and 70.6% males), age (from 20 to 94 years – mean: 56 years), weight (from 33.5 to 150 kg – mean: 79.6 kg), height (from 138 to 220 cm – mean: 171 cm) and BMI (from 13.9 to 54 – mean: 27.2). In a subgroup of 1002 patients who underwent echocardiogram, the diastolic diameter (from 36 to 68 mm – mean 47.5 mm) and systolic diameter (from 22 to 41 mm – mean 29.8 mm) variables were included. The patients were divided into two groups: normal LVEF ($<80\%$) and overestimated LVEF ($\geq 80\%$). The odds ratio (OR) for presenting an overestimated LVEF was calculated for each variable using logistic regression.

Results: The following odds ratios were found ($p < 0.005$): female gender OR = 3.585 (95%CI: 2.745 to 4.683), age in years OR = 1.020 (95%CI: 1.011 to 1.029) and height in cm OR = 0.893 (95%CI: 0.829 to 0.962). Weight and BMI were not significantly associated with LVEF ($p > 0.2$). In the subgroup of 1002 patients, a statistically significant influence was found in overestimated LVEF values for the systolic diameter, gender and height variables.

Conclusion: Although systolic diameter influences the overestimation of LVEF, the gender and height variables have an independent influence on LVEF overestimation by *gated* SPECT. (Arq Bras Cardiol 2008; 90(5): 305-310)

Key words: Tomography, emission-computed, single-photon; stroke volume.

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

Correspondência: Marco Antônio Condé de Oliveira •

Rua Visconde de Ouro Preto, 138 - Consolação - 01303-060 - São Paulo, SP - Brasil

E-mail: marco.oliveira@fleury.com.br

Artigo recebido em 11/06/2007; revisado recebido em 04/09/07; aceito em 19/11/07.

Introdução

A cintilografia de perfusão miocárdica permite a análise da perfusão sanguínea regional nas paredes do miocárdio, o que contribui para a realização do diagnóstico, da avaliação e do seguimento terapêuticos e do prognóstico da doença arterial coronariana¹. A introdução da sincronização eletrocardiográfica na cintilografia de perfusão miocárdica (*gated* SPECT) acrescentou à análise da perfusão o cálculo da fração de ejeção do ventrículo esquerdo (FEVE), a determinação dos volumes sistólico e diastólico e a análise do espessamento e da motilidade das paredes miocárdicas². Esses parâmetros, além de auxiliarem na análise das imagens perfusionais³⁻⁵, podem fornecer importantes informações prognósticas^{6,7}. Uma série de trabalhos na literatura tem validado o cálculo da FEVE pelo *gated* SPECT, em comparação com outros métodos (cintilografia de primeira passagem⁸, ecocardiograma⁹, ressonância magnética¹⁰ etc). O valor mínimo considerado normal para a FEVE calculada pelo *gated* SPECT é maior ou igual a 50%¹¹, embora a literatura relate valores diferentes em alguns trabalhos^{12,13}. Indivíduos normais podem apresentar valores de FEVE que variam de 55% a 75% quando determinados pela angiocardiografia ou pelo ecocardiograma¹⁴. Porém, na nossa casuística, temos percebido que alguns pacientes, geralmente mulheres de baixa estatura, apresentam FEVE acima desses valores considerados normais (Fig. 1). Essa associação é constatada também em outros serviços de medicina nuclear e por outros autores na literatura¹⁵. Este estudo analisa a influência de diversos fatores biológicos, como sexo, idade, peso, altura e índice de massa corpórea (IMC), no cálculo da FEVE no *gated* SPECT, determinando quais fatores estão associados com FEVE superestimadas e o grau dessa associação. Analisa,

também, qual a relação existente entre o tamanho ventricular (diâmetros diastólico e sistólico) e a presença de FEVE superestimada, em um subgrupo de pacientes que realizaram ecocardiograma (Fig. 2).

Métodos

Selecionamos, retrospectivamente, 3.838 pacientes que realizaram *gated* SPECT entre 20/05/2000 e 16/09/2005. Os critérios de inclusão foram: imagens normais de perfusão miocárdica pela cintilografia e FEVE calculada pelo *gated* SPECT maior ou igual a 50%.

Os pacientes realizaram imagens em repouso e após estresse físico ou farmacológico. As imagens de repouso foram adquiridas 30 minutos após administração endovenosa de 370 MBq (10 mCi) de ^{99m}Tc-MIBI. As imagens de estresse foram realizadas 4 horas após as imagens de repouso, com sincronização eletrocardiográfica. A administração endovenosa de 1,11 GBq (30 mCi) de ^{99m}Tc-MIBI na fase de estresse foi realizada no pico do esforço do teste ergométrico (protocolos de Bruce, Bruce modificado ou Ellestad) ou após a administração de dipiridamol (0,56 mg/kg por 4 minutos). As imagens de estresse foram realizadas 45 a 60 minutos após a injeção do radiofármaco. A aquisição das imagens foi realizada em câmara de cintilação (Forte® Phillips), com colimador de baixa energia e alta resolução. Para cada paciente, foram obtidas 48 projeções de 25 segundos em matriz de 64 x 64 pixels. O ângulo de aquisição foi de 180 graus (início em incidência oblíqua anterior direita de 45 graus e término em oblíqua posterior esquerda de 45 graus). A reconstrução das imagens foi realizada por técnica de retroprojeção filtrada com utilização de filtro Butterworth, e a FEVE foi processada

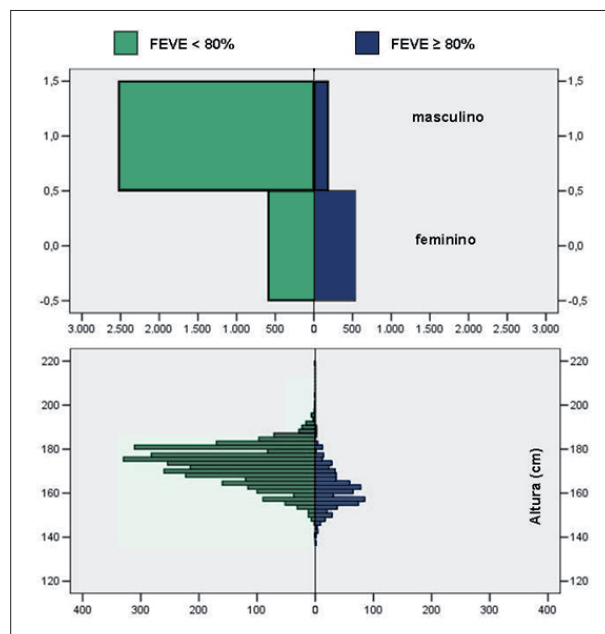


Fig. 1 - Diagrama demonstrando a distribuição da FEVE normal e da FEVE superestimada entre os sexos masculino e feminino e entre as diversas faixas de altura (todos os pacientes $n = 3.838$).

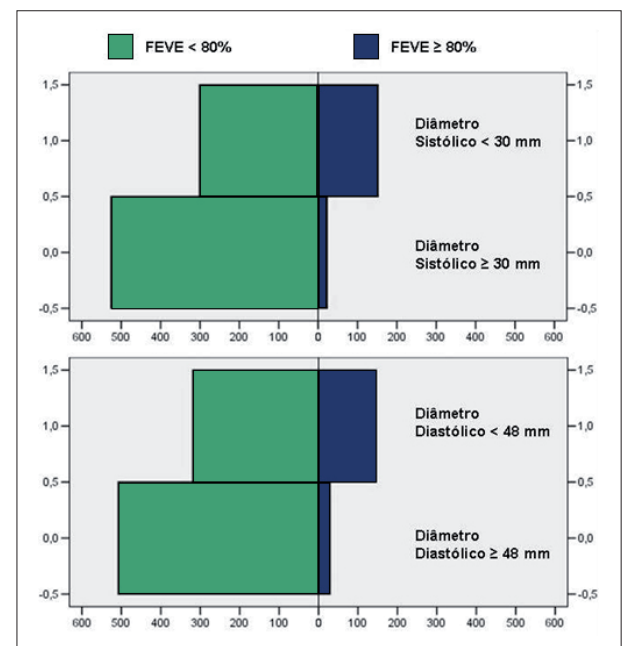


Fig. 2 - Diagrama demonstrando a distribuição da FEVE normal e da FEVE superestimada entre os pacientes com diâmetro sistólico abaixo e acima de 30 mm, e entre os pacientes com diâmetro diastólico abaixo e acima de 48 mm (pacientes com ecocardiograma $n = 1.002$).

pelo software Autoquant® (Cedars-Sinai's Quantitative Gated SPECT – QGS) a partir das imagens de estresse.

Além da FEVE, foram incluídas as seguintes variáveis: sexo (29,4% feminino e 70,6% masculino), idade (de 20 a 94 anos – média: 56 anos), peso (de 33,5 a 150 kg – média: 79,6 kg), altura (de 138 a 220 cm – média: 171 cm) e IMC (de 13,9 a 54 – média: 27,2) (tab. 1). O IMC foi calculado segundo a fórmula $IMC = \text{peso}/(\text{altura} \times \text{altura})$.

Os pacientes foram divididos em dois grupos arbitrários, segundo os resultados da FEVE: normal (< 80%) e superestimada ($\geq 80\%$). Utilizando programa estatístico SPSS®, analisamos os dados por meio de regressão logística e correlação de Pearson. A Razão de Chances para apresentar FEVE superestimada foi calculada para cada variável.

Selecionamos, dos 3.838 pacientes estudados, um subgrupo de 1.002 pacientes que haviam realizado ecocardiograma com até 10 dias de diferença da realização do gated SPECT (61,4% dos pacientes realizaram os dois exames no mesmo dia e 95,3% dos pacientes apresentaram até 1 semana de diferença entre a realização dos dois exames – média de 1,57 dias). Nesse subgrupo, foram listados os valores dos diâmetros sistólico (de 22 a 41 mm – média 29,8 mm) e diastólico (de 36 a 68 mm – média 47,5 mm) de cada paciente (tab. 2). Essas duas variáveis, juntamente com as variáveis sexo (feminino) e altura, foram analisadas por meio de regressão logística e correlação de Pearson. A Razão de Chances para apresentar FEVE superestimada foi calculada

para os pacientes com diâmetro sistólico < 30 mm, para os pacientes com diâmetro diastólico < 48 mm e para as variáveis sexo (feminino) e altura. Consideramos os valores citados para os diâmetros sistólico e diastólico como ponto de corte para o cálculo da Razão de Chances, porque eram os que mais se aproximavam da média. As variáveis sexo (feminino) e altura foram incluídas na análise de regressão logística no subgrupo de 1.002 pacientes, juntamente com os diâmetros sistólico e diastólico, para avaliarmos se possuíam relação estatística independente com a obtenção FEVE superestimada.

Resultados

Quando consideramos todos os pacientes, as variáveis sexo, altura e idade associaram-se com a superestimação da FEVE com significância estatística ($p < 0,005$), notadamente as duas primeiras variáveis (tab. 3). O peso e o IMC não se associaram significativamente com a obtenção de FEVE superestimada ($p > 0,2$). Entre as variáveis contínuas, a altura apresentou o maior índice de correlação com a FEVE superestimada quando consideramos todos os pacientes (tab. 4).

No subgrupo dos pacientes que realizaram ecocardiograma, o diâmetro sistólico demonstrou relação estatisticamente significativa com a FEVE superestimada (tab. 5). O diâmetro diastólico não influenciou de forma independente a FEVE superestimada. As variáveis sexo (feminino) e altura continuaram influenciando na obtenção de FEVE superestimada, porém menos expressivamente em relação à análise de todos os pacientes. Os índices de correlação de Pearson demonstraram correlação inversa entre FEVE

Tabela 1 - Características da População

	Todos os pacientes n = 3.838	
	Média ± DP	Mediana
Idade (anos)	55,82 ± 11,59	56,00
Peso (kg)	79,65 ± 15,06	79,00
Altura (cm)	170,71 ± 9,50	172,00
IMC	27,22 ± 4,09	26,70

Tabela 2 - Diâmetros ventriculares

	Pacientes com ecocardiograma n = 1.002	
	Média ± DP	Mediana
Diâmetro sistólico (mm)	29,80 ± 2,93	30,00
Diâmetro diastólico (mm)	47,47 ± 3,94	48,00

Tabela 3 - Regressão logística

Variáveis	Todos os pacientes n = 3.838				
	Sexo feminino	Altura (cm)	Idade (anos)	Peso (kg)	IMC
p*	0,000	0,003	0,000	0,473	0,286
RC† (95,0% C.I.)	3,585 (2,745 - 4,683)	0,893 (0,829 - 0,962)	1,020 (1,011 - 1,029)	1,030 (0,950 - 1,118)	0,888 (0,714 - 1,105)

* Significância estatística. † Razão de Chances para obtenção de FEVE superestimada.

Tabela 4 - Correlação de Pearson

Variáveis	Todos os pacientes n = 3.838				Pacientes com ecocardiograma n = 1.002		
	Altura (cm)	Idade (anos)	Peso (kg)	Índice de massa corpórea (IMC)	Diâmetro sistólico	Diâmetro diastólico	Altura (cm)
p*	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
IP†	- 0,538	+ 0,228	- 0,392	- 0,109	- 0,564	- 0,566	- 0,546

* Significância estatística. † Índice de correlação de Pearson.

Tabela 5 - Regressão logística

Variáveis	Pacientes com ecocardiograma n = 1.002			
	Diâmetro sistólico < 30 mm	Diâmetro diastólico < 48 mm	Sexo feminino	Altura (cm)
p*	0,000	0,113	0,000	0,000
RC† (95,0% C.I.)	4,078 (2,244 – 7,409)	1,600 (0,895 – 2,860)	2,794 (1,598 – 4,884)	0,907 (0,877 – 0,938)

* Significância estatística. † Razão de Chances para obtenção de FEVE superestimada.

superestimada e altura, diâmetro diastólico e diâmetro sistólico (tab. 4).

Discussão

O software Autoquant® calcula a FEVE a partir da reconstrução tridimensional da cavidade do ventrículo esquerdo, com base nas imagens tomográficas do eixo curto sincronizadas com o ECG. O volume sistólico final (VSF) e o volume diastólico final (VDF) são determinados após a delimitação dos limites epicárdico e endocárdico, e a FEVE é calculada segundo a fórmula: $[(VDF - VSF) / VDF] \times 100 (\%)^8$.

Na nossa casuística, pacientes do sexo feminino possuem uma chance de apresentar FEVE superestimada cerca de 3,5 vezes maior em comparação com os pacientes do sexo masculino. A altura apresentou uma correlação inversa com a obtenção de FEVE superestimada. Os nossos dados confirmam que a FEVE superestimada ocorre com maior frequência em mulheres com baixa estatura.

Uma possível explicação para essa constatação é o fato de mulheres pequenas possuírem um coração menor¹⁶, o que faz que o volume sistólico calculado seja subestimado, superestimando, conseqüentemente, a FEVE. Em pacientes com volume sistólico muito pequeno, o reconhecimento automático do limite endocárdico pelo software fica prejudicado por causa da baixa resolução e do efeito de volume parcial¹⁷ (Fig. 3). Por sua vez, o reconhecimento do limite endocárdico é realizado com facilidade em pacientes com volumes ventriculares maiores (Fig. 4). A análise do subgrupo de 1.002 pacientes que realizaram ecocardiograma corrobora a hipótese da relação entre tamanho ventricular e FEVE superestimada. O alto valor da Razão de Chances apresentado pela variável diâmetro sistólico sugere que, possivelmente, o principal mecanismo responsável pela superestimação da FEVE seja a dificuldade de delimitação do limite endocárdico em pacientes com volumes sistólicos pequenos. No entanto, Yamada e cols.¹⁸ demonstraram que mulheres apresentam valores de FEVE significativamente maiores, calculadas tanto pelo programa Segami® quanto pelo Autoquant®. O programa Segami® define a posição da parede ventricular por meio de parâmetros estatísticos de distribuição da taxa de contagem e não pela definição automática do contorno cardíaco, e deveria, pelo menos do ponto de vista teórico, ser menos influenciado por volumes ventriculares pequenos.

Os nossos dados mostram que o sexo feminino e a altura influenciaram de forma independente a obtenção da FEVE superestimada no grupo de pacientes que realizaram ecocardiograma. Apesar de apresentar uma correlação inversa com a superestimação da FEVE (tab. 4), na análise de regressão

logística o diâmetro diastólico não demonstrou estar associado de maneira independente à FEVE superestimada (tab. 5).

Outros autores já demonstraram a influência do tamanho reduzido do coração na estimativa da FEVE pelo *gated* SPECT^{19,20}. Germano e cols.²¹ demonstraram, em um estudo com 926 pacientes no qual utilizaram o Autoquant®, uma relação exponencial inversa entre o volume diastólico final e a FEVE e entre o volume sistólico final e a FEVE. Alguns autores sugerem técnicas para correção da superestimação da FEVE, como o aumento da matriz de aquisição ou uso de filtros específicos²⁰. Uma alternativa para evitar a superestimação é a aplicação de técnicas que não utilizam reconhecimento automático do limite endocárdico sistólico¹⁷.

Além de influenciar o cálculo da FEVE, o tamanho da cavidade ventricular esquerda deve influenciar alguns outros índices calculados a partir da definição automática dos contornos do endocárdio. Duarte e cols.²², em trabalho prévio, relataram a influência do sexo na obtenção dos valores de TID (*transient ischemic dilation*), índice que mede a diferença das cavidades ventriculares em estresse e repouso. Em um grupo de 16 pacientes com baixa probabilidade pré-teste de isquemia e valores de TID elevados (> 1,25), 14 eram mulheres. Segundo os autores, uma possível razão para a predominância de mulheres nesse subgrupo poderia ser a dificuldade na definição dos contornos do endocárdio em pacientes com cavidade ventricular pequena, principalmente durante a fase de repouso da cintilografia, em que a dose radioativa administrada é aproximadamente 3 vezes menor que aquela administrada na fase de estresse.

Mesmo nos casos de FEVE superestimada, o *gated* SPECT consegue fornecer informações importantes a respeito da função ventricular esquerda. Nesses casos, consegue-se demonstrar o espessamento normal, que é caracterizado pelo aumento da atividade radioativa por área nas paredes miocárdicas durante a sístole em relação à diástole, e a motilidade conservada, demonstrada pela diminuição significativa da cavidade ventricular na sístole.

Possíveis limitações do estudo que precisam ser referidas são: o próprio tipo de estudo realizado (corte transversal) que permite estimar a associação entre as variáveis independentes e a variável dependente não permite, no entanto, estabelecer uma relação causal entre elas. Além disso, não conseguimos estabelecer um mecanismo biológico que justifique algumas associações, como a associação entre o sexo feminino e a superestimação da FEVE, quando esta variável é controlada pelo diâmetro sistólico. Dessa forma, futuros estudos serão necessários para tentar compreender todos os fatores causais da medida FEVE superestimada medida pela técnica de *gated* SPECT.



Fig. 3 - FEVE superestimada: mulher, 39 anos, 43 kg, 146 cm, diâmetro sistólico (ecocardiograma) = 23 mm, diâmetro distólico (ecocardiograma) = 39 mm, FEVE calculada pelo gated SPECT = 97%, volume sistólico calculado pelo gated SPECT = 1 ml. (Primeira coluna: cortes na diástole; segunda coluna: cortes na sístole.)



Fig. 4 - FEVE normal: homem, 57 anos, 79 kg, 179 cm, diâmetro sistólico (ecocardiograma) = 35 mm, diâmetro distólico (ecocardiograma) = 54 mm, FEVE calculada pelo gated SPECT = 55%, volume sistólico calculado pelo gated SPECT = 45 ml. (Primeira coluna: cortes na diástole; segunda coluna: cortes na sístole.)

Conclusão

As variáveis sexo (feminino), altura e diâmetro sistólico associaram-se com a obtenção de FEVE superestimada. A variável idade contribuiu menos expressivamente. O peso e

o IMC não mostraram relação estatisticamente significativa com a obtenção de FEVE superestimada.

Esta análise confirma o que é visto na prática clínica. Mulheres com baixa estatura apresentam valores superestimados de

FEVE pelo *gated* SPECT. Apesar de o diâmetro ventricular reduzido ser uma possível explicação para esse fenômeno, as variáveis sexo e altura influenciaram independentemente na superestimação da FEVE pelo *gated* SPECT.

Potencial Conflito de Interesses

Declaro não haver conflito de interesses pertinentes.

Referências

1. Clark AN, Beller GA. The present role of nuclear cardiology in clinical practice. *Q J Nucl Med Mol Imaging*. 2005; 49 (1): 43-58.
2. Maddahi J, Kiat H, Van Train KF, Prigent F, Friedman J, Garcia EV, et al. Myocardial perfusion imaging with technetium-99m sestamibi SPECT in the evaluation of coronary artery disease. *Am J Cardiol*. 1990; 66 (13): 55E-62E.
3. Sciaga R, Leoncini M. Gated single-photon emission computed tomography: the present-day "one-stop-shop" for cardiac imaging. *Q J Nucl Med Mol Imaging*. 2005; 49 (1): 19-29.
4. Leoncini M, Sciaga R. Role of perfusion myocardial scintigraphy with gated SPECT technique in the diagnostic and prognostic evaluation of patients with chronic coronary disease. *Ital Heart J*. 2002; 3 (3 Suppl): 309-18.
5. Smanio PE, Watson DD, Segalla DL, Vinson EL, Smith WH, Beller GA. Value of gating of technetium-99m sestamibi single-photon emission computed tomographic imaging. *J Am Coll Cardiol*. 1997; 30: 1687-92.
6. Sharir T, Kang X, Germano G, Baj J, Shaw LJ, Gransar H, et al. Prognostic value of poststress left ventricular volume and ejection fraction by gated myocardial perfusion SPECT in women and men: Gender-related differences in normal limits and outcomes. *J Nucl Cardiol*. 2006;13: 495-506.
7. Sharir T, Germano G, Kavanagh PB, Lai S, Cohen I, Lewin HC, et al. Incremental prognostic value of post-stress left ventricular ejection fraction and volume by gated myocardial perfusion single photon emission computed tomography. *Circulation*. 1999; 100 (10): 1035-42.
8. Germano G, Kiat H, Kavanagh PB, Moriel M, Mazzanti M, Su HT, et al. Automatic quantification of ejection fraction from gated myocardial perfusion SPECT. *J Nucl Med*. 1995; 36 (11): 2138-47.
9. Cwajg E, Cwajg J, Keng F, He ZX, Nagueh S, Verani MS. Comparison of global and regional left ventricular function assessed by gated-SPECT and 2-D echocardiography. *Rev Port Cardiol*. 2000;19 (Suppl 1): 139-46.
10. Thorley PJ, Plein S, Bloomer TN, Ridgway JP, Sivanathan UM. Comparison of 99mTc tetrofosmin gated SPECT measurements of left ventricular volumes and ejection fraction with MRI over a wide range of values. *Nucl Med Commun*. 2003; 24 (7): 763-9.
11. Sociedade Brasileira de Cardiologia. I Diretriz da Sociedade Brasileira de Cardiologia Sobre Cardiologia Nuclear. *Arq Bras Cardiol*. 2002; 78 (suppl.3): 1-42.
12. Rozanski A, Nichols K, Yao SS, Malholtra S, Cohen R, DePuey EG. Development and application of normal limits for left ventricular ejection fraction and volume measurements from 99mTc-sestamibi myocardial perfusion gated SPECT. *J Nucl Med*. 2000; 41(9):1445-50.
13. Henzlova MJ, Croft LB. The electrocardiogram as a predictor of left ventricular systolic function: correlation with gated SPECT imaging. *Mt Sinai J Med*. 2003; 70 (5): 306-9.
14. Zipes DP, Libby P, Bonow RO, Braunwald E. Braunwald's heart disease: a textbook of cardiovascular medicine. 7th ed. Philadelphia: Saunders; 2005.
15. Ford PV, Chatziioannou SN, Moore WH, Dhekne RD. Overestimation of the LVEF by quantitative gated SPECT in simulated left ventricles. *J Nucl Med*. 2001; 42 (3): 454-9.
16. Hansen CL, Crabbe D, Rubin S. Lower diagnostic accuracy of thallium-201 SPECT myocardial perfusion imaging in women: an effect of smaller chamber size. *J Am Coll Cardiol*. 1996; 28 (5): 1214-9.
17. Feng B, Sitek A, Gullberg CT. Calculation of the left ventricular ejection fraction without edge detection: application to small hearts. *J Nucl Med*. 2002; 43 (6): 786-94.
18. Yamada AT, Campos Neto GC, Soares Júnior J, Giorgi MCP, Araújo F, Meneghetti JC, et al. Diferenças relacionadas ao sexo nos volumes ventriculares e na fração de ejeção do ventrículo esquerdo estimados por cintilografia de perfusão miocárdica: comparação entre os programas quantitativos Gated sPeCt (qgS) e Segami. *Arq Bras Cardiol*. 2007; 88 (3): 285-90.
19. Khalil MM, Elgazzar A, Khalil W, Omar A, Ziada G. Assessment of left ventricular ejection fraction by four different methods using 99mTc tetrofosmin gated SPECT in patients with small hearts: correlation with gated blood pool. *Nuclear Medicine Communications*. 2005; 26 (10): 885-93.
20. Hamby AS, Vervaeke A, Dobbeleir A. Variability of left ventricular ejection fraction and volumes with quantitative gated SPECT: influence of algorithm, pixel size and reconstruction parameters in small and normal-sized hearts. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2004; 31 (12): 1606-13.
21. Germano G, Kavanagh PB, Kavanagh JT, Wishner SH, Berman DS, Kavanagh GJ. Repeatability of automatic left ventricular cavity volume measurements from myocardial perfusion. *J Nucl Cardiol*. 1998; 5 (5): 477-83.
22. Duarte PS, Smanio PE, Oliveira CA, Martins LR, Mastrocolla LE, Pereira JC. Clinical significance of transient left ventricular dilation assessed during myocardial Tc-99m sestamibi scintigraphy. *Arq Bras Cardiol*. 2003; 81 (5): 479-82.

Fontes de Financiamento

O presente estudo não teve fontes de financiamento externas.

Vinculação Acadêmica

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