

Marisa Izaki

Considerações referentes à influência do posicionamento dos  
membros superiores sobre o resultado da cintilografia de  
perfusão do miocárdio

Tese apresentada à Faculdade de Medicina  
da Universidade de São Paulo para obtenção  
do título de Doutor em Ciências

Área de concentração: Cardiologia  
Orientador: José Claudio Meneghetti

São Paulo  
2008

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Preparada pela Biblioteca da  
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

©reprodução autorizada pelo autor

Izaki, Marisa

Considerações referentes à influência do posicionamento dos membros superiores sobre o resultado da cintilografia de perfusão do miocárdio / Marisa Izaki. -- São Paulo, 2008.

Tese(doutorado)--Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.  
Departamento de Cardio-Pneumologia.

Área de concentração: Cardiologia.

Orientador: José Claudio Meneghetti.

Descritores: 1.Tomografia computadorizada de emissão do fóton único/métodos  
2.Tomografia computadorizada de emissão do fóton único/utilização  
3.Cardiologia/métodos 4.Cintilografia/métodos

USP/FM/SBD-131/08

## Agradecimentos

A toda a equipe do Serviço de Medicina Nuclear do InCor,  
aos colegas de especialidade Guilherme, Aninha e Filadelfo,  
à Julia pela assessoria estatística,  
à minha família e  
a todos os queridos amigos  
pelo imensurável apoio.

Esta tese está de acordo com as seguintes normas, em vigor no momento da publicação:

Referências: adaptado de *International Committee of Medical Journals Editors* (Vancouver)

Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina. Serviço de Biblioteca e Documentação. Guia de apresentação de dissertações, teses e monografias. Elaborado por Annelise Carneiro da Cunha, Maria Julia de A. L. Freddi, Maria F. Crestana, Marinalva de Souza Aragão, Suely Campos Cardoso, Valéria Vilhena. 2ª ed. São Paulo: Serviço de Biblioteca e Documentação; 2005

Abreviaturas dos títulos dos periódicos de acordo com *List of Journal Indexed in Index Medicus*.

## Sumário

Lista de abreviaturas e siglas	
Lista de símbolos	
Resumo	
Summary	
1. INTRODUÇÃO.....	01
1.1 Retrospectiva técnica da cintilografia da perfusão do miocárdio.....	01
1.2 Importância clínica da cintilografia da perfusão do miocárdio.....	03
1.3 Critérios de interpretação da cintilografia da perfusão do miocárdio .....	05
1.4 Limitações da cintilografia da perfusão do miocárdio.....	07
1.5 Posição convencional de aquisição: limitações e variações.....	09
2. OBJETIVOS .....	13
3. MÉTODOS .....	14
3.1 Casuística.....	14
3.2 Aquisição e processamento dos estudos.....	16
3.3 Interpretação visual da perfusão miocárdica.....	18
3.4 Análise Estatística.....	21
4. RESULTADOS.....	22
4.1 Aspectos gerais.....	22
4.2 Análise perfusional visual semi-quantitativa.....	24
4.2 Análise funcional quantitativa .....	30
5. DISCUSSÃO.....	33
6. CONCLUSÕES.....	47
7. REFERÊNCIAS.....	49

## Lista de abreviaturas e siglas

ATC	angioplastia coronária
C	aquisição em posição convencional (com membros superiores elevados)
DM	diabetes mellitus
ECG	eletrocardiograma
et al	<i>et alii</i> (e colaboradores)
FEVE	fração de ejeção do ventrículo esquerdo
FBP	<i>filtered back-projection</i> (retroprojeção filtrada)
gated-SPECT	<i>gated single photon emission computed tomography</i> (tomografia computadorizada por emissão de fóton único sincronizada com o eletrocardiograma)
HAS	hipertensão arterial sistêmica
IAM	infarto agudo do miocárdico
ICO	insuficiência coronária crônica
IMC	índice de massa corpórea
MLEM	<i>maximum likelihood expectation maximization</i> (maximização da expectativa por máxima verossimilhança)
n	numéricas
OSEM	<i>ordered subsets expectation maximisation</i> (maximização da expectativa por grupos ordenados)

QGS	<i>quantitative gated SPECT</i> (tomografia computadorizada por emissão de fóton único sincronizada com o eletrocardiograma quantitativa)
RM	revascularização miocárdica
SDS	<i>summed difference score</i> (diferença entre as somatórias dos escores)
SMS	<i>stress motion score</i> (escore de motilidade do estresse)
SPECT	<i>single photon emission computed tomography</i> (tomografia computadorizada por emissão de fóton único)
SRS	<i>summed rest score</i> (somatória dos escores do repouso)
SSS	<i>summed stress score</i> (somatória dos escores do estresse)
STS	stress thickening score (escore de espessamento do estresse)
T	aquisição em posição teste (com os membros superiores abaixados)
VDF	volume diastólico final
VSF	volume sistólico final

## Lista de símbolos

cm	centímetro(s)
h	hora(s)
keV	quiloelétron-volt(s)
kg	quilograma(s)
kg/m <sup>2</sup>	quilograma por metro quadrado
m	metro(s)
MBq	megabequerel
mg	miligrama(s)
mg/kg	miligramas por quilograma
min	minuto(s)
ml	mililitro(s)
mm	milímetros
s	segundo(s)
µg	micrograma(s)
°	grau(s)
=	igual a
±	mais ou menos
<	menor
≤	menor ou igual
>	maior
≥	maior ou igual
%	por cento ou percentual

## RESUMO

Izaki M. Considerações referentes à influência do posicionamento dos membros superiores sobre o resultado da cintilografia de perfusão do miocárdio [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2008. 61p.

**INTRODUÇÃO:** Na cintilografia de perfusão do miocárdio, contrariamente ao desenvolvimento tecnológico ao longo do tempo, manteve-se desde o princípio a mesma forma, por vezes desconfortável ou mesmo inviável, de posicionamento na aquisição das imagens: decúbito dorsal com os braços elevados. **OBJETIVOS:** O objetivo da pesquisa foi o de avaliar se na aquisição da cintilografia de perfusão do miocárdio o posicionamento com os membros superiores abaixados(T) apresenta os mesmos resultados que os obtidos com os membros superiores elevados(C), tanto em termos de alterações perfusionais como em relação aos parâmetros funcionais. **MÉTODOS:** Foram estudados 120 pacientes, 83 (69%) do sexo masculino, com idade  $59,4 \pm 11,4$  anos e peso  $72,8 \pm 14$  kg. Foi realizada primeiramente a aquisição C e na seqüência a aquisição T, utilizando protocolo de um dia de repouso-estresse (dose 370 MBq e 1110 MBq de sestamibi-<sup>99m</sup>Tc), com estresse sincronizado ao eletrocardiograma (gated-SPECT). Três modelos distintos de equipamentos de dois detectores foram utilizados no estudo. Os estudos foram processados usando reconstrução iterativa (OSEM). Na interpretação foi utilizado o modelo de segmentação miocárdica de 17 segmentos, pontuados de 0 a 4 (normal a ausente) segundo o grau de captação. Baseada na análise de um observador dentre um grupo de sete, foi realizada a comparação da totalidade dos segmentos e também segmento a segmento das aquisições C e T nas etapas de estresse e de repouso. Foi comparada também a somatória das pontuações das etapas de estresse(SSS) e repouso(SRS). Os pacientes foram divididos segundo dois critérios: primeiramente, normais (SSS=0) e anormais (SSS>1) e posteriormente, em de baixo risco (SSS≤3) e de maior risco (SSS>3) A comparação dos parâmetros funcionais de fração de ejeção do ventrículo esquerdo (FEVE), volume diastólico final (VDF), volume sistólico final(VSF), somatória dos escores de motilidade (SMS) e somatória dos escores de espessamento (STS) foi baseada nos valores obtidos de modo automático utilizando o programa computacional "Quantitative Gated SPECT". **RESULTADOS:** No modo C, 23,3% dos pts referiram algum grau de dor no membro superior ou no ombro e no modo T 5 %. Houve diferença significativa ( $p<0,05$ ) na comparação dos 2040 segmentos miocárdicos entre C e T, ao estresse e ao repouso. Nos 63 pts normais não houve diferença significativa dos escores entre C e T ao estresse e ao repouso. O mesmo foi observado nos 80 pts de baixo risco. Nos 57 pts anormais houve boa correlação entre os valores de SSS (Rho=0,93,  $p=0,0001$ ) e SRS (Rho=0,93,  $p=0,0001$ ), mas com valores não equivalentes ( $p<0,05$ ), sendo a média dos valores de SSS ( $9,28\pm 8,10$ ) e SRS ( $7,89\pm 7,34$ ) da aquisição T inferiores à média dos valores de SSS ( $10,07\pm 7,71$ ) e SRS ( $8,46\pm 7,35$ ) encontrada na aquisição C. Nos 40 pts de risco, houve boa correlação dos valores de

SSS(Rho=0,95, p=0,0001) e SRS(Rho=0,96 p=0,0001), porém a média dos valores de SSS ( $12,53 \pm 7,54$ ) e SRS ( $10,60 \pm 7,08$ ) da aquisição T foi significativamente ( $p < 0,05$ ) inferior à média dos valores de SSS ( $13,43 \pm 6,81$ ) e SRS( $11,33 \pm 6,97$ ) encontrados na aquisição C. Os parâmetros funcionais apresentaram boa correlação entre C e T, exceto o VDF( $p=0,0001$ ). CONCLUSÕES: Os modos C e T apresentam boa correlação dos parâmetros funcionais, exceto o VDF. Embora a aquisição T tenha sido um pouco mais confortável e tenha demonstrado boa correlação nos achados perfusionais, em pts anormais e de maior risco há tendência à subestimação dos defeitos perfusionais. Considerando a importância da medida precisa da intensidade e extensão das alterações perfusionais em termos de avaliação prognostica e decisão terapêutica, a aquisição com membro superior abaixado deve ser evitada. Em situações onde a aquisição com membros superiores abaixados é a única alternativa, os resultados da cintilografia devem ser interpretados com cuidado, especialmente em pacientes anormais e de maior risco, onde as alterações podem estar subestimadas.

Descritores: 1.Tomografia computadorizada de emissão do fóton único/métodos 2.Tomografia computadorizada de emissão do fóton único/utilização 3.Cardiologia/métodos 4.Cintilografia/métodos

## Summary

Izaki M. Considerations about the influence of upper arms positioning on myocardial perfusion scintigraphy results [thesis]. São Paulo: "Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo"; 2008. 61p.

Contrary to the advances in imaging technology for nuclear cardiology applications, we keep using the same often uncomfortable and sometimes impracticable patient position- supine with arms raised above the head (C). We tested another position modality: supine with arms down at the sides of the trunk (T). The purpose of this study was to verify if the functional and perfusion results of the acquisition T are equivalent to those of the acquisition mode C. We studied 120 patients (pts), 83 (69%) male, aged  $59.4 \pm 11.4$  years and weighting  $72.8 \pm 14$  kg. We performed a one-day protocol (rest-gated/stress), using  $^{99m}\text{Tc}$ -sestamibi (370 MBq and 1110 MBq). In both times (rest and stress), we first performed acquisition in C and in sequence the acquisition in T. The studies were performed in three types of dual detector SPECT systems. T mode was executed successfully in all pts. Images were processed by the iterative reconstruction method (OSEM). Each study was independently interpreted by one nuclear medicine specialist from a group of seven physicians using the 17-segment model. The segments were scored using a 5-point model ranging from 0 (normal uptake) to 4 (uptake absent). The total score of the left ventricle at stress is referred to as the summed stress score (SSS) and at rest as the summed rest score (SRS). The patients were categorized in subgroups by two criteria: normal (SSS=0) or abnormal (SSS $\geq$ 1) and low risk (SSS $\leq$ 3) or risk (SSS $>$ 3). The values of the functional parameters of left ventricular ejection fraction (LVEF), end diastolic volume (EDV), end systolic volume (ESV), stress motion score (SMS) and stress thickening score (STS) for both C and T were automatically obtained by the quantitative gated SPECT (QGS) program and results were compared. Shoulder and/or back pain occurred in 23.3% of C patients and in 5% of T patients. There was no agreement between the 2040 segmental scores of both rest and stress in C and T modes ( $p < 0.05$ ). No significant differences between C and T were found for SSS and SRS in the 63 normal individuals

nor in the 80 low risk patients. Good correlation between C and T was found for SSS (Rho=0.95, p=0.0001) and SRS (Rho=0.96 p=0.0001) in the 57 abnormal pts, but the mean SSS (9.28±8.10) and SRS (7.89±7.34) values of T were significantly lower (p<0.05) than the mean for SSS (10.07±7.71) and SRS(8.46±7.35) of C mode. Similar patterns were observed in the 40 risk pts; good correlation was found between C and T modes for SSS (Rho=0.95, p=0.0001) and SRS (Rho=0.96 p=0.0001), but the mean SSS (12.53±7.54) and SRS (10.60±7.08) values of T were significantly lower (p<0.05) than SSS (13.43±6.81) and SRS (11.33±6.97) of C mode. Good correlation between C and T was found for all functional parameters, except for EDV (p=0.0001). Although T mode appears to be more comfortable and presented a good correlation between SSS and SRS values, in abnormal and risk pts, the extent and severity of defects can be underestimated. Considering the important therapeutic and prognostic implications of an accurate perfusion measurement, the cardiac SPECT acquisition with the arms in down position should be avoided. When arms-down acquisition is the only alternative, scintigraphy results must be carefully interpreted, especially in abnormal scans whereas the amount of perfusion abnormalities can be underestimated.

Descriptors: 1.Tomography emission-computed single-photon/methods  
2. Tomography emission-computed single-photon/utilization  
3.Cardiology/methods 4. Radionuclide imaging/methods

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1 Retrospectiva técnica da cintilografia de perfusão do miocárdio

A introdução da cintilografia de perfusão do miocárdio na prática clínica data dos anos 70. Nesta época, o estudo utilizava o cloreto de tálio-201, cuja energia de 69 a 83 keV, não sendo ideal para câmara de cintilação, resultava em imagens de menor qualidade devido a artefatos de atenuação causados pelos tecidos adjacentes ao coração. O estudo, neste período, se resumia à obtenção de imagens analógicas adquiridas apenas no modo plano, nas projeções anterior, oblíquas anteriores esquerdas e lateral esquerda, o que resultava em dificuldades na detecção de defeitos perfusionais de pequena extensão.

No fim da década de 80 houve a introdução dos traçadores da perfusão de miocárdio marcados com tecnécio-99m com meia-vida de 6 h e cuja energia de 140 keV é ideal para o tipo de equipamento de detecção. Os traçadores comercialmente disponíveis mais utilizados são o sestamibi-<sup>99m</sup>Tc e o tetrofosmin-<sup>99m</sup>Tc.

Paralelamente, houve o início da utilização de equipamentos com tecnologia digital e capacidade de aquisição tomográfica<sup>1</sup> conhecido como SPECT (do inglês “single photon emission computed tomography” – tomografia computadorizada por fóton único). O estudo tomográfico da perfusão do miocárdio, adquirido em matriz de 64X64 pixels, documenta a captação do radiofármaco pelo miocárdio em fatias de aproximadamente

6,4 ± 0,4 mm. Após a reconstrução axial, o ventrículo esquerdo é reorientado e a documentação do estudo é feita nos três planos cardíacos: eixo curto, eixo longo vertical e eixo longo horizontal. O incremento na resolução proporcionou a melhora na detecção de defeitos perfusionais de pequena magnitude e extensão.

Na década de 90, foi introduzido um programa computacional de cálculos automáticos<sup>2</sup> que proporcionou a adição de dados funcionais ao estudo perfusional através da aquisição sincronizada com o eletrocardiograma denominada de gated-SPECT (do inglês “gated single photon emission computed tomography” - tomografia computadorizada por fóton único sincronizada com o eletrocardiograma). A partir de então, foi possível avaliar a motilidade e o espessamento miocárdicos, além da obtenção de parâmetros funcionais como fração de ejeção do ventrículo esquerdo (FEVE), volumes sistólico final (VSF) e diastólico final (VDF)<sup>3</sup>.

Assim, desde a introdução da primeira câmara de cintilação, desenvolvida em 1958 por Anger<sup>4</sup>, houve melhora no desempenho dos equipamentos, bem como um significativo avanço nos programas computacionais (“softwares”)<sup>1,5,6</sup> utilizados. Diferentes tipos de colimadores foram desenvolvidos. As aquisições das imagens passaram a ser com órbitas não circulares. O processo de reconstrução das imagens cintilográficas, que primariamente se limitava ao uso do método por retroprojeção filtrada, começou a utilizar algoritmos de reconstrução iterativa por maximização da expectativa por máxima verossimilhança (MLEM – “maximum likelihood expectation maximisation”) que pode ser

computacionalmente agilizada usando grupos ordenados (OSEM – “ordered subsets expectation maximisation”). Posteriormente, foram desenvolvidos equipamentos dotados de fontes externas que permitem a aquisição de mapas de transmissão e assim permitem a obtenção de imagens com correção de atenuação<sup>7</sup>. Programas computacionais também permitem realizar a correção de espalhamento, correção do borrimento profundidade-dependente e correção de movimento<sup>8</sup>.

## **1.2 Importância clínica da cintilografia de perfusão do miocárdio**

Ao longo destes anos, a cintilografia de perfusão do miocárdio tem demonstrado ser uma ferramenta poderosa na avaliação não-invasiva da doença coronária. Sua utilização engloba o diagnóstico inicial da presença de isquemia miocárdica, a avaliação prognóstica e estratificação de risco de coronariopatias, auxílio na decisão terapêutica e avaliação após tratamento<sup>9,10</sup>. Com o uso da técnica tomográfica, houve um incremento da sensibilidade na detecção de isquemia. Em 1989, o estudo de Kiat et al.<sup>11</sup> demonstrou a superioridade desta técnica na detecção de coronariopatia obstrutiva, com 93% de sensibilidade obtida com SPECT contrastando com 73 % de sensibilidade obtida pelo estudo plano.

A sensibilidade e especificidade no diagnóstico de coronariopatia obstrutiva variam conforme o tipo de estresse, o radiofármaco utilizado, a forma de realização e os critérios de interpretação do estudo. De modo geral a sensibilidade varia entre 60 a 100% e a especificidade entre 36 a 100%<sup>12</sup>.

Um estudo <sup>13</sup> de 2002 avaliou 2.523 pacientes e demonstrou sensibilidade de 91% e especificidade de 87% no diagnóstico da presença de coronariopatia obstrutiva.

O resultado da cintilografia de perfusão do miocárdio é fundamental na estratificação de risco dos pacientes, pois pode acrescentar informações ou ser um preditor independente da ocorrência de eventos cardíacos futuros<sup>10</sup>. Diante de uma cintilografia de perfusão do miocárdio normal, a chance de eventos cardíacos é menor que 1% ao ano. Em contrapartida, nos estudos alterados, a extensão e a intensidade da alteração perfusional tem importante papel na avaliação prognóstica de pacientes portadores ou com suspeita clínica de coronariopatia. Hachamovitch et al.<sup>14</sup> foram um dos primeiros a observar que há um incremento progressivo no risco da ocorrência de infarto agudo do miocárdio ou morte em função do grau das alterações perfusionais detectadas à cintilografia. Nessa referência, o risco de infarto agudo foi de 0,8% ao ano na presença de alterações cintilográficas discretas, 2,3% ao ano com alterações moderadas e 2,9% ano com alterações acentuadas. O risco de morte foi de 2,7% ano na presença de alterações cintilográficas discretas, 2,9% ao ano com alterações moderadas e 4,2% ao ano em alterações acentuadas. No estudo de Thomas et al.<sup>15</sup>, se observou que o risco de eventos cardíacos aumenta de 0,4% ao ano em casos de cintilografia normal para 2,3% ao ano quando a cintilografia é anormal. Mais recentemente, Hachamovitch et al.<sup>16</sup> demonstraram a importância da dimensão da alteração isquêmica na tomada de decisão clínica. Neste estudo foi observado que pacientes com pequenas alterações

perfusionais se beneficiam mais de tratamento clínico enquanto pacientes com grandes alterações cintilográficas se beneficiam mais de tratamento cirúrgico.

Vários autores<sup>17,18,19,20</sup> demonstraram que a exata determinação da presença ou não de alterações perfusionais, a avaliação de sua intensidade e extensão e o comprometimento da função ventricular são os principais parâmetros que determinam o grau de risco de pacientes com ou sem coronariopatia conhecida.

### **1.3 Critérios de interpretação da cintilografia de perfusão do miocárdio**

Na avaliação da extensão da alteração perfusional, a área ventricular esquerda é convencionalmente fragmentada em 17 segmentos<sup>21</sup>, embora existam estudos que utilizem o padrão de 20. A intensidade da alteração perfusional é graduada numa escala de cinco pontos onde: 0 = normal, 1 = hipocaptação discreta, 2 = hipocaptação moderada, 3 = hipocaptação acentuada e 4 = ausência de captação. A somatória da pontuação dos segmentos determina o volume (intensidade e extensão) da alteração perfusional. A sigla SSS (do inglês “summed stress score”) é usada para designar a somatória dos escores do estresse, a sigla SRS (do inglês “summed rest score”) designa a somatória dos escores do repouso e a sigla SDS (do inglês “summed difference score”) designa a diferença entre a somatória dos escores do estresse e do repouso. A avaliação também pode

ser baseada estabelecendo-se uma relação percentual da alteração perfusional onde, utilizando o modelo de 17 segmentos, o escore máximo de defeito perfusional é de 68, que corresponde a 100% da área do ventrículo esquerdo. Deste modo, cada unidade de pontuação corresponde a uma alteração perfusional de aproximadamente 1,47 % de área miocárdica<sup>22</sup>.

São considerados pacientes de baixo risco aqueles que apresentam pontuação ao estresse de até três unidades ou alteração menor que 5% da área miocárdica<sup>22</sup>. Defeitos perfusionais ao estresse da ordem de 5% a 9 % são considerados de grau discreto, de 10% a 14% de grau moderado e acima de 15% de grau acentuado<sup>23</sup>. Estas medidas quantitativas podem ser baseadas na interpretação visual de observadores médicos ou podem ser realizadas de modo automático por programas computacionais.

Na quantificação automática da perfusão e na avaliação da função ventricular, existem vários programas computacionais comercialmente disponíveis<sup>23,24,25,26,27</sup>, sendo que os algoritmos utilizados por cada programa diferem entre si, o que resulta em valores de parâmetros funcionais não intercambiáveis. Um dos programas mais comumente utilizados é o “Quantitative Gated SPECT” (QGS – “Cedars-Sinai Medical Center”) onde o limite inferior da FEVE é de 45 % para a população geral sem distinção por sexo, 43 % para a população específica do sexo masculino e 51 % para a população do sexo feminino. Os limites superiores do VDF são 120 ml para a população geral, 149 ml para a população do sexo masculino e 102 ml para a população do sexo feminino. Os limites

superiores do VSF são 70 ml para a população geral, 75 ml para a população do sexo masculino e 46 ml para a população do sexo feminino<sup>23</sup>.

Este mesmo programa computacional<sup>5</sup> pontua de modo automático a motilidade miocárdica por segmentos numa escala de 0 a 5 onde 0 representa motilidade normal, 1 hipomotilidade discreta, 2 hipomotilidade moderada, 3 hipomotilidade acentuada, 4 acinesia e 5 discinesia. A somatória da pontuação é expressa pela sigla SMS (do inglês “stress motion score” – escore de motilidade do estresse). A pontuação do espessamento regional miocárdico é obtida também de modo automático, utilizando uma escala de 0 a 3 onde 0 expressa espessamento normal, 1 redução discreta ou moderada no espessamento, 2 redução acentuada e 3 ausência de espessamento. A somatória da pontuação é expressa pela sigla STS (do inglês “stress thickening score” - escore de espessamento do estresse).

#### **1.4 Limitações da cintilografia de perfusão do miocárdio**

As câmaras de cintilação apresentam resolução espacial limitada e vários fatores podem contribuir na degradação das imagens cintilográficas, como a presença de estruturas ou tecidos produzindo atenuação, fótons resultantes de espalhamento ou mesmo presença de ruído.

A acurácia do estudo muitas vezes pode estar reduzida devido à presença de artefatos<sup>28</sup>. Artefatos podem ser decorrentes de: falhas no equipamento, erros na reconstrução e processamento das imagens, falhas no preparo do radiofármaco ou relacionadas ao próprio paciente. Nesta

ultima causa, destacam-se os artefatos de atenuação e os artefatos de movimento.

A vizinhança de estruturas extracardíacas com alta intensidade de concentração do radiofármaco como o fígado ou alças intestinais pode interferir na interpretação de alterações na parede inferior do ventrículo esquerdo<sup>29</sup>. Em mais de 40 % de pacientes do sexo feminino o tecido mamário leva a atenuação das paredes ântero-septal e anterior, muitas vezes estendendo-se até as porções apical e lateral do ventrículo esquerdo, dependendo do volume e da densidade do tecido mamário. Em pacientes do sexo masculino ocorre atenuação da parede inferior do ventrículo esquerdo pelo diafragma em mais de 25 % dos estudos. Em pacientes obesos, o volume abdominal aumentado leva a um aumento da atenuação na parede inferior e o depósito adiposo na face lateral do tórax produz atenuação da parede lateral do ventrículo esquerdo<sup>30</sup>.

A presença do membro superior esquerdo adjacente ao tórax pode também provocar atenuação. Por outro lado, um princípio básico do estudo cintilográfico dita que a melhor resolução é obtida com o máximo de aproximação do detector ao órgão alvo. Por este motivo, na cintilografia da perfusão do miocárdio preconizou-se que para a aquisição das imagens, o paciente estivesse em posição de decúbito dorsal horizontal com os braços elevados acima da cabeça, permitindo assim a maior aproximação do detector ao tórax e também evitando a atenuação causada pela interposição do membro superior esquerdo.

### **1.5 Posição convencional de aquisição: limitações e variações**

Ao longo destes anos, a posição do paciente durante a aquisição foi mantida de forma quase inquestionável<sup>31,32</sup>, e a vasta maioria das investigações que avaliaram a importância clínica da cintilografia de perfusão do miocárdio utilizaram a posição convencional. Porém, é comum que o desconforto gerado pela elevação dos braços resulte em movimentação do paciente durante o exame levando ao surgimento de artefatos na imagem. Os artefatos decorrentes da movimentação do paciente são causadores de resultados falso-positivos<sup>33</sup>.

A maioria dos pacientes com indicação para realização da cintilografia de perfusão do miocárdio apresenta idade superior a 50 anos, faixa etária de maior prevalência de artralgia de ombros. Na população geral, de 20 a 33 % dos indivíduos apresentam queixa de dor na região dos ombros<sup>34</sup>, queixa esta mais comum em mulheres do que homens e que aumenta progressivamente com a idade. A dor nos ombros pode ser primariamente decorrente de vários processos patológicos como síndrome do impacto (bursite), tendinite calcárea, osteoartrose, subluxação, ombro congelado e tumores, e freqüentemente pode haver limitação funcional importante associada à dor. A restrição e dor à mobilidade do ombro também podem ocorrer secundariamente a outras doenças como seqüela de acidentes vasculares cerebrais ou outros quadros neurológicos, após mastectomia radical, por doenças do colágeno, doenças vasculares, traumas, quadros infecciosos, doenças metabólicas e outras.

Portanto, é comum na rotina clínica de um laboratório de Medicina Nuclear a presença de pacientes apresentando limitação ou dor à movimentação dos ombros, que dificultam ou até impossibilitam o posicionamento adequado no momento da realização da cintilografia de perfusão do miocárdio.

Algumas formas alternativas quanto à posição do paciente durante a aquisição do estudo de perfusão do miocárdio foram estudadas.

A posição em decúbito ventral com os braços elevados pode ser utilizada para reduzir a atenuação diafragmática, porém, em alguns casos resulta num efeito paradoxal, com atenuação da parede ântero-septal<sup>35</sup>.

A aquisição tomográfica com o paciente em decúbito lateral direito também foi utilizada com o objetivo de reduzir a atenuação na parede inferior do ventrículo esquerdo<sup>36</sup>.

Monzen et al.<sup>37</sup> exploraram o uso de outra forma de posição, por eles denominada de posição de Monzen, que consiste na aquisição com membro superior esquerdo elevado e direito abaixado ao longo do corpo, em decúbito dorsal com uma leve inclinação à direita. Nesta posição, se observa uma maior separação entre coração e fígado, diminuindo a interferência da radiação decorrente da captação hepática na imagem cardíaca.

Em 1999, Cantinho et al.<sup>38</sup> reportaram em forma de resumo os resultados da avaliação cintilográfica de 11 pacientes adquiridos respectivamente com os membros superiores elevados e abaixados ao longo do corpo. Nesta comparação houve diferença no padrão de distribuição do radiofármaco (sestamibi-<sup>99m</sup>Tc) em todas as paredes do

ventrículo esquerdo, exceto na parede inferior, de acordo com a posição do membro e estas diferenças persistiram mesmo utilizando-se correção de atenuação.

Também em 1999, Toma et al.<sup>39</sup> publicaram pesquisa comparando cintilografias de perfusão do miocárdio adquiridas com braços elevados e com os braços abaixados ao longo do corpo. Neste estudo os achados das cintilografias de nas duas posições apresentaram excelente concordância (95%, kappa=0,84, p<0,001) e os autores concluíram que o posicionamento elevado ou abaixado dos membros superiores não interfere no resultado da cintilografia de perfusão do miocárdio com sestamibi-<sup>99m</sup>Tc.

Em 2000, Prvulovich et al.<sup>40</sup> avaliaram o uso da correção de atenuação com mapa de transmissão de gadolínio-153 na aquisição da cintilografia de perfusão miocárdica adquirida com os membros superiores abaixados. Neste estudo foi avaliado o padrão perfusional, com e sem correção de atenuação, apenas da etapa de redistribuição de 28 pacientes, adquirida com cloreto de tálio-201 nas duas posições de braços. Estes autores demonstraram que na imagem com membros superiores abaixados e sem correção de atenuação há aparente menor concentração relativa do radiofármaco na maior parte dos segmentos miocárdicos, em especial nas regiões ântero-laterais, em comparação com a imagem adquirida com membros elevados. Nesta população, a aplicação da correção de atenuação nas imagens com membros superiores abaixados foi considerada de menor qualidade em 38 % dos pacientes e a correção não se mostrou satisfatória em 10 % dos pacientes, em especial na parede lateral.

Os achados destes poucos estudos se revelaram contraditórios, sendo que todos foram realizados com amostras pequenas e com radiofármacos (sestamibi-<sup>99m</sup>Tc e cloreto de tálio-201) de diferentes características físicas e, portanto com potencial de atenuação diferente. Em nenhum destes estudos foi analisada a reprodutibilidade da avaliação funcional do ventrículo esquerdo através do Gated –SPECT nas duas posições de membros.

Vários serviços de Medicina Nuclear em nosso meio se sentem autorizados a optar pelo posicionamento com os braços abaixados quando necessário, muito embora não se tenha até o presente momento uma conclusão definitiva sobre a influência da posição dos membros superiores nos resultados da cintilografia de perfusão do miocárdio. Fazem-se necessários mais estudos que determinem se a posição dos membros superiores interfere nos resultados da avaliação perfusional e funcional da cintilografia do miocárdio.

## **2. OBJETIVOS**

Verificar se na aquisição da cintilografia tomográfica de perfusão do miocárdio a posição do paciente com os membros superiores abaixados, (T - posição em teste) apresenta os mesmos resultados que os obtidos pela aquisição com os membros superiores elevados (C – posição convencional); tanto em termos de alterações perfusionais segmentares como em relação aos parâmetros funcionais.

Determinar a possibilidade ou não de utilizar, na rotina clínica, a posição com os membros superiores abaixados, como alternativa de posicionamento, no estudo da perfusão do miocárdio.

### **3. MÉTODOS**

#### **3.1 Casuística**

A pesquisa prospectiva foi realizada com pacientes que se apresentaram no Laboratório de Medicina Nuclear e Imagem Molecular do Instituto do Coração do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, para realização do estudo de perfusão do miocárdio, no período de agosto de 2004 a maio de 2007.

Foram estudados 120 pacientes selecionados de modo aleatório. Todos os pacientes participaram voluntariamente do projeto de pesquisa, aprovado pela Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa (CAPPesq) do Hospital das Clínicas e da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (Protocolo de Pesquisa nº 399/04) e ratificaram sua concordância através da assinatura do termo de Consentimento Livre e Esclarecimento, segundo as recomendações da Resolução nº196 de 10 de outubro de 1996 do Conselho Nacional de Saúde.

Foi realizada a medida da circunferência do tórax em centímetros (cm) ao nível do plano dos mamilos com dos braços elevados (circunferência torácica sem braços) e com os braços abaixados (circunferência torácica com braços).

Dividindo-se o peso de cada paciente pelo quadrado da altura foi calculado o índice de massa corpórea (IMC).

Todos os pacientes, ao final do estudo, foram submetidos a um questionário em que manifestaram sua opinião quanto ao conforto ou

desconforto, queixa de dor e preferência em relação à posição dos braços durante a realização do exame.

As características clínicas da população estudada estão apresentadas na Tabela 1

**Tabela 1** - Características clínicas da população estudada expressa em valores médios com desvio padrão ou em frequência percentual.

	População (n=120)
Sexo masculino (%)	69,2 %
Idade (anos) [média±dp (mínimo-máximo)]	59,36 ± 11,36 (36-82)
Peso (kg) [média±dp (mínimo-máximo)]	72,8 ± 14 (32-120)
Altura (m) [média±dp (mínimo-máximo)]	1,65 ± 0,09 (1,44-1,98)
IMC (kg/m <sup>2</sup> ) (média±dp)	26,54 ± 3,75
Circunferência torácica sem braços (cm) (média±dp)	100,3 ± 9,2
Circunferência torácica com braços (cm) (média±dp)	120 ± 9,8
Angina (%)	34
HAS (%)	39
DM (%)	10
ICO (%)	49
IAM (%)	30
ATC (%)	19
RM (%)	33

dp (desvio padrão), HAS (hipertensão arterial sistêmica), DM (diabetes mellitus), ICO (insuficiência coronária crônica), IAM (infarto agudo do miocárdico), ATC (angioplastia coronária), RM (revascularização miocárdica)

### 3.2 Aquisição e processamento dos estudos

Os exames foram realizados com 2-metoxi-isobutil-isonitrila-<sup>99m</sup>Tc (sestamibi-<sup>99m</sup>Tc, Cardiolite®, Bristol-Myers Squibb Medical Imaging) utilizando-se protocolo de um dia (repouso-estresse). A dose administrada ao repouso foi de 370 MBq e a dose do estresse de 1110 MBq; e as imagens foram adquiridas 30 a 90 min após administração intravenosa do radiofármaco.

Três modelos distintos de equipamento foram usados na aquisição dos 120 estudos, sendo todos os sistemas de dois detectores em ângulo reto equipados com colimadores de alta resolução. No equipamento Sophy camera-DST (GE Medical Systems) foram realizados 37 estudos, no sistema Cardio-MD (Adac-Phillips) foram realizados 38 estudos e no sistema Forte (Adac-Phillips) foram realizados 45 estudos. Em todos os equipamentos foram adquiridas 64 imagens das projeções do tórax ao longo de um arco de 180°, desde a projeção oblíqua anterior direita de 45° até a projeção oblíqua posterior esquerda de 45°, com os seguintes parâmetros: janela do potenciômetro centrada na voltagem de 140 keV, com abertura de 15 % da voltagem fotopico e matriz de 64X64 pixels.

Na etapa de repouso o tempo de aquisição foi de 25 s por projeção e na etapa de estresse 30 s por projeção, sendo que na etapa de estresse a aquisição foi feita no modo sincronizado com o ECG (gated-SPECT) com oito intervalos por ciclo cardíaco e janela de aceitação para variação de até 20 % do intervalo R-R do ECG.

A modalidade de estresse utilizada seguiu a indicação dos médicos clínicos solicitantes sendo: 64 de estresse físico (teste ergométrico), 55 de estresse com dipiridamol ou adenosina e uma de estresse com dobutamina. No caso de teste ergométrico foi utilizado o protocolo de Ellestad, no caso de estresse com dipiridamol foram infundidos 0,56 mg/kg em 4 min, no estresse com adenosina 140  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$  em 6 min e no caso de estresse com dobutamina doses progressivas até um máximo de 40  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ .

O posicionamento convencional (C), com o paciente em decúbito dorsal com os membros superiores elevados (Figura 1, Parte A), foi utilizado como referência na comparação com posicionamento teste (T), com o paciente em decúbito dorsal com os membros superiores abaixados ao longo do corpo (Figura 1, parte B). Tanto na etapa de repouso como na de estresse, primeiramente foi realizada a aquisição C e na seqüência a aquisição na posição T, em todos os pacientes.

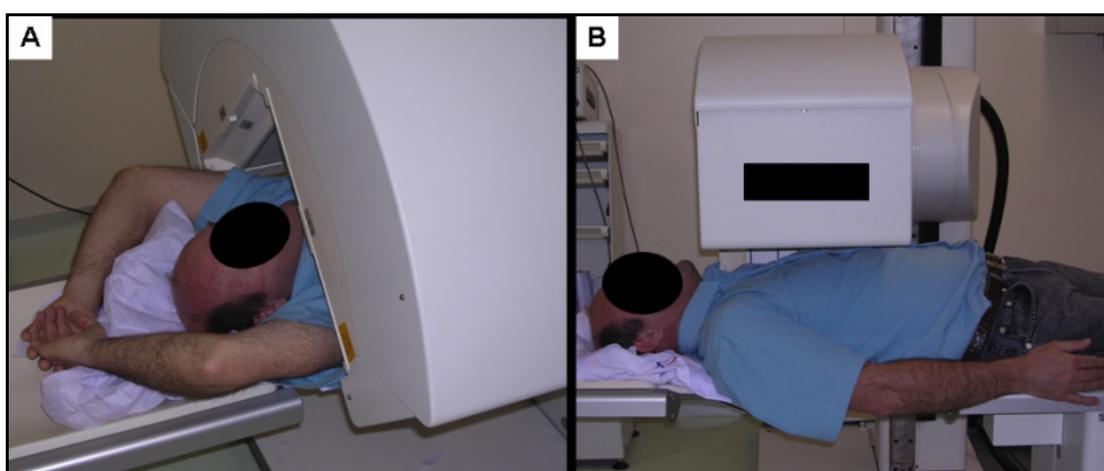


Figura 1. Parte A ilustra o posicionamento convencional (C), com o paciente em decúbito dorsal com os membros superiores elevados. Parte B ilustra o posicionamento teste (T), com o paciente em decúbito dorsal com os membros superiores abaixados ao longo do corpo.

A reconstrução das imagens foi efetuada nos sistemas operacionais Pegasys 4.2 (ADAC-Philips), Pegasys 5.0 (ADAC-Philips) ou Vision PowerStation (GE Medical Systems), utilizando-se o método iterativo (OSEM) com quatro iterações, tendo como ponto de partida imagem de retroprojeção filtrada (FBP). Os estudos perfusionais foram documentados seguindo os planos de orientação convencional: eixo menor, eixo longo horizontal e eixo longo vertical.

Utilizando o programa computacional “Quantitative Gated SPECT” (QGS “Cedars-Sinai Medical Center”)<sup>2</sup> foi feito o processamento do estudo sincronizado com o ECG (“Gated –SPECT”) e obtidos os valores dos parâmetros funcionais de fração de ejeção do ventrículo esquerdo (FEVE), volume diastólico final (VDF) e volume sistólico final (VSF). A motilidade segmentar das paredes do ventrículo esquerdo e o espessamento miocárdico foram avaliados em 77 pacientes, usando o SMS (do inglês “stress motion score”) e o STS (do inglês “stress thickening score”) definidos automaticamente pelo programa computacional “Quantitative Gated SPECT”<sup>5</sup> na versão de 20 segmentos.

### **3.3 Interpretação visual da perfusão miocárdica**

Todas as imagens de aquisição foram avaliadas quanto à qualidade técnica e à presença ou não de algum grau de movimentação do paciente durante o exame.

Um total de sete médicos nucleares experientes participou da pesquisa. Cada um dos estudos foi analisado visualmente por três destes observadores independentemente. Os resultados da análise comparativa das etapas de repouso e estresse das condições C e T foram baseados na interpretação visual de um destes observadores.

A interpretação dos estudos foi feita pelo sistema de segmentação do miocárdio e de escores, detalhado na Introdução. Foi utilizada a representação paramétrica e o modelo de segmentação do miocárdio em 17 segmentos<sup>21</sup> (Figura 2). Cada segmento foi pontuado segundo o seu grau de captação onde: 0 corresponde à captação normal ou alteração não significativa, 1 hipocaptação discreta, 2 hipocaptação moderada, 3 hipocaptação acentuada e 4 ausência de captação.

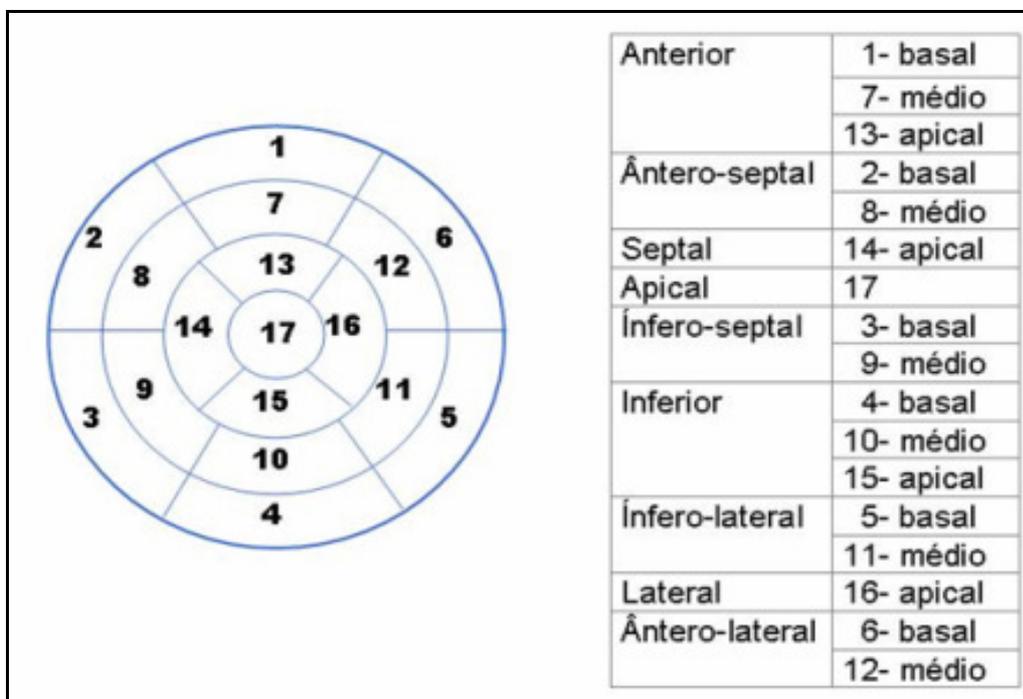


Figura 2. Modelo de segmentação miocárdica adotado segundo recomendação do “Cardiac Imaging Committee of the Council on Clinical Cardiology of the American Heart Association”<sup>17</sup>.

A partir da somatória das pontuações da etapa de estresse obteve-se o “summed stress score” (SSS) e da etapa de repouso o “summed rest score” (SRS). O volume percentual da alteração perfusional foi determinado estabelecendo-se uma relação onde o escore máximo de 68 corresponde a 100% de déficit de perfusão do ventrículo esquerdo. Assim, cada unidade de pontuação do SSS e SRS correspondem a 1,47 % de área miocárdica do ventrículo esquerdo hipoperfundida.

Os escores de cada etapa da condição T foram comparados com os escores da etapa correspondente da condição C baseados no total dos 2.040 segmentos miocárdicos e regionalmente segmento a segmento.

A correlação dos valores de SSS e SRS das condições C e T foi estabelecida, dividindo-se a população de 120 pacientes segundo dois critérios: 1) normais ou anormais e 2) de baixo risco ou de maior risco. Pelo primeiro critério, foram considerados estudos normais aqueles com  $SSS=0$  e anormais aqueles com  $SSS \geq 1$  na condição C. Pelo segundo critério, foram considerados de baixo risco os pacientes com  $SSS \leq 3$  e considerados de maior risco os pacientes com  $SSS > 3$  na condição C.

Na etapa de estresse da condição C, os pacientes foram classificados em faixas de risco onde se consideraram estudos não alterados ou minimamente alterados aqueles com defeitos perfusionais menores que 5% da área miocárdica. Defeitos perfusionais ao estresse da ordem de 5% a 9 % foram considerados de grau discreto, de 10% a 14% de grau moderado e acima de 15% de grau acentuado<sup>23</sup>.

### 3.4 Análise Estatística<sup>41</sup>

As variáveis quantitativas numéricas ou percentuais (FEVE, VDF, VSF, SMS e STS) foram apresentadas descritivamente em tabelas contendo média, desvio padrão, valores mínimos e máximos.

A associação entre as variáveis classificatórias foi verificada com o teste qui-quadrado ou teste da razão de verossimilhança ou teste exato de Fisher.

As médias das variáveis com distribuição normal foram comparadas pelo teste t de Student.

As condições C e T foram comparadas pelo teste t de Student pareado ou teste dos sinais de Wilcoxon ou teste de McNemar.

Calculou-se o coeficiente de correlação de Spearman (Rho) entre as condições C e T das variáveis SSS e SRS. As distribuições entre estas condições foram comparadas pelo teste dos sinais de Wilcoxon.

Os valores de  $p < 0,05$  foram considerados estatisticamente significantes.

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Aspectos gerais

A aquisição T pôde ser realizada em todos os pacientes da amostra. Observou-se um incremento na circunferência torácica da ordem de 20% na mensuração com o membro inferior abaixado, mas que não gerou dificuldades técnicas no momento da aquisição em nenhum dos três tipos de equipamento utilizados.

À inspeção geral dos 120 estudos de perfusão do miocárdio realizados, na aquisição T observou-se a presença de material radioativo na prega cubital esquerda por extravasamento vascular no momento da administração venosa em cinco casos (4,2%). Um exemplo desta situação está retratado na Figura 3.

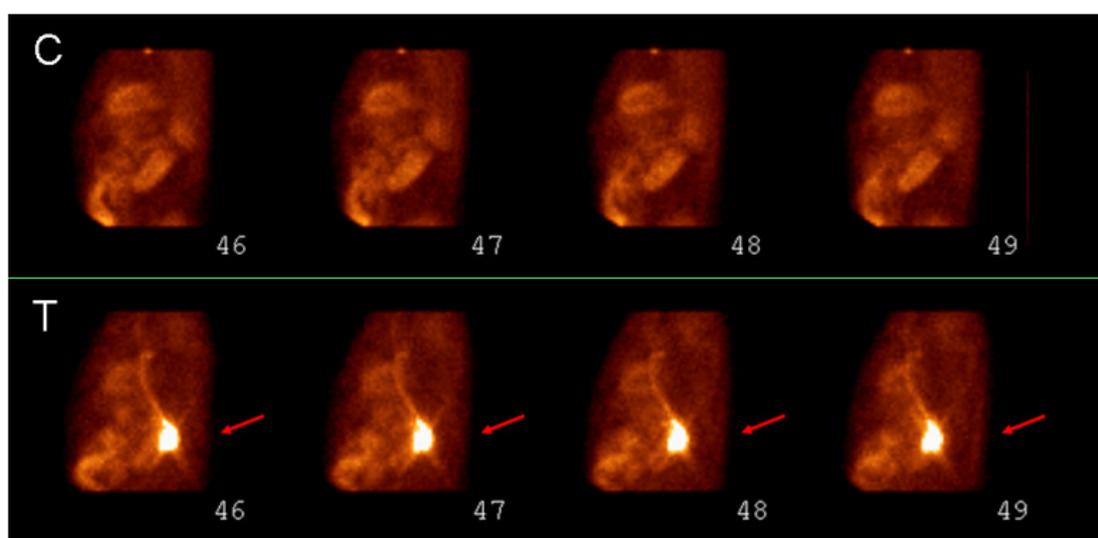


Figura 3. Na linha superior, observam-se algumas projeções da aquisição com membros superiores elevados (C). Na linha inferior, observa-se a seqüência correspondente na aquisição (T). As setas vermelhas indicam presença de material radioativo decorrente de extravasamento vascular no momento da administração venosa.

Em 17 estudos (14,2%) notou-se modificação da forma habitual do ventrículo esquerdo na região apical, que se apresentou mais pontiaguda ou deformada e com aspecto descontínuo na aquisição T. Este achado está ilustrado na Figura 4.

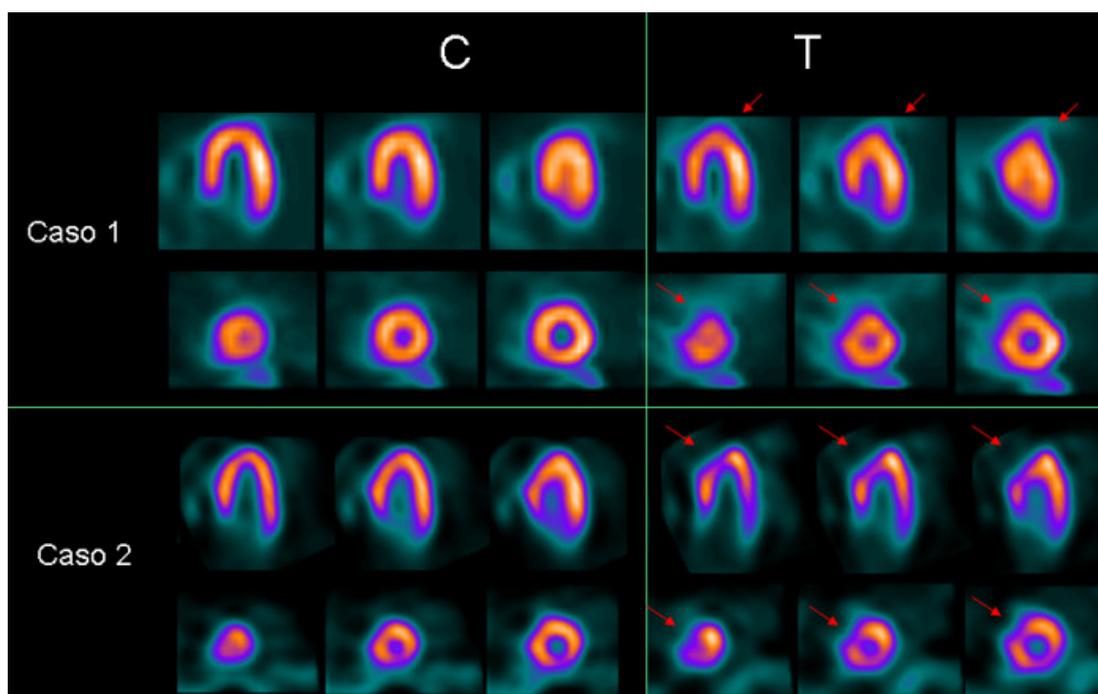


Figura 4. Casos 1 e 2 onde na aquisição com membros superiores elevados (C) a morfologia do ventrículo esquerdo encontra-se preservada. Já na aquisição com membro superior abaixado (T), a região apical do ventrículo esquerdo apresenta-se deformada, identificada pelas setas vermelhas.

Quanto ao conforto das formas de posicionamento, 53 pacientes (44,2 %) relataram preferência pelo modo C e 67 % (55,8%) pelo modo T. No modo C, 28 pacientes (23,3%) referiram algum grau de dor no membro superior ou no ombro contrastando com seis pacientes (5 %) no modo T.

Em relação à ocorrência de movimentação durante a aquisição, 26 (21,6 %) pacientes apresentaram algum grau de movimentação na aquisição

C e 20 (16,6%) pacientes apresentaram movimentação na aquisição T ( $p=0,325$ ; teste do qui-quadrado). Nos casos de movimentação excessiva, não passível de correção por algoritmo, os estudos foram readquiridos e foram analisados os dados da aquisição repetida.

#### **4.2 Análise visual semi-quantitativa da perfusão do miocárdio**

A análise visual semi-quantitativa da perfusão dos 17 segmentos de 120 estudos que totalizou 2.040 segmentos miocárdicos demonstrou diferenças significativas entre os achados da aquisição C e T na etapa de estresse ( $p= 0,0001$ ; teste dos sinais de Wilcoxon) e na etapa de repouso ( $p= 0,001$ ; teste dos sinais de Wilcoxon). Na etapa de estresse, observou-se uma diferença significativa no segmento inferior apical ( $p=0,02$ ; teste dos sinais de Wilcoxon).

Na divisão por grupos de acordo com aos achados da perfusão miocárdica na condição C, 63 foram considerados normais e 57 anormais. Nos estudos anormais, o volume médio dos defeitos perfusionais baseado no SSS ao estresse foi de  $14,80 \pm 11,33\%$  e ao repouso de  $12,44 \pm 10,80\%$ .

No grupo de pacientes considerados normais (SSS=0) não houve diferenças significativas entre os achados nas condições C e T, tanto ao estresse ( $p=0,25$ ) como ao repouso ( $p=1,00$ ). A Figura 5 ilustra um exemplo de paciente normal.

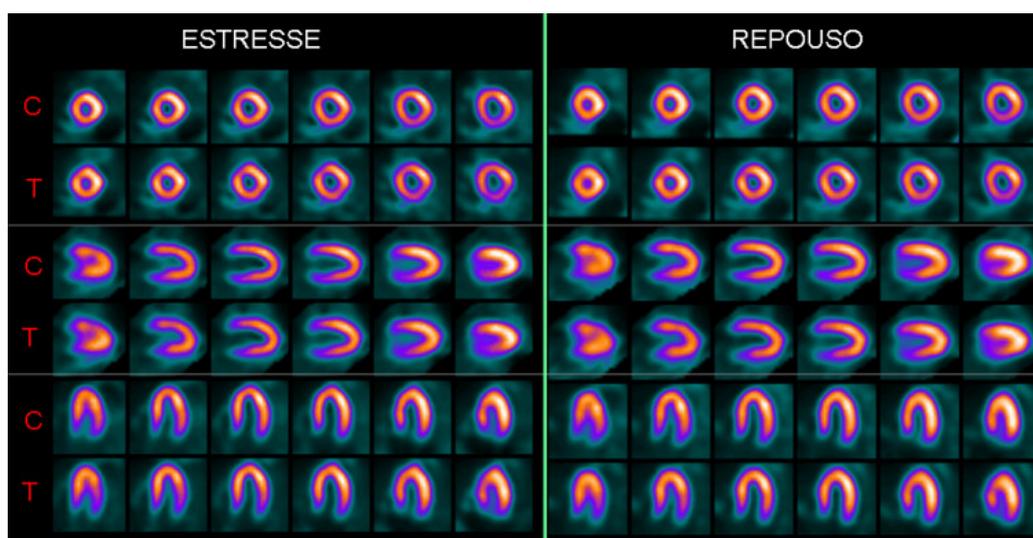


Figura 5. Exame normal. Na coluna da esquerda estão documentados os planos da reconstrução do estresse e na da direita os planos da reconstrução do repouso. Nas linhas pares estão as imagens da condição C de SSS=0 e SRS=0. Nas linhas ímpares estão as imagens da condição T de SSS=0 e SRS=0.

Nos pacientes anormais, as posições C e T apresentaram boa correlação dos valores de SSS ( $Rho=0,93$ ,  $p=0,0001$ ) e de SRS ( $Rho=0,92$ ,  $p=0,0001$ ). Entretanto, nas duas etapas os valores se mostraram não semelhantes ( $p<0,05$ ) (Figura 6).

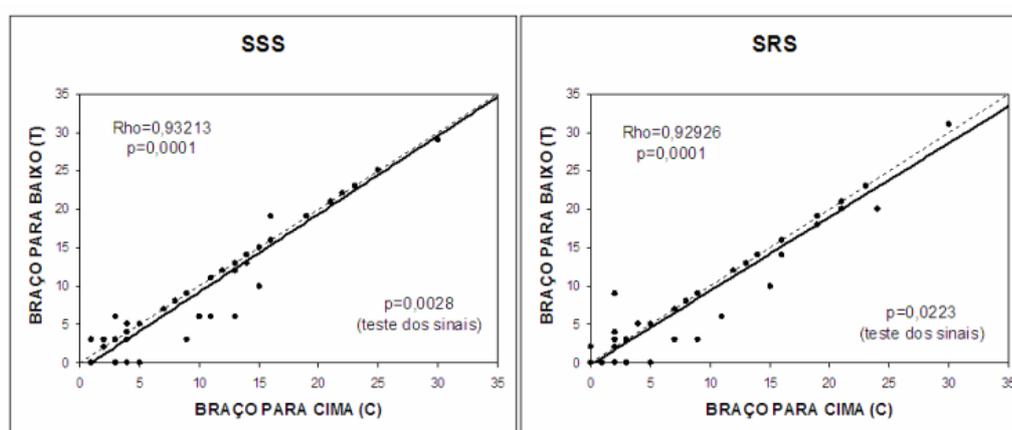


Figura 6. Observam-se os gráficos das correlações da somatória dos escores segmentares ao estresse (SSS) e ao repouso (SRS) entre as condições C e T do grupo de pacientes anormais.

Ao estresse, a média dos valores de SSS da aquisição T foi inferior à encontrada na aquisição C no grupo de pacientes anormais. Também ao repouso, a média dos valores de SRS da aquisição T foi inferior à encontrada na aquisição C nos pacientes classificados como anormais. Os valores de SSS e SRS do grupo de pacientes anormais estão apresentados na Tabela 2. A Figura 7 ilustra um caso de paciente anormal.

**Tabela 2** – Valores de SSS e SRS das condições C e T no grupo de pacientes anormais.

Variável	Posição dos braços	n	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo	p*
SSS	C	57	10,07	7,71	1	30	0,0028
	T	57	9,28	8,10	0	29	
SSR	C	57	8,46	7,35	0	30	0,0028
	T	57	7,89	7,34	0	31	

\*teste dos sinais de Wilcoxon

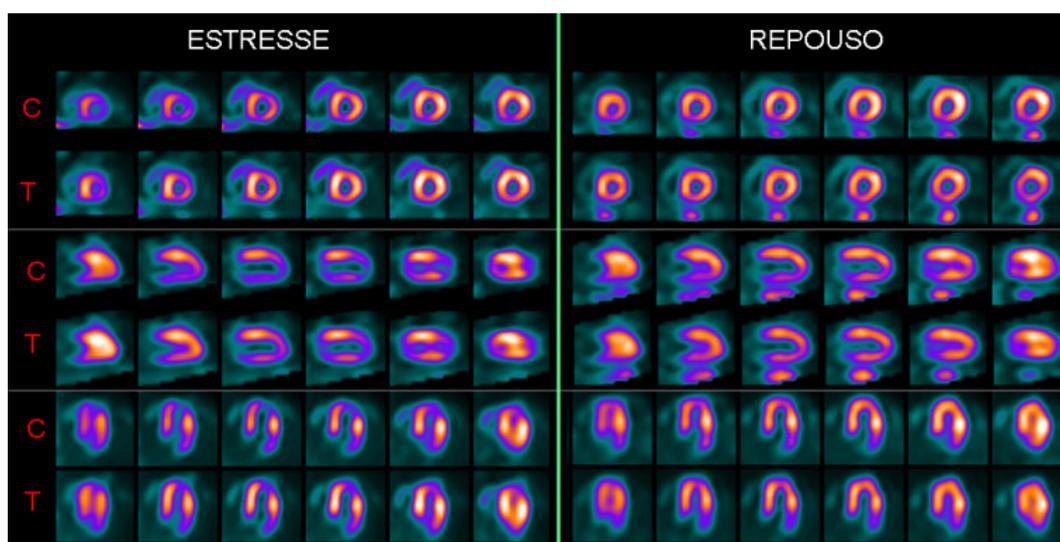


Figura 7. Exame anormal. Na coluna da esquerda estão documentados os planos da reconstrução de estresse e na da direita os planos da reconstrução do repouso. Nas linhas pares estão as imagens da condição C de SSS=16 e SRS=5. Nas linhas ímpares estão as imagens da condição T de SSS=11 e SRS=2.

Na divisão em grupos tendo em vista a estratificação de risco dos pacientes, 80 pacientes foram considerados de baixo risco e 40 foram considerados de maior risco na condição C. Nos pacientes de risco, a dimensão dos defeitos ao estresse variou de 6 a 44 % da área miocárdica (SSS de 4 a 30).

Nos pacientes classificados como de baixo risco ( $SSS \leq 3$ ) não houve diferenças significativas entre os achados nas condições C e T, tanto ao estresse ( $p=0,82$ ) como ao repouso ( $p=0,74$ )

Nos pacientes classificados como de maior risco, as posições C e T apresentaram boa correlação entre os valores de SSS ( $Rho=0,95$ ,  $p=0,0001$ ) e de SRS ( $Rho=0,96$   $p=0,0001$ ). Entretanto, nas duas etapas os valores se mostraram não semelhantes ( $p<0,05$ ) (Figura 8).

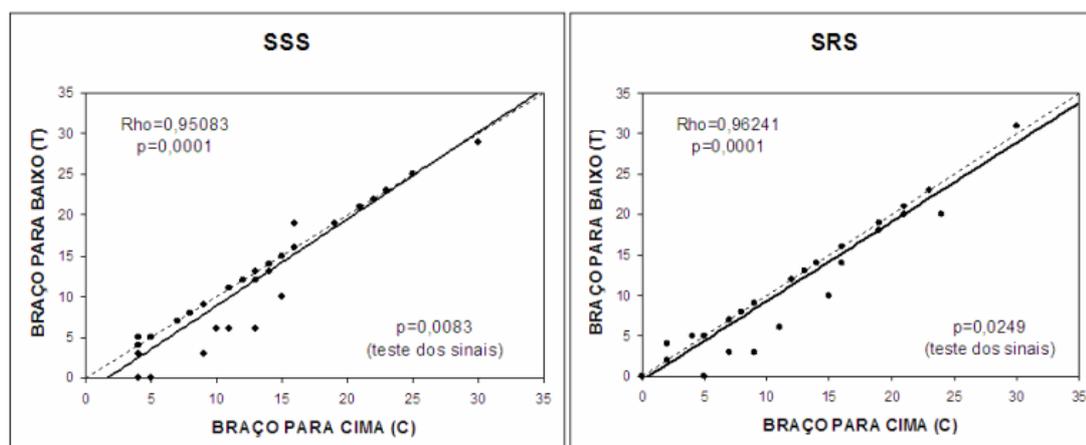


Figura 8. Observam-se os gráficos das correlações da somatória dos escores segmentares ao estresse (SSS) e ao repouso (SRS) entre as condições C e T do grupo de pacientes de risco.

Ao estresse, a média dos valores da aquisição T foi inferior à encontrada na aquisição C. Também ao repouso, a média dos valores da aquisição T foi inferior à encontrada na aquisição C. Os valores de SSS e SRS do grupo de pacientes de maior risco estão apresentados na Tabela 3. A Figura 9 ilustra um caso de paciente classificado no grupo de maior risco.

**Tabela 3** – Valores de SSS e SRS das condições C e T no grupo de pacientes de maior risco

Variável	Posição dos braços	n	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo	p*
SSS	C	40	13,43	6,81	4	30	0,0083
	T	40	12,53	7,54	0	29	
SSR	C	40	11,33	6,97	0	30	0,0249
	T	40	10,60	7,08	0	31	

\*teste dos sinais de Wilcoxon

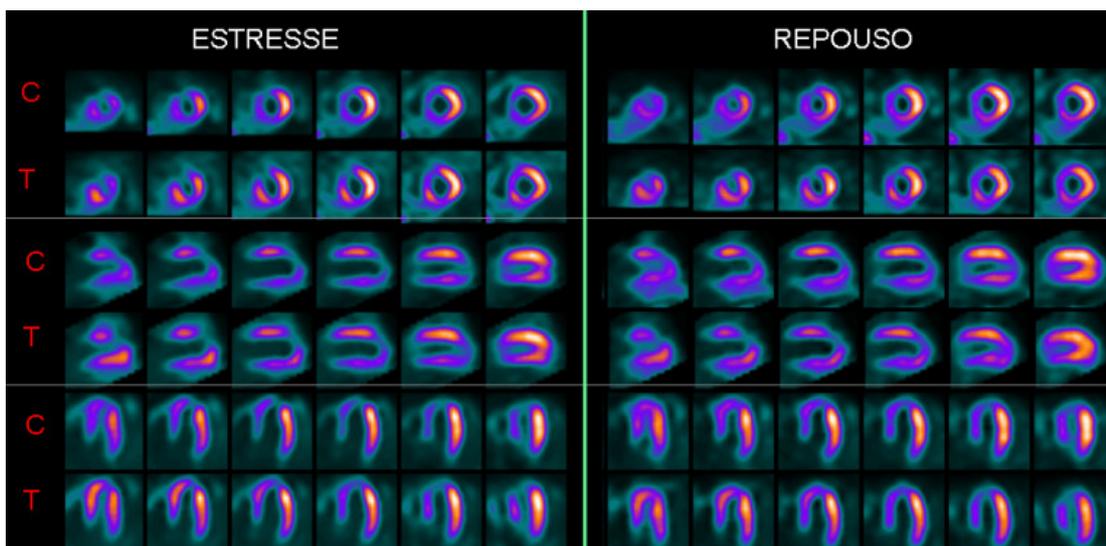


Figura 9. Exame de maior risco. Na coluna da esquerda estão os planos da reconstrução de estresse e na da direita os planos da reconstrução do repouso. Nas linhas pares estão as imagens da condição C de SSS=20 e SRS=14. Nas linhas ímpares estão as imagens da condição T de SSS=12 e SRS=09.

Compararam-se os resultados equivalentes ou diferentes de SSS das condições C e T de acordo com as características da amostra, como demonstrado na Tabela 4. Os resultados diferentes de SSS foram mais evidentes no sexo masculino. Os pacientes com SSS diferentes também apresentaram idade superior e maior IMC.

**Tabela 4** - Distribuição dos resultados equivalentes ou diferentes de SSS entre C e T, de acordo com o sexo, tipo de estresse, idade e índice de massa corpórea (IMC)

Variável	SSS				p	Teste
	diferente		equivalente			
Sexo						
FEMININO (n)	9	24,32%	28	75,68%	0,001	qui-quadrado
MASCULINO (n)	51	61,45%	32	38,55%		
Estresse						
ergométrico (n)	28	43,75%	36	56,25%	0,197	razão de verossimilhança
dipiridamol (n)	17	53,13%	15	46,88%		
adenosina (n)	15	65,22%	8	34,78%		
dobutamina (n)	0	0,00%	1	100,00%		
IDADE (anos)	61.80 ± 10.87		56.91 ± 11.40		0,018	t-Student
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	27.27 ± 3.76		25.76 ± 3.60		0,028	t-Student

Na avaliação por faixas de risco da condição C, 80 pacientes apresentaram estudos não alterados ou minimamente alterados, 17 pacientes apresentaram defeitos graduados como de grau discreto, 8 pacientes de grau moderado e 15 pacientes de grau acentuado. Confrontando estes resultados com os obtidos na aquisição T, observamos que em 26 pacientes (21,6%) houve redução do volume da alteração perfusional, sendo que em 14 pacientes (11,67%) houve modificação para menor na graduação da faixa de risco atribuída.

#### 4.2 Análise funcional quantitativa

Na população total, apenas dois pacientes apresentaram arritmia que impossibilitou a aquisição do modo sincronizado com o ECG. A Tabela 5

demonstra os valores dos parâmetros funcionais de FEVE, VDF, VSF, SMS e STS encontrados nas condições C e T.

**Tabela 5-** Valores dos parâmetros funcionais das condições C e T

Variável	Posição dos braços	n	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo	p*
FEVE (%)	C	118	54,53	14,03	18	81	0,0527
	T	118	53,93	14,45	17	83	
EDV (ml)	C	118	109,23	50,57	46	369	0,0001
	T	118	105,88	50,15	45	363	
ESV (ml)	C	118	55,27	45,18	9	303	0,0826
	T	118	54,37	44,59	8	299	
SMS	C	77	9,56	14,84	0	58	0,6334
	T	77	9,74	14,55	0	54	
STS	C	77	6,36	10,42	0	45	0,6332
	T	77	6,47	10,33	0	44	

\* teste t-Student pareado

Não se observaram diferenças significativas nas medidas de FEVE e VSF entre as duas posições e houve diferença significativa na medida do VDF ( $p=0,0001$ ).

Dos 118 estudos sincronizados com o ECG analisados, 95 apresentavam valores considerados normais para os limites estabelecidos de acordo com o sexo na posição C e 23 apresentaram valores anormais de FEVE. Houve boa correlação dos parâmetros funcionais de FEVE ( $p=0,26$ ; teste de McNemar), VDF ( $p=0,08$ ; teste de McNemar) e VSF ( $p=0,41$ ; teste

de McNemar) entre as aquisições nos modos C e T. Apenas sete pacientes (6 %) apresentaram valores normais de FEVE na condição C e anormais na T ou vice-versa. Somente três pacientes (2,5%) apresentaram valores normais de VDF no modo C e anormais no T ou vice-versa; e seis pacientes (5 %) apresentaram valores normais de VSF no C e anormais no T ou vice-versa. A figura 10 ilustra um caso de paciente anormal.

Não se observaram diferenças significativas nos valores de SMS e STS entre o modo C e o modo T.

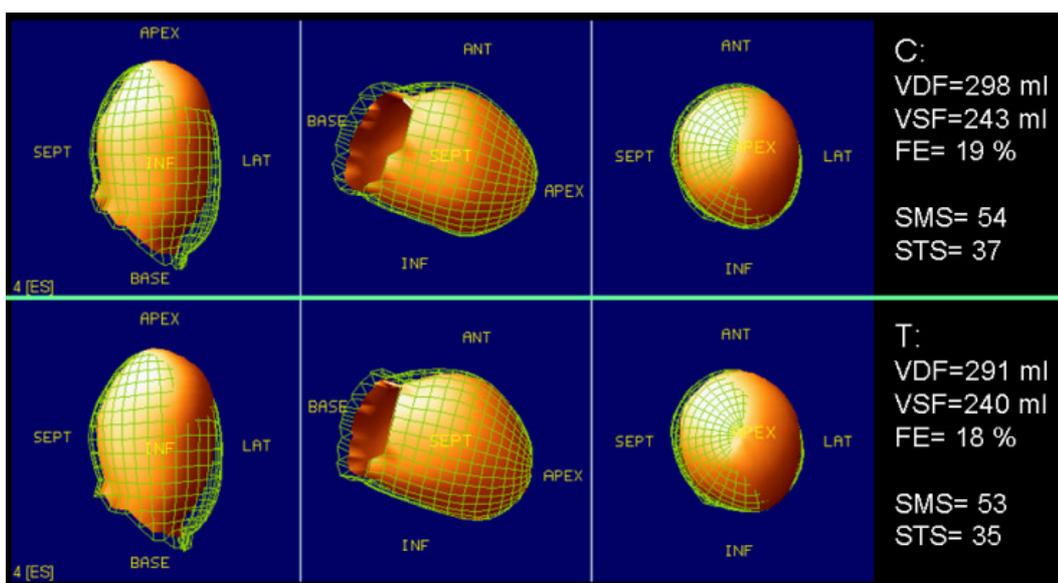


Figura 10. “Gated-SPECT” de um paciente anormal. Na parte superior ilustra-se a reconstrução tridimensional e os valores dos parâmetros funcionais da posição C e na parte inferior da posição T.

## 5. DISCUSSÃO

Apenas poucos estudos na literatura<sup>38,39,40</sup> discutem a influência da posição dos membros superiores nos resultados perfusionais da cintilografia do miocárdio. Nenhuma publicação até o momento relata a influência da posição dos membros na avaliação da função ventricular.

Os resultados obtidos demonstram que na cintilografia de perfusão do miocárdio embora a posição T seja um pouco mais confortável para os pacientes, resulte em menor movimentação durante a aquisição e em menor queixa dolorosa; há diferenças nos achados perfusionais e funcionais quando se utiliza este posicionamento, se comparados com os obtidos para a posição C.

Nos estudos normais e nos indicativos de baixo risco, onde a perfusão do miocárdio se apresenta homogênea ou minimamente heterogênea, a posição dos membros superiores parece não comprometer a interpretação. Em contrapartida, nos estudos anormais e nos indicativos de risco, onde a distribuição do radiofármaco no miocárdio se faz de modo heterogêneo, a presença do membro superior esquerdo, sobrepondo-se ao campo de aquisição e aumentando a distância do detector em relação ao coração, parece comprometer o padrão perfusional e alterar os resultados da cintilografia.

Em relação aos dados funcionais de FEVE, VSF, SMS e STS, que foram obtidos de modo automático utilizando o “Quantitative Gated SPECT”,

os valores de C e T mostraram boa correlação. Entretanto, a posição dos membros superiores parece comprometer a avaliação do VDF.

Modificações fisiológicas e anatômicas, bem como questões físicas e técnicas podem explicar os resultados obtidos.

Aparentemente as diferenças observadas não apresentam relação dose-dependente. Como em nosso estudo utilizamos protocolo de um dia (repouso-estresse), poderíamos supor que as diferenças pudessem comprometer preferencialmente a etapa de repouso, que é realizada com menor dose; o que não ocorreu. As diferenças foram observadas tanto ao estresse como ao repouso.

É sabido que a atenuação provocada pelo tecido mamário nas mulheres, pelo diafragma nos homens e pelo aumento do tecido adiposo em obesos pode dificultar a interpretação do estudo perfusional. Do mesmo modo, a presença do membro superior esquerdo se interpondo entre o detector e o tórax produz atenuação na imagem cintilográfica. Portanto, seria de se supor que o fator atenuação apresentasse um papel importante nos resultados da imagem cintilográfica adquirida com os membros superiores abaixados. Habitualmente, a atenuação provocada por estas estruturas se caracteriza como regiões com aparente hipocaptação do radiofármaco. Se a atenuação causada pelo membro superior fosse um fator significativo, teríamos observado uma tendência à superestimação das alterações perfusionais e não subestimação como foi constatado. Por outro lado, esperaríamos diferenças presentes em toda a população, não somente em grupos específicos.

Nas câmaras de cintilação, a melhor resolução espacial do sistema é obtida junto à superfície do cristal. Deste modo, na aquisição tomográfica, o aumento na distância entre o detector e o coração pode resultar em diminuição da resolução espacial e perda no detalhamento fino da imagem. Em nossa população, a circunferência torácica medida com os membros superiores abaixados foi cerca de 20 % maior do que a medida com os membros superiores elevados. A presença do membro superior em posição anatômica leva a um aumento no raio da órbita da aquisição tomográfica e conseqüentemente da distância alvo-detector, com perda da resolução espacial da imagem. Na aquisição das imagens de nossa pesquisa utilizamos órbita elíptica, que em tese minimizaria o efeito da perda de resolução relacionada à distância. Porém, o fator distância pode em parte explicar as diferenças observadas entre C e T, em especial nos grupos alterados, onde o detalhamento fino é mais importante.

O estudo tomográfico da perfusão do miocárdio é realizado por meio da obtenção de uma seqüência de projeções ao redor do tórax. As projeções tangentes a um determinado segmento do ventrículo esquerdo são de importância primária na definição da forma e na distribuição das contagens que este segmento apresentará nas imagens reconstruídas. Abufadel et al.<sup>42</sup> demonstraram que há uma significativa perda nas contagens radioativas da região apical do ventrículo esquerdo, em comparação aos outros segmentos miocárdicos. Isto cria um aspecto borrado nas projeções da região apical do ventrículo esquerdo, e este fenômeno se torna mais expressivo quanto mais elíptica é a órbita utilizada. Estas observações de

Abufadel et al.<sup>42</sup> vão de encontro aos achados observados em nossa pesquisa, onde se constatou modificação na forma habitual da região apical do ventrículo esquerdo, que se apresentou mais pontiaguda ou deformada e com aspecto descontínuo em 14,2% dos estudos na aquisição T.

Por outro lado, modificações anatômicas e variações fisiológicas decorrentes da modificação postural também podem estar justificando nossos achados.

Várias modificações hemodinâmicas e metabólicas ocorrem durante modificações posturais mediadas pela ação da gravidade e por compressão. Jones et al.<sup>43</sup> discutem que a posição do corpo afeta o volume do coração ou de seus compartimentos, altera a complacência das paredes cardíacas, modifica a posição do coração dentro do tórax e o seu eixo de rotação, varia o padrão de distensão abdominal e altera o volume da caixa torácica.

Alguns estudos comparam as alterações anatômico-funcionais decorrentes da modificação do decúbito entre ventral e dorsal. Pump et al.<sup>44</sup> demonstraram que em decúbito ventral ocorre redução do volume sistólico, aumento na atividade nervosa simpática, aumento na frequência cardíaca e aumento na resistência vascular periférica. Modificações na localização do coração dentro do tórax também ocorrem em consequência da mudança de decúbito. Chino et al.<sup>45</sup> utilizando a tomografia computadorizada de tórax e a ressonância nuclear magnética observaram que a parte superior e lateral do coração se encontram mais anteriores em decúbito ventral em comparação à posição em decúbito dorsal. Jeanguillaume et al.<sup>46</sup> demonstraram que na cintilografia de perfusão do miocárdio a mudança de decúbito leva a uma

mudança no eixo de orientação do coração, mudança esta que se correlaciona com aparentes diferenças na atividade das paredes miocárdicas.

Com relação à posição dos membros superiores, Mckeough et al.<sup>47</sup> observaram que a posição elevada dos membros superiores faz com que o tórax assumira uma posição insuflada. Se comparada à posição com membros superiores abaixados, a posição com membros superiores elevados aumenta a capacidade residual funcional e reduz a capacidade inspiratória, significativamente. A redução na capacidade inspiratória deve-se, em grande parte, ao fato de o tórax já se encontrar em uma posição inspiratória, portanto com menor possibilidade de expansão. A redução na capacidade inspiratória pode também ser decorrente do estiramento da musculatura dorsal que ocorre com a elevação dos membros superiores que estando numa situação de maior tensão, impede a completa expansão da caixa torácica.

Portanto, em função da posição dos membros superiores ocorrem modificações no padrão respiratório e na posição do coração dentro da caixa torácica. Estas mudanças provavelmente causam modificações no padrão habitualmente observado de atenuação, resultando em aparentes diferenças na captação das paredes cardíacas.

Além disto, as modificações no padrão respiratório e na posição do coração dentro da caixa torácica adicionadas às suas possíveis repercussões hemodinâmicas, como variações da frequência cardíaca,

freqüência respiratória, pressão arterial e retorno venoso, podem justificar a diferença entre C e T observada na medida do VDF.

Vários autores<sup>48,49,50,51</sup> destacam a alta reprodutibilidade em medidas seriadas dos valores de FEVE, VSF e VDF pelo Gated-SPECT usando sestamibi-<sup>99m</sup>Tc. Alguns fatores podem interferir nos cálculos dos parâmetros funcionais utilizando o “Quantitative Gated SPECT” como dose administrada, tempo de aquisição, parâmetros de aquisição e reconstrução, número de intervalos usados na sincronização com o eletrocardiograma, presença de captação extracardíaca, sexo, presença de grandes defeitos perfusionais, presença de corações pequenos e presença de arritmias cardíacas<sup>52,53</sup>.

Berman et al.<sup>54</sup> e Schaefer et al.<sup>55</sup> testaram o efeito da aquisição em decúbito ventral, popularmente conhecida como aquisição em prono, na avaliação da função ventricular usando o “Quantitative Gated SPECT”. A pesquisa de Berman et al.<sup>54</sup> encontrou alta correlação dos valores de FEVE entre as duas formas de decúbito, e correlação relativa entre os valores de VDF e VSF. Schaefer et al.<sup>55</sup> observaram que entre as formas de decúbito, houve diferenças nas medidas do VDF e da freqüência cardíaca e diferenças não significativas nas medidas de FEVE e VSF. Muito embora nossa pesquisa não se baseie em diferenças de decúbito, mas em diferenças de posição dos membros superiores num mesmo decúbito, nossos achados foram similares aos observados por Schaefer et al.<sup>55</sup>, sugerindo que aparentemente o VDF é mais susceptível a variações em aquisições seriadas.

A fim de evitar que possíveis variações temporais dos parâmetros hemodinâmicos interferissem nos resultados das medidas funcionais obtidas através do gated-SPECT, as aquisições C e T foram realizadas em seqüência imediata, sem intervalos entre uma e outra. Por outro lado, a manipulação dos pacientes durante as aquisições poderia resultar em movimentação e conseqüente surgimento de artefatos. Assim, infelizmente, em nossa pesquisa não foram computados os dados referentes à freqüência cardíaca, pressão arterial sistêmica e freqüência respiratória durante as aquisições C e T.

Nossa pesquisa também observou boa correlação entre C e T na avaliação da motilidade ( $r=0,96$ ) e do espessamento ( $r=0,960$ ) miocárdicos avaliados através das medidas automáticas de SMS e STS respectivamente. Uma limitação do estudo foi a não quantificação visual de motilidade e espessamento por observadores, sendo usado apenas o modo automático dado pelo "Quantitative Gated SPECT". Esta opção levou em consideração que o programa computacional automático se encontra bem validado na literatura<sup>5,56,57</sup>.

Em comparação com outras pesquisas que abordaram a influência da posição dos membros superiores nos resultados da cintilografia de perfusão do miocárdio, nossa pesquisa tem o mérito de ter utilizado uma amostra maior e com maior número de exames alterados. Além disso, nosso estudo realizou uma comparação com maior detalhamento, pois levou em consideração o volume (intensidade e extensão) dos defeitos perfusionais.

O estudo de Toma et al.<sup>39</sup> encontrou resultados divergentes dos nossos, concluindo que a posição com braços abaixados apresentava valores equivalentes aos da posição com braços elevados. Porém, este estudo foi realizado com uma amostra pequena de 41 pacientes, sendo mais de 50 % destes considerados normais. A avaliação limitou-se a uma comparação simples, somente com o objetivo de verificar se havia correspondência entre os estudos com braços elevados e com braços abaixados, respectivamente para os achados normais e os achados anormais e se, no caso de anormais, havia correspondência entre as paredes hipocaptantes de acordo com o território vascular identificadas por cada um dos métodos.

Nossos resultados vão de encontro ao observado por Cantinho et al.<sup>38</sup> e por Prvulovich et al.<sup>40</sup>. Cantinho et al.<sup>38</sup>, que utilizaram uma amostra de apenas 11 pacientes, relataram diferenças na captação miocárdica em todas as paredes ventriculares, com exceção da parede inferior. Prvulovich et al.<sup>40</sup>, que realizou a pesquisa com uma amostra de 28 pacientes e utilizou cloreto de tálio-201, demonstrou uma aparente menor concentração relativa do radiofármaco na maioria dos segmentos do ventrículo esquerdo, principalmente das regiões ântero-laterais. Prvulovich et al.<sup>40</sup> discutem que as diferenças nos segmentos ínfero-septais e no ápice foram menos evidente, sugerindo que a presença do membro superior adjacente à superfície do tórax leva a uma aparente redução proporcional da captação miocárdica maior nos segmentos superficiais e menor nos segmentos mais profundos. Além do fato desta pesquisa ter utilizado cloreto de tálio-201 como radiofármaco, que sabidamente apresenta mais problemas de

atenuação pelas suas características físicas, 11 de 28 pacientes do estudo apresentaram cintilografias consideradas normais e a avaliação segmentar foi baseada em diferenças na concentração relativa extraída de mapas polares e utilizando uma forma de segmentação própria e não a padronizada internacionalmente. Nosso estudo utilizou como radiofármaco o sestamibi-<sup>99m</sup>Tc, avaliou uma maior amostra, analisou separadamente os estudos normais e anormais, adotou o critério de segmentação internacional<sup>21</sup> e avaliou a intensidade dos defeitos por meio de escores.

A cintilografia de perfusão do miocárdio, além de seu poder diagnóstico<sup>58</sup>, apresenta um papel importante na estratificação de risco e avaliação prognóstica de pacientes portadores ou com suspeita clínica de coronariopatia<sup>59,60</sup>. Pacientes com cintilografia normal apresentam risco de eventos cardíacos (morte ou infarto do miocárdio) menor que 1% ao ano. Em contrapartida, em função da intensidade e extensão das alterações se observa um incremento progressivo no risco da ocorrência de infarto agudo do miocárdio ou morte. Além disso, as dimensões das alterações isquêmicas auxiliam na tomada de decisão clínica<sup>61</sup>. Os pacientes portadores de pequenas alterações se beneficiam do tratamento clínico enquanto pacientes com alterações de grande dimensão apresentam melhor sobrevida com tratamento cirúrgico.

Em nosso estudo, a graduação atribuída às alterações perfusionais na aquisição T foi menor que a observada na aquisição C em 14 pacientes (11,67%). A tendência à subestimação das alterações perfusionais observada na aquisição T pode ter como conseqüência uma subestimação

no risco de eventos cardíacos futuros e também na definição da melhor conduta terapêutica.

A aquisição em decúbito dorsal com os braços elevados é a usada rotineiramente na cintilografia de perfusão do miocárdio e os estudos sobre o papel da cintilografia na estratificação de risco de pacientes com doença coronária são baseados nesta forma de posicionamento. Por este motivo, em nossa pesquisa, a aquisição em decúbito dorsal com os braços elevados foi utilizada como padrão de referência na avaliação dos resultados e não a cinecoronariografia. Esta pode ser uma limitação do estudo, entretanto, nosso objetivo não era de avaliar a sensibilidade, especificidade e acurácia da cintilografia com membros abaixados e sim avaliar a reprodutibilidade do exame nas duas posições de braços.

Em nossa população, as diferenças entre C e T nos valores de SSS foram mais evidentes nos homens, nos pacientes com maior IMC e nos pacientes com maior idade. Embora um viés de seleção possa existir pelo fato de nossa amostra ter um número maior de homens (69,2%) que de mulheres (30,8%), é sabido que a doença coronária tem uma prevalência maior em homens e têm a obesidade e a maior idade como fatores de risco<sup>62</sup>. Assim, os resultados da pesquisa demonstram que exatamente os pacientes que mais poderiam usufruir da posição T, são aqueles cujos resultados são mais discordantes.

Um dos objetivos da pesquisa foi o de verificar a possibilidade de utilização da aquisição T na rotina clínica de um laboratório de Medicina Nuclear. Por isso, cada um dos exames foi analisado por somente um

membro de um grupo de sete médicos nucleares e não em consenso por três destes médicos.

Diferenças na reprodutibilidade intra- e interobservador já foram abordadas na literatura em algumas publicações. Avaliando estudos planos, Atwood et al.<sup>63</sup> e Wackers et al.<sup>64</sup> observaram a boa reprodutibilidade intra-observador em contraste com a maior variabilidade interobservador, em especial na determinação de territórios vasculares. Em avaliação semelhante de estudos tomográficos, Golub et al.<sup>65</sup> e Danias et al.<sup>66</sup> chegaram a resultados semelhantes aos observados no estudo plano, melhor reprodutibilidade intra- que interobservador. Berman et al.<sup>67</sup> e Johansen et al.<sup>68</sup> relatam a boa a excelente reprodutibilidade interobservador na classificação genérica dos estudos perfusionais em normais e anormais. Entretanto encontraram uma reprodutibilidade inferior (moderada a boa) na interpretação pelo critério, chamado quantitativo, de divisão do ventrículo esquerdo em segmentos e de pontuação da magnitude das alterações por escores.

Num ensaio piloto, uma das dificuldades foi o achado de grande variabilidade interobservador na interpretação das cintilografias, em especial em relação à localização topográfica dos defeitos perfusionais. Alterações perfusionais localizadas em regiões limítrofes entre segmentos, muitas vezes eram pontuadas por um observador como localizadas em um segmento e por outro em um segmento adjacente. Ao se utilizar as médias da pontuação de cada segmento de três observadores, possíveis diferenças entre T e C acabavam subestimadas. A localização de um defeito em um ou

outro de dois segmentos adjacentes não muda a realidade clínica, mas atrapalha a adesão às regras convencionais para um determinado protocolo.

A opção final foi de basear a comparação na interpretação isolada de somente um observador, escolhido aleatoriamente dentre o grupo de sete médicos nucleares, uma vez que o objetivo era de comparar as diferenças entre C e T intra-observador e não analisar variações entre observadores. Esta pode ter sido uma limitação do estudo, entretanto na prática clínica, os exames de perfusão miocárdica são interpretados por um único médico na grande maioria das vezes.

Algumas inovações tecnológicas de “*hardware*” e “*software*”, como métodos de correção de atenuação, correção de espalhamento e correção do borramento profundidade-dependente<sup>8</sup> têm proporcionado melhora no contraste e na resolução espacial das imagens cintilográficas.

A Sociedade Americana de Cardiologia Nuclear e a Sociedade Americana de Medicina Nuclear<sup>69</sup> advogam o uso da correção de atenuação na interpretação da cintilografia de perfusão do miocárdio. A correção de atenuação minimiza o efeito causado por estruturas extracardíacas, reduzindo os resultados falso-positivos e melhorando a acurácia do estudo cintilográfico. No nosso meio, são poucos os serviços de Medicina Nuclear que dispõem deste recurso. No trabalho de Prvulovich et al.<sup>40</sup> 38 % dos procedimentos realizados com o uso da correção de atenuação e adquiridos com os membros superiores abaixados apresentaram qualidade reduzida em comparação com o estudo com membros elevados. Três pacientes de um total de 28 apresentaram correção não satisfatória na parede ântero-

lateral, provavelmente relacionada à truncagem no mapa de atenuação. Tsui et al.<sup>70</sup> relataram dificuldades semelhantes devido ao efeito de truncagem no mapa de transmissão em pacientes obesos. Em contrapartida, outros autores<sup>71,72</sup> relatam bons resultados com a correção de atenuação em pacientes obesos e com grande diâmetro torácico. Assim, não há indícios suficientes na literatura para garantir que o uso de correção de atenuação na aquisição com membros superiores abaixados, que acarreta em aumento no raio da órbita de aquisição, possa ser usado com confiança na prática clínica.

Programas computacionais que permitem realizar a correção de espalhamento e a correção do borrimento profundidade-dependente das imagens cintilográficas não foram utilizados em nosso estudo. Estes métodos demandam uma sofisticação técnica e não estão amplamente disponíveis ao uso rotineiro. Também não há evidências na literatura que avaliem o papel destas correções nos resultados da cintilografia de perfusão do miocárdio adquirida com os membros superiores abaixados.

Novos equipamentos têm sido desenvolvidos, introduzindo modificações na configuração tradicional da câmara de cintilação<sup>73</sup>. Os estudos poderão ser adquiridos em posição sentada ou semi-sentada, utilizando detectores menores onde o paciente eleva menos o membro superior. Outros tipos de detectores permitem ainda aquisições rápidas da ordem de dois minutos. Desenvolvimentos no campo da reconstrução de imagens podem propiciar redução no número de projeções da aquisição convencional, diminuindo o tempo da aquisição. Para o futuro, aguardamos modificações no modo convencional da realização da cintilografia do

miocárdio que provavelmente trarão soluções para um dilema aparentemente simples como a posição do membro superior durante a aquisição, mas que está presente freqüentemente em nossa rotina diária.

## 6. CONCLUSÃO

A posição com membros superiores abaixados parece ser mais confortável e provoca menos queixa dolorosa do que a posição com membros superiores elevados.

Na aquisição com membros superiores abaixados se observou o aparecimento um artefato em uma pequena porcentagem dos casos (14,2%). Este artefato foi caracterizado por uma modificação da forma habitual do ápice ventricular esquerdo que se apresentou pontiagudo ou deformado e com aspecto descontínuo.

Em termos de avaliação perfusional, a cintilografia tomográfica de perfusão do miocárdio adquirida na posição com os membros superiores abaixados apresenta boa correlação com os resultados obtidos na aquisição com os membros superiores elevados. Entretanto, somente nos exames normais e de baixo risco os resultados são semelhantes. A pesquisa demonstrou diferenças significativas na medida da extensão e intensidade dos defeitos perfusionais nos exames anormais e de maior risco, com tendência a subestimação das alterações perfusionais.

Separando-se os resultados do SSS equivalente dos discordantes entre as condições C e T observamos que houve diferenças significativas relacionadas ao sexo dos pacientes, à idade e ao IMC. O grupo discordante é predominantemente do sexo masculino e apresentou maior idade e maior índice de massa corpórea.

Em termos de avaliação funcional, aos parâmetros funcionais obtidos de modo automático pelo “Quantitative Gated SPECT” demonstrou boa correlação dos valores de FEVE, VSF, SMS e SRS nas duas posições. Porém, a mudança na posição dos membros superiores parece influenciar o cálculo do VDF.

No estudo de perfusão do miocárdio, a utilização da posição com os membros superiores abaixados, como forma de posicionamento na rotina clínica, deve ser evitada, pois as diferenças observadas na avaliação da extensão e da intensidade da alteração perfusional em exames anormais e de maior risco pode ter implicações na estratificação de risco destes pacientes.

Entretanto, os resultados sugerem baixa probabilidade de exames falsamente negativos ou falsamente positivos (sem se considerar o grau das alterações quanto a extensão e intensidade), donde se infere que para os pacientes efetivamente impossibilitados de elevarem ao menos o braço esquerdo, a posição com os braços abaixados pode ser usada apenas eventualmente, desde que se ressalve sua baixa capacidade de graduação das alterações da perfusão.

## 7. REFERÊNCIAS\*

1. Germano G. Technical aspects of myocardial SPECT imaging. *J Nucl Med*. 2001; 42(10):1499-507.
2. Germano G, Kiat H, Kavanagh PB, Moriel M, Mazzanti M, Su HT, Van Train KF, Berman DS Automatic quantification of ejection fraction from gated myocardial perfusion SPECT. *J Nucl Med* 1995;36(11):2138-47.
3. Abidov A, Germano G, Hachamovitch R, Berman DS. Gated SPECT in assessment of regional and global left ventricular function: major tool of modern nuclear imaging. *J Nucl Cardiol*. 2006; 13(2):261-79.
4. Anger HO. Scintillation camera. *Rev Sci Instrum* 1958:27-33.
5. Germano G, Erel J, Lewin H, Kavanagh PB, Berman DS. Automatic quantitation of regional myocardial wall motion and thickening from gated technetium-99m sestamibi myocardial perfusion single photon emission computed tomography. *J Am Coll Cardiol* 1997, 30(5):1360-67.
6. Groch MW, Erwin WD SPECT in the year 2000: basic principles. *J Nucl Med Technol*. 2000;28(4):233-44.
7. Hendel RC Attenuation correction: eternal dilemma or real improvement? *Q J Nucl Med Mol Imaging*. 2005;49(1):30-42.
8. Links JM, Becker LC, Rigo P, Taillefer R, Hanelin L, Anstett F, Burckhardt D, Mixon L. Combined corrections for attenuation, depth-dependent blur, and motion in cardiac SPECT: a multicenter trial. *J Nucl Cardiol*. 2000;7(5):414-25.
9. Underwood SR, Anagnostopoulos C, Cerqueira M, Ell PJ, Flint EJ, Harbinson M, Kelion AD, Al-Mohammad A, Prvulovich EM, Shaw LJ,

- Tweddel AC; 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 Feb;31(2):261-91. Review.
10. Marcassa C, Bax JJ, Bengel F, Hesse B, Petersen CL, Reyes E, Underwood R; European Council of Nuclear Cardiology (ECNC); European Society of Cardiology Working Group 5 (Nuclear Cardiology and Cardiac CT); European Association of Nuclear Medicine Cardiovascular Committee. Clinical value, cost-effectiveness, and safety of myocardial perfusion scintigraphy: a position statement. *Eur Heart J*. 2008 Feb;29(4):557-63..
11. Kiat H, Maddahi J, Roy LT, Van Train K, Friedman J, Resser K, Berman DS. Comparison of technetium 99m methoxy isobutyl isonitrile and thallium 201 for evaluation of coronary artery disease by planar and tomographic methods. *Am Heart J*. 1989;117(1):1-11.
12. Russell RR 3rd, Zaret BL. Nuclear cardiology: present and future. *Curr Probl Cardiol*. 2006 Sep;31(9):557-629. Review.
13. Kapur A, Latus KA, Davies G, Dhawan RT, Eastick S, Jarritt PH, Roussakis G, Young MC, Anagnostopoulos C, Bomanji J, Costa DC, Pennell DJ, Prvulovich EM, Ell PJ, Underwood SR. A comparison of three radionuclide myocardial perfusion tracers in clinical practice: the ROBUST study. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2002; 29(12):1608-16.
14. Hachamovitch R, Berman DS, Shaw LJ, Kiat H, Cohen I, Cabico JA, Friedman J, Diamond GA. Incremental prognostic value of myocardial

- perfusion single photon emission computed tomography for the prediction of cardiac death: differential stratification for risk of cardiac death and myocardial infarction. *Circulation*. 1998;97(6):535-43. Erratum in: *Circulation*. 1998;98(2):190.
15. Thomas GS, Miyamoto MI, Morello AP 3rd, Majmundar H, Thomas JJ, Sampson CH, Hachamovitch R, Shaw LJ. Technetium-99m sestamibi myocardial perfusion imaging predicts clinical outcome in the community outpatient setting. The Nuclear Utility in the Community (NUC) Study. *J Am Coll Cardiol* 2004;43(2):213-23.
  16. Hachamovitch R, Hayes SW, Friedman JD, Cohen I, Berman DS. Comparison of the short-term survival benefit associated with revascularization compared with medical therapy in patients with no prior coronary artery disease undergoing stress myocardial perfusion single photon emission computed tomography. *Circulation*. 2003;107(23):2900-7.
  17. Berman DS, Kang X, Van Train KF, Lewin HC, Cohen I, Areeda J, Friedman JD, Germano G, Shaw LJ, Hachamovitch R. Comparative prognostic value of automatic quantitative analysis versus semiquantitative visual analysis of exercise myocardial perfusion single-photon emission computed tomography. *J Am Coll Cardiol*. 1998; 32(7):1987-95.
  18. Travin MI, Heller GV, Johnson LL, Katten D, Ahlberg AW, Isasi CR, Kaplan RC, Taub CC, Demus D. The prognostic value of ECG-gated SPECT imaging in patients undergoing stress Tc-99m sestamibi myocardial perfusion imaging. *J Nucl Cardiol*. 2004;11(3):253-62.

19. De Winter O, Velghe A, Van de Veire N, De Bondt P, De Buyzere M, Van De Wiele C, De Backer G, Gillebert TC, Dierckx RA, De Sutter J. Incremental prognostic value of combined perfusion and function assessment during myocardial gated SPECT in patients aged 75 years or older. *J Nucl Cardiol.* 2005;12(6):662-70.
20. Hachamovitch R, Hayes SW, Friedman JD, Cohen I, Berman DS. A prognostic score for prediction of cardiac mortality risk after adenosine stress myocardial perfusion scintigraphy. *J Am Coll Cardiol.* 2005;45(5):722-9.
21. Cerqueira MD, Weissman NJ, Dilsizian V, Jacobs AK, Kaul S, Laskey WK, Pennell DJ, Rumberger JA, Ryan T, Verani MS; American Heart Association Writing Group on Myocardial Segmentation and Registration for Cardiac Imaging. Standardized myocardial segmentation and nomenclature for tomographic imaging of the heart: a statement for healthcare professionals from the Cardiac Imaging Committee of the Council on Clinical Cardiology of the American Heart Association. *Circulation* 2002;105(4):539-42.
22. Berman DS, Abidov A, Kang X, Hayes SW, Friedman JD, Sciammarella MG, Cohen I, Gerlach J, Waechter PB, Germano G, Hachamovitch R. Prognostic validation of a 17-segment score derived from a 20-segment score for myocardial perfusion SPECT interpretation. *J Nucl Cardiol.* 2004;11(4):414-23.

23. Germano G, Kavanagh PB, Slomka PJ, Van Kriekinge SD, Pollard G, Berman DS. Quantitation in gated perfusion SPECT imaging: the Cedars-Sinai approach. *J Nucl Cardiol.* 2007;14(4):433-54.
24. Garcia EV, Faber TL, Cooke CD, Folks RD, Chen J, Santana C. The increasing role of quantification in clinical nuclear cardiology: the Emory approach. *J Nucl Cardiol.* 2007;14(4):420-32.
25. Liu YH. Quantification of nuclear cardiac images: the Yale approach. *J Nucl Cardiol.* 2007;14(4):483-91.
26. Watson DD, Smith WH 2nd. The role of quantitation in clinical nuclear cardiology: the University of Virginia approach. *J Nucl Cardiol.* 2007;14(4):466-82.
27. Ficaro EP, Lee BC, Kritzman JN, Corbett JR. Corridor4DM: the Michigan method for quantitative nuclear cardiology. *J Nucl Cardiol.* 2007; 14(4):455-65.
28. Burrell S, MacDonald A. Artifacts and pitfalls in myocardial perfusion imaging. *J Nucl Med Technol.* 2006;34(4):193-211.
29. Singh B, Bateman TM, Case JA, Heller G. Attenuation artifact, attenuation correction, and the future of myocardial perfusion SPECT. *J Nucl Cardiol.* 2007;14(2):153-64.
30. Ibrahim DY, DiFilippo FP, Steed JE, Cerqueira MD. Optimal SPECT processing and display: Making bad studies look good to get the right answer. *J Nucl Cardiol.* 2006;13(6):855-66.
31. Hesse B, Tagil K, Cuocolo A, Anagnostopoulos C, Bardies M, Bax J, Bengel F, Busemann Sokole E, Davies G, Dondi M, Edenbrandt L,

- Franken P, Kjaer A, Knuuti J, Lassmann M, Ljungberg M, Marcassa C, Marie PY, McKiddie F, O'Connor M, Prvulovich E, Underwood R, van Eck-Smit B; EANM/ESC Group EANM/ESC procedural guidelines for myocardial perfusion imaging in nuclear cardiology. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2005;32(7):855-97.
32. Nichols KJ, Bacharach SL, Bergmann SR, Cullom SJ, Ficaro EP, Galt JR, Heller GV, Links J, Machac J; Quality Assurance Committee of the American Society of Nuclear Cardiology. Instrumentation quality assurance and performance. *J Nucl Cardiol*. 2006;13(6):e25-41.
33. Wheat JM, Currie GM. Incidence and characterization of patient motion in myocardial perfusion SPECT:Part1.*J Nucl Med Technol*. 2004; 32(2):60-5.
34. McBeth J, Jones K. Epidemiology of chronic musculoskeletal pain. *Best Pract Res Clin Rheumatol*. 2007;21(3):403-25. Review.
35. Hansen CL, Goldstein RA, Berman DS, Churchwell KB, Cooke CD, Corbett JR, Cullom SJ, Dahlberg ST, Galt JR, Garg RK, Heller GV, Hyun MC, Johnson LL, Mann A, McCallister BD Jr, Taillefer R, Ward RP, Mahmariam JJ; Quality Assurance Committee of the American Society of Nuclear Cardiology. Myocardial perfusion and function single photon emission computed tomography. *J Nucl Cardiol*. 2006;13(6):e97-120
36. Heiba SI, Hayat NJ, Salman HS, Higazy E, Sayed ME, Saleh Z, Khalaf AI, Naeem M, Bourosly S. Technetium-99m-MIBI myocardial SPECT: supine versus right lateral imaging and comparison with coronary arteriography. *J Nucl Med*. 1997 Oct;38(10):1510-4.

37. Monzen H, Hara M, Hirata M, Nakanishi A, Ogasawara M, Suzuki T, Sato T, Shimoyama H, Tadehara F, Hirose K, Yuki R. Exploring a technique for reducing the influence of scattered rays from surrounding organs to the heart during myocardial perfusion scintigraphy with technetium-99m sestamibi and technetium-99m tetrofosmin. *Ann Nucl Med*. 2006 Dec;20(10):705-10.
38. Cantinho G, Pena H, Veiga A, Marques V, Godinho F. Left arm position – Effect of attenuation correction on myocardial tracer distribution. *J Nucl Cardiol*. 1999;6(suppl):S28 (Presented at 4th International Conference of Nuclear Cardiology; 1999 April 18-21; Athens, Greece. Abstracts).
39. Toma DM, White MP, Mann A, Phillips JM, Pelchat, DA, Giri S, Ucrós GR, Heller GV. Influence of arm positioning on rest/stress technetium-99m labeled sestamibi tomographic myocardial perfusion imaging. *J Nucl Cardiol*. 1999; 6(2):163-8.
40. Prvulovich EM, Jarritt PH, Lonn AHR, Vorontsova E, Bomanji JB, Ell PJ. Influence of arm positioning on tomographic thallium-201 myocardial perfusion imaging and the effect of attenuation correction. *Eur J Nucl Med*. 2000; 27(9):1349–1355.
41. Rosner B. *Fundamentals of Biostatistics*. Duxbury Press, 4<sup>a</sup> edição New York, 1994, pp. 682
42. Abufadel A, Eisner RL, Schafer RW. Differences due to collimator blurring in cardiac images with use of circular and elliptic camera orbits. *J Nucl Cardiol*. 2001 Jul-Aug;8(4):458-65

43. Jones AY, Dean E. Body position change and its effect on hemodynamic and metabolic status. *Heart Lung*. 2004 Sep-Oct;33(5):281-90.
44. Pump B, Talleruphuus U, Christensen NJ, Warberg J, Norsk P. Effects of supine, prone, and lateral positions on cardiovascular and renal variables in humans. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. 2002 Jul;283(1):R174-80.
45. Chino JP, Marks LB. Prone positioning causes the heart to be displaced anteriorly within the thorax: implications for breast cancer treatment. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 2008 Mar 1;70(3):916-20.
46. Jeanguillaume C, Bochet J, Chehade F, Hindie E, Ajayan PM, Galle P. Cardiac axis change between prone and supine positioning may contribute to differences in <sup>99</sup>Tc(m)-MIBI myocardial SPET imaging. *Nucl Med Commun*. 1997 Dec;18(12):1161-70
47. McKeough ZJ, Alison JA, Bye PT. Arm positioning alters lung volumes in subjects with COPD and healthy subjects. *Aust J Physiother*. 2003;49(2):133-7.
48. Hyun IY, Kwan J, Park KS, Lee WH. Reproducibility of Tl-201 and Tc-99m sestamibi gated myocardial perfusion SPECT measurement of myocardial function. *J Nucl Cardiol*. 2001;8(2):182-7.
49. Lee DS, Cheon GJ, Ahn JY, Chung JK, Lee MC. Reproducibility of assessment of myocardial function using gated <sup>99</sup>Tc(m)-MIBI SPECT and quantitative software. *Nucl Med Commun*. 2000;21(12): 1127-34.
50. De Winter O, De Bondt P, Van De Wiele C, De Backer G, Dierckx RA, De Sutter J. Day-to-day variability of global left ventricular functional and

- perfusional measurements by quantitative gated SPECT using Tc-99m tetrofosmin in patients with heart failure due to coronary artery disease. *J Nucl Cardiol*. 2004;11(1):47-52.
51. Castell-Conesa J, Aguade-Bruix S, Garcia-Burillo A, Gonzalez JM, Canela T, Oller G, Diez MJ, Roca I, Candell-Riera J. Reproducibility of measurements of left ventricular function with gated myocardial perfusion SPECT and comparison with blood pool radionuclide ventriculography *Rev Esp Cardiol*. 2004;57(10):931-8.
52. Germano G, Berman DS. Quantitative Single-photon Emission Computed Tomography Imaging. *Curr Cardiol Rep* 2005, 7(2):136–142.
53. Ababneh AA, Sciacca RR, Kim B, Bergmann SR Normal limits for left ventricular ejection fraction and volumes estimated with gated myocardial perfusion imaging in patients with normal exercise test results: influence of tracer, gender, and acquisition camera. *J Nucl Cardiol*. 2000;7(6):661-8.
54. Berman D, Germano G, Lewin H, Kang X, Kavanagh PB, Tapnio P, Harris M, Friedman J. Comparison of post-stress ejection fraction and relative left ventricular volumes by automatic analysis of gated myocardial perfusion single-photon emission computed tomography acquired in the supine and prone positions. *J Nucl Cardiol* 1998;5(1):40-7.
55. Schaefer WM, Lipke CS, Kuhl HP, Koch KC, Kaiser HJ, Reinartz P, Nowak B, Buell U. Prone versus supine patient positioning during gated 99mTc-sestamibi SPECT: effect on left ventricular volumes, ejection fraction, and heart rate. *J Nucl Med*. 2004; 45(12):2016-20.

56. Sharir T, Berman DS, Waechter PB, Areeda J, Kavanagh PB, Gerlach J, et al. Quantitative analysis of regional motion and thickening by gated myocardial perfusion SPECT: normal heterogeneity and criteria for abnormality. *J Nucl Med.* 2001;42(11):1630-8.
57. Konno M, Morita K, Adachi I, Ito Y, Kohya T, Kitabatake A, Tsukamoto E, Tamaki N. Konno M. Quantitative analysis of regional wall motion and thickening by quantitative gated SPECT: comparison with visual analysis. *Clin Nucl Med.* 2001;26(3):202-7.
58. Baghdasarian SB, Heller GV. The role of myocardial perfusion imaging in the diagnosis of patients with coronary artery disease: developments over the past year. *Curr Opin Cardiol.* 2005 Sep;20(5):369-74. Review
59. Mowatt G, Brazzelli M, Gemmell H, Hillis GS, Metcalfe M, Vale L; Aberdeen Technology Assessment Review Group. Systematic review of the prognostic effectiveness of SPECT myocardial perfusion scintigraphy in patients with suspected or known coronary artery disease and following myocardial infarction. *Nucl Med Commun.* 2005;26(3):217-29.
60. Hachamovitch R, Berman DS. New frontiers in risk stratification using stress myocardial perfusion single photon emission computed tomography. *Curr Opin Cardiol.* 2003 Nov;18(6):494-502. Review.
61. Hachamovitch R, Berman DS. The use of nuclear cardiology in clinical decision making. *Semin Nucl Med.* 2005 Jan;35(1):62-72. Review.
62. Grundy SM, Pasternak R, Greenland P, Smith S Jr, Fuster V. AHA/ACC scientific statement: Assessment of cardiovascular risk by use of multiple-risk-factor assessment equations: a statement for healthcare

- professionals from the American Heart Association and the American College of Cardiology. *J Am Coll Cardiol*. 1999;34(4):1348-59. Review.
63. Atwood JE, Jensen D, Froelicher V, Witztum K, Gerber K, Gilpin E, Ashburn W. Agreement in human interpretation of analog thallium myocardial perfusion images. *Circulation*. 1981 Sep;64(3):601-9.
64. Wackers FJ, Bodenheimer M, Fleiss JL, Brown M. MSSMI TI-201 Investigators: Factors affecting uniformity in interpretation of planar TI-201 imaging in multicenter trial. *J Am Coll Cardiol* 1993;21(5):1064-74.
65. Golub RJ, Ahlberg AW, McClellan JR, Herman SD, Travin MI, Mather JF, Aitken PW, Baron JI, Heller GV Interpretive reproducibility of stress Tc-99m sestamibi tomographic myocardial perfusion imaging. *J Nucl Cardiol*. 1999;6(3):257-69.
66. Danias PG, Ahlberg AW, Travin MI, Mahr NC, Abreu JE, Marini D, Mann A, Mather JF, Boden WE, Heller GV. Visual assessment of left ventricular perfusion and function with electrocardiography-gated SPECT has high intraobserver and interobserver reproducibility among experienced nuclear cardiologists and cardiology trainees. *J Nucl Cardiol*. 2002;9(3):263-70.
67. Berman DS, Kiat H, Friedman JD, Wang FP, van Train K, Matzer L, Maddahi J, Germano G. Separate acquisition rest thallium-201/stress technetium-99m sestamibi dual-isotope myocardial perfusion single-photon emission computed tomography: a clinical validation study. *J Am Coll Cardiol*. 1993;22(5):1455-64.

68. Johansen A, Gaster AL, Veje A, Thayssen P, Haghfelt T, Holund-Carlsen PF. Interpretive intra- and interobserver reproducibility of rest/stress <sup>99</sup>Tcm-sestamibi myocardial perfusion SPECT in a consecutive group of male patients with stable angina pectoris before and after percutaneous transluminal angioplasty. *Nucl Med Commum* 2001; 22(5):531-7.
69. Hendel RC, Corbett JR, Cullom SJ, DePuey EG, Garcia EV, Bateman TM. The value and practice of attenuation correction for myocardial perfusion SPECT imaging: A joint position statement from the American Society of Nuclear Cardiology and the Society of Nuclear Medicine. *J Nucl Cardiol* 2002; 9(1):135-43.
70. Tsui BMW, Lewis DP, Lalush DS, Lonn AHR, Maniam S, Culp R. Reconstruction of truncated projection data using an L-shaped dual detector system for attenuation compensation in myocardial SPECT. *J Nucl Med* 1996; 37(suppl):p210. (Presented at 43th Annual meeting of the Society of Nuclear Medicine 1996. June 3-5; Denver, USA. Abstracts).
71. Thompson RC, Heller GV, Johnson LL, Case JA, Cullom SJ, Garcia EV, Jones PG, Moutray KL, Bateman TM. Value of attenuation correction on ECG-gated SPECT myocardial perfusion imaging related to body mass index. *J Nucl Cardiol*. 2005;12(2):195-202.
72. Grossman GB, Garcia EV, Bateman TM, Heller GV, Johnson LL, Folks RD, Cullom SJ, Galt JR, Case JA, Santana CA, Halkar RK. Quantitative Tc-99m sestamibi attenuation-corrected SPECT: development and multicenter trial validation of myocardial perfusion stress gender

independent normal database in an obese population. *J Nucl Cardiol.* 2004;11(3):263-72.

73. Patton JA, Slomka PJ, Germano G, Berman DS. Recent technologic advances in nuclear cardiology. *J Nucl Cardiol.* 2007;14(4):501-13.

\*De acordo com:

Adaptado de *International Committee of Medical Journals Editors* (Vancouver).

Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina. Serviço de Biblioteca e Documentação. *Guia de apresentação de dissertações, teses e monografias da FMUSP*. Elaborado por Annelise Carneiro da Cunha, Maria Julia de A. L. Freddi, Maria F. Crestana, Marinalva de Souza Aragão, Suely Campos Cardoso, Valéria Vilhena. 2<sup>a</sup> ed. São Paulo: Serviço de Biblioteca e Documentação; 2005.

Abreviaturas dos títulos dos periódicos de acordo com *List of Journals Indexed in Index Medicus*.