

## Benefício da Aquisição de Imagem na Posição Prona em Perfusão Miocárdica com SPECT para Redução de Artefatos e Exposição do Paciente à Radiação

*The Benefits of Prone SPECT Myocardial Perfusion Imaging in Reducing Both Artifact Defects and Patient Radiation Exposure*

Maria Stathaki, Sophia Koukouraki, Emmanouela Papadaki, Angeliki Tsaroucha, Nikolaos Karkavitsas

Department of Nuclear Medicine, University Hospital of Heraklion, Crete – Greece

### Resumo

**Fundamento:** Já foi demonstrado que a imagem na posição prona minimiza a atenuação dos tecidos diafragmáticos e da mama.

**Objetivos:** Determinar o papel da imagem na posição prona na redução de estudos de perfusão em repouso e angiografias coronárias realizadas de forma desnecessária, assim diminuindo o tempo de investigação e exposição à radiação.

**Métodos:** Foram examinados 139 pacientes, 120 com um defeito de perfusão da parede inferior e 19 com defeito de perfusão da parede anterior que pudessem representar um artefato de atenuação. Imagens pós-estresse foram adquiridas nas posições supina e prona. A angiografia coronária foi usada como o “padrão ouro” para avaliar a patência da artéria coronária. O estudo foi encerrado e a imagem em repouso não foi necessária na presença de melhoria completa do defeito na posição prona. Uma interpretação quantitativa foi realizada. Os resultados foram comparados com os dados clínicos e achados angiográficos.

**Resultados:** A aquisição de imagem na posição prona revelou corretamente a melhoria do defeito em 89 pacientes (89/120) com artefato de atenuação na parede inferior e 12 pacientes (19/12) na parede anterior. A análise quantitativa demonstrou diferença estatisticamente significativa nas somas dos escores de estresse (SSS) médios nos estudos da posição supina e SSS médios dos estudos na posição prona em pacientes com desaparecimento do defeito da parede inferior na posição prona e artéria coronária patente (resultados negativos verdadeiros). A diferença média dos SSS nas posições supina e prona foi maior com os defeitos desaparecidos do que com os que permaneceram.

**Conclusão:** A cintilografia de perfusão miocárdica com Tecnécio-99m (Tc-99m) tetrofosmin com o paciente na posição prona supera a atenuação de tecidos moles; Além disso, oferece uma abordagem precisa e de baixo custo para limitar o número de estudos de perfusão em repouso e realização de angiografias coronárias desnecessárias. (Arq Bras Cardiol. 2015; 105(4):345-352)

**Palavras-chave:** Decúbito Ventral; Perfusão do Miocárdio; Emissões Radioativas; Tecnécio (Tc-99m) Tetrofosmin; Tomografia Computadorizada de Emissão de Fóton Único.

### Abstract

**Background:** Prone imaging has been demonstrated to minimize diaphragmatic and breast tissue attenuation.

**Objectives:** To determine the role of prone imaging on the reduction of unnecessary rest perfusion studies and coronary angiographies performed, thus decreasing investigation time and radiation exposure.

**Methods:** We examined 139 patients, 120 with an inferior wall and 19 with an anterior wall perfusion defect that might represented attenuation artifact. Post-stress images were acquired in both the supine and prone position. Coronary angiography was used as the “gold standard” for evaluating coronary artery patency. The study was terminated and rest imaging was obviated in the presence of complete improvement of the defect in the prone position. Quantitative interpretation was performed. Results were compared with clinical data and coronary angiographic findings.

**Results:** Prone acquisition correctly revealed defect improvement in 89 patients (89/120) with inferior wall and 12 patients (12/19) with anterior wall attenuation artifact. Quantitative analysis demonstrated statistically significant difference in the mean summed stress scores (SSS) of supine and mean SSS of prone studies in patients with disappearing inferior wall defect in the prone position and patent right coronary artery (true negative results). The mean difference between SSS in supine and in prone position was higher with disappearing than with remaining defects.

**Conclusion:** Technetium-99m (Tc-99m) tetrofosmin myocardial perfusion imaging with the patient in the prone position overcomes soft tissue attenuation; moreover it provides an inexpensive, accurate approach to limit the number of unnecessary rest perfusion studies and coronary angiographies performed. (Arq Bras Cardiol. 2015; 105(4):345-352)

**Keywords:** Prone Position; Myocardial Perfusion; Radioactive Emission; Technetium (Tc-99m) Tetrofosmin; SPECT instead of Tomography emission-computed single-photon.

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

Correspondência: Maria Stathaki •

University Hospital of Heraklion, Stavrakia, Voutes. CEP 71306, Heraklion Crete – Greece

E-mail: mariast\_cha@yahoo.gr

Artigo recebido em 20/07/14; revisado em 15/01/15; aceito em 19/01/15.

DOI: 10.5935/abc.20150122

## Introdução

A imagem de perfusão miocárdica tornou-se uma ferramenta clínica eficaz para o diagnóstico de doença arterial coronariana (DAC), estratificação do risco de pacientes após infarto, avaliando a viabilidade miocárdica e planejamento terapêutico<sup>1,2</sup>, e é geralmente realizada com o paciente na posição supina<sup>3,4</sup>. No entanto, sabe-se que a atenuação diafragmática da parede inferior e a atenuação da mama da parede anterior em mulheres têm um impacto sobre a especificidade do teste<sup>1,3-5</sup>. A aquisição de imagem planar, de imagem na posição prona, ECG gating e quantificação de imagem constituem abordagens comumente usadas para superar a atenuação dos tecidos moles. Embora as abordagens diretas para correção de atenuação sejam comercialmente disponíveis, elas são muito caras e, possivelmente, não estão disponíveis em todos os departamentos de medicina nuclear<sup>1,6</sup>.

Tem sido relatado que a imagem na posição prona melhora o artefato de atenuação na parede inferior ao produzir um deslocamento anterior do coração e rebaixamento dos órgãos diafragmáticos e subdiafragmáticos<sup>4,5</sup>. Exames normais na posição prona em pacientes com defeitos na parede inferior nas imagens em posição supina estão associados com baixas taxas de eventos cardíacos, similares aos pacientes com resultados normais apenas na posição supina<sup>4,7,8</sup>. A principal armadilha dessa abordagem é que a atenuação do esterno e costelas pode criar um defeito da parede anterior ou anteroseptal<sup>1,4</sup>. Além disso, a técnica parece ser menos adequada para a redução da atenuação do tecido da mama<sup>9,10</sup>.

Apesar dos estudos de estresse serem tradicionalmente seguidos por imagens em repouso após várias horas, a abordagem normal de estresse apenas é atualmente a preferida<sup>8</sup>, uma vez que é menos demorada, reduz a exposição à radiação e tem um excelente prognóstico em curto prazo<sup>4,6,8</sup>. Na presença de um defeito de perfusão da parede inferior no estudo de estresse na posição supina, a mudança de posição (imagem prona) é uma técnica de baixo custo, eficaz e clinicamente validada para superar os artefatos de atenuação diafragmáticos<sup>5,7</sup>.

O objetivo deste estudo foi inicialmente confirmar o impacto da abordagem supina e prona em artefatos de atenuação. Além disso, investigamos o seu papel na subsequente redução das imagens em repouso e encaminhamentos desnecessários à arteriografia coronária, com o objetivo de diminuir o tempo de investigação e espera no hospital, o desconforto do paciente e também a exposição à radiação.

## Métodos

### População do estudo

Foram examinados 139 pacientes, 120 com defeito de perfusão na parede inferior e 19 com defeito na parede anterior. As características clínicas dos pacientes são apresentadas na Tabela 1. Imagens pós-estresse foram adquiridas nas posições supina e prona. A coronariografia foi utilizada com “padrão ouro” para identificação de patência dos vasos coronários. Em muitos casos, a cintilografia foi realizada no prazo de seis

meses após a coronariografia, de modo a avaliar o sucesso da revascularização e/ou determinar a significância hemodinâmica da estenose coronariana, a adequação da circulação colateral e estratificação de risco de DAC conhecida. Em alguns casos, a cintilografia de perfusão miocárdica foi seguida pela angiografia coronária, a fim de determinar estreitamento da artéria coronária de uma isquemia demonstrada por cintilografia e/ou para avaliar pacientes com dor torácica inexplicável. Em todos os casos, o intervalo de tempo entre a angiografia coronária e a cintilografia foi limitado a um máximo de seis meses. Os critérios acima mencionados definiram o tamanho da nossa amostra. As indicações clínicas para imagens de perfusão miocárdica são apresentadas na Tabela 2. Não houve nenhum caso de artéria circunflexa esquerda dominante (LCx) que também pudesse ser relevante para defeitos da parede inferior.

### Imagem cintilográfica

Foi usado o protocolo de um dia com etapas de estresse e repouso, com 1,2-bis[bis(2-etoxietil)fosfino]etano marcado com <sup>99m</sup>Tc. Todos os pacientes foram mantidos em jejum por pelo menos 4 horas e foram previamente orientados a interromper o uso de betabloqueadores, bloqueadores dos canais de cálcio, nitratos e a evitar produtos contendo cafeína por 24 horas antes do estudo com radionuclídeos. O teste ergométrico foi o escolhido, utilizando um protocolo modificado de Bruce. Na presença de limitações ou contraindicações para o exercício, foi utilizado o estresse farmacológico com adenosina. Tetrofosmin Tc-99m (370-555 MBq) foi administrado por via intravenosa 1 min antes do pico do exercício ou 3 min para a infusão de adenosina. Imagens de estresse foram adquiridas em primeiro lugar na posição supina e em segundo lugar na posição prona, a partir de 15-30 min após o exercício e 30-45 min após a

Tabela 1 – Características dos pacientes

Parâmetro	Valor
Número de pacientes	139
Idade (anos)	65,8 ± 11,6
Gênero (masculino: feminino)	114 (82%):25 (18%)
<b>Localização do defeito de perfusão</b>	
Parede inferior	120 (86,4%)
Parede anterior	19 (13,6%)
Hipertensão	72 (51,7%)
Diabetes	33 (23,7%)
Hipercolesterolemia	58 (41,7%)
Fumo	68 (48,9%)
Histórico familiar de DAC	51 (36,6%)
Histórico de IM	8 (5,7%)
Histórico de revascularização	60 (43,1%)
Estresse pela adenosina	17 (12,2%)

Os dados são apresentados como média ± DP ou número (%).

DAC: Doença arterial coronariana, IM: Infarto do miocárdio

Tabela 2 – Indicações clínicas para imagem de perfusão miocárdica

	Defeito parede inferior	Defeito parede anterior
Diagnóstico	41	8
Prognóstico	24	4
Controle terapêutico	45	3
Avaliação pré-operatória	10	4

adenosina. Uma gama câmera de cabeça dupla de detecção com amplo campo de visão (Philips, Forte Jetstream AZ) e colimador de baixa energia e alta resolução foi utilizada. As mesmas configurações de aquisição e parâmetros de reconstrução foram utilizados para ambas as aquisições de imagens supina e prona. Na presença de um defeito desaparecido na posição prona, a imagem em repouso foi omitida. Caso contrário, 2 horas após o teste de estresse, foi administrado o tetrofosmin Tc-99m (740-925 MBq) por via intravenosa e aquisição de imagem em repouso na posição supina foi iniciada 45-60 min após a injeção. A atenuação ou correção de dispersão não estava disponível e a cineangiogramiografia não foi aplicada.

#### Análise de imagem

Os defeitos na posição supina foram classificados como remanescentes ou desaparecidos na posição prona. A melhoria do defeito da parede com a mudança de posição tinha que ser completa para ser considerada como desaparecida. Novos defeitos aparentes anteriores-anteroseptais na posição prona foram atribuídos a artefato de atenuação do esterno ou da costela, e não alteraram a classificação.

O processamento e interpretação visual quantitativa foram realizados utilizando um modelo de 20 segmentos<sup>4,11</sup>. As cintilografias foram avaliadas por observadores com mais de 15 anos de experiência na área de cardiologia nuclear. Em caso de diferença nos escores dos observadores, houve concordância após discussão. Foi utilizado o sistema de escore de 5 pontos: 0 = normal; 1 = ambígua; 2 = redução moderada da captação; 3 = grave redução da captação; e 4 = nenhuma captação detectável do traçador. Com base no número e gravidade dos segmentos com valores > 2, os observadores definiram os resultados do estudo como normal, provavelmente normal, ambíguo, provavelmente anormal ou definitivamente anormal<sup>4,11</sup>. Para definir ainda mais os resultados como normal ou anormal, os escores somados de estresse (SSS) foram calculados pela soma dos escores dos 20 segmentos das imagens de estresse com Tc-99m tetrofosmin<sup>4,11</sup>. Os SSS < 4 foram considerados normais, 4-8 levemente anormais e > 8 moderada a gravemente anormais. Os SSS tinham que ser < 4 e a interpretação final do teste normal ou provavelmente normal, enquanto os outros casos eram considerados anormais<sup>4</sup>. Além disso, a diferença dos SSS (SSS na imagem supina menos SSS na imagem prona) foi calculada para cada paciente. Em seguida, o valor médio da diferença dos SSS para cada grupo de defeito (grupo de defeito

remanescente ou desaparecido) foi calculado. Sempre que uma imagem em repouso foi obtida, os segmentos também foram pontuados. Os resultados foram comparados com os dados clínicos e achados angiográficos.

#### Análise estatística

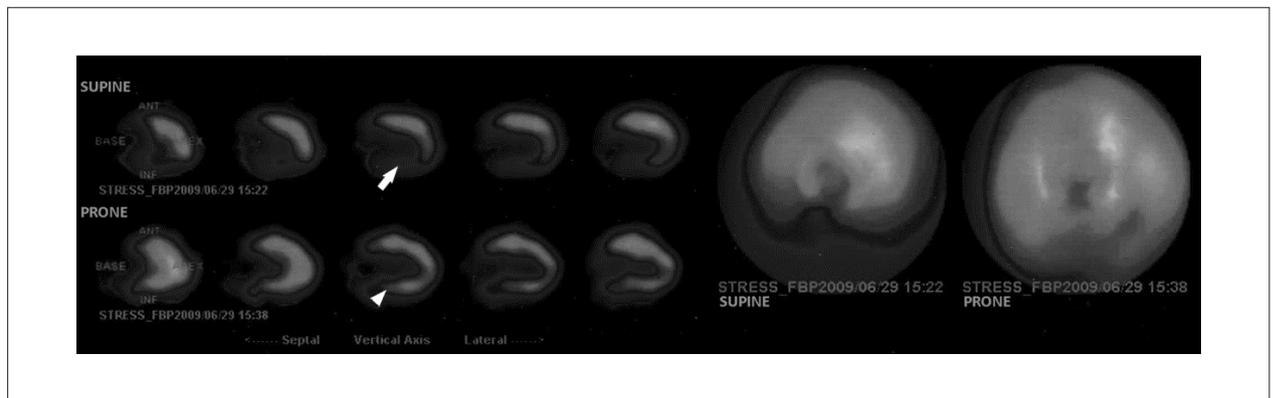
O teste *t* para amostras pareadas foi utilizado para avaliar a significância estatística entre a média dos SSS derivadas dos estudos nas posições supina e prona. A diferença média dos SSS entre os grupos de defeitos desaparecidos e remanescentes foi comparada usando o teste *t* para amostras independentes. O programa utilizado para a análise estatística foi o SPSS 19.0. Utilizou-se um nível de significância de 0,01.

A normalidade dos dados foi testada utilizando-se o teste de Shapiro-Wilk, que mostrou que os dados tinham uma distribuição normal.

#### Resultados

Os artefatos da parede inferior foram observados em 114 pacientes do sexo masculino e em seis pacientes do sexo feminino. No presente estudo, 94 dos 120 pacientes com um defeito inferior da posição supina (78,3%) mostraram imagem prona normal (defeito desaparecido), e a cintilografia não foi realizada. O achado foi atribuído à atenuação diafragmática (Figura 1). A angiografia coronária mostrou uma artéria coronária direita (ACD) patente em 89 (74,2%) dos 94 pacientes (verdadeiro negativo) e estenose importante da ACD em 5 (4,2%) de 94 pacientes (falso negativo). Na população de estudo, 26 dos 120 pacientes (21,6%) mostraram imagem prona anormal (defeito remanescente) e o estudo em repouso foi realizado. Em 19 (15,8%) de 26 pacientes, a estenose na ACD foi angiograficamente confirmada e o estudo em repouso mostrou evidências de isquemia transitória ou infarto prévio (verdadeiro positivo). Dos sete pacientes restantes (5,8%), a angiografia revelou ACD normal (falso positivo). O estudo em repouso demonstrou defeito reversível em quatro deles, resultando em insuficiente diferenciação entre isquemia e artefato de atenuação. Um defeito da parede inferior foi demonstrado nos 3 pacientes remanescentes. Com base nos dados clínicos do paciente e em nossa experiência, esses achados foram finalmente atribuídos à atenuação do diafragma. Entre todos os 120 pacientes estudados, um aparentemente novo defeito anterior-anteroseptal foi observado em 8 pacientes na posição prona (6,7%). Isso foi atribuído à atenuação do esterno ou da costela, considerando-se a patência normal confirmada angiograficamente da artéria coronária correspondente. Além disso, a imagem prona tendeu a melhorar a especificidade (92,7%) de detecção de DAC na parede inferior, sem uma redução significativa da sensibilidade (79,2%).

Com base em nossos dados, seis de 120 pacientes com um defeito na parede inferior na posição supina tinha tido infarto anterior. A cintilografia revelou um defeito "remanescente" na posição prona em quatro deles (verdadeiro positivo). Esse achado era esperado devido ao histórico de infarto da parede inferior. Em uma paciente com infarto inferior prévio, foi observada uma



**Figura 1** – um homem de 65 anos de idade com resultados normais na arteriografia coronária: um defeito da parede inferior na posição supina (seta), que desaparece com a mudança de posição (ponta de seta), atribuído a artefato de atenuação diafragmática.

interpretação normal na posição prona inesperada (falso negativo). Finalmente, um paciente com infarto da parede anterior demonstrou melhora do defeito de perfusão com a mudança de posição (verdadeiro negativo).

Em pacientes com interpretação normal na posição prona (defeito desaparecido) e ACD patente angiograficamente confirmada, os SSS médios dos estudos nas posições supina e prona foram  $9,35 \pm 2,32$  e  $2,07 \pm 1,28$ , respectivamente, com a diferença entre eles sendo estatisticamente significativa ( $p: 0,00$ ). Os SSS médios em pacientes com interpretação anormal na posição prona (defeito remanescente) e ACD com estenose severa foram  $11,74 + 3,05$  para a supina contra  $10,95 + 2,65$  para os estudos na posição prona, e a diferença foi marginalmente não significativa ( $p: 0,012$ ). Os dados da análise estatística são apresentados na Tabela 3. A diferença da média dos SSS das imagens supina anormal-prona normal e supina anormal-prona anormal foi de  $7,28 + 2,65$  e  $0,85 \pm 1,19$ , respectivamente, com a diferença sendo significativa ( $p: 0,00$ ). Os pacientes com defeito de perfusão na parede inferior que tiveram imagens obtidas nas posições supina e prona eram mais frequentemente do sexo masculino. A análise quantitativa não alterou os resultados cintilográficos da interpretação visual e forneceu maior precisão.

A realização da análise estatística em mulheres com um defeito na parede anterior não foi viável, devido ao número limitado de pacientes. A aquisição de imagem na posição prona mostrou atividade normal da parede anterior em 12 dos 19 pacientes (63,1%) e a imagem em repouso não foi feita. O achado foi corretamente atribuído à atenuação da mama (Figura 2). A patência normal dos vasos coronários foi angiograficamente confirmada. Dois pacientes (10,5%) mostraram um defeito que persistiu apesar da mudança posicional e o estudo em repouso foi realizado. Ambos os pacientes tinham histórico de infarto da parede anterior. Apesar de angiografias coronárias normais e sem histórico de DAC, quatro pacientes (21%) mostraram defeitos remanescentes (falsos positivos). Além disso, um paciente (5,2%), com oclusão total do primeiro ramo diagonal mostrou captação normal do traçador na posição prona (falso negativo).

O exercício em esteira foi realizado em 122 de 139 pacientes e alcançou pelo menos 85% da taxa de batimentos cardíacos máximos previstos (52 máximo e 70 submáximo no teste de esforço). O estresse farmacológico foi realizado com infusão de adenosina em 17 pacientes. Foi observado teste ergométrico positivo sugestivo de isquemia em 29 pacientes. A cintilografia revelou defeitos de perfusão reversíveis e fixos em 19 e em dois pacientes, respectivamente. Nos oito pacientes restantes, foi detectada imagem de perfusão normal. Quinze pacientes com defeitos de perfusão reversíveis tiveram estenose da artéria coronária confirmada angiograficamente, enquanto quatro pacientes apresentaram histórico de revascularização. Ambos os casos com defeitos fixos tinham infarto prévio, enquanto a angiografia revelou estenose limítrofe. Quatro pacientes com cintilografia de perfusão normal tinham estenose da artéria coronária, três tinham histórico de revascularização e um paciente era fortemente suspeito de ter a síndrome cardíaca X. O resultado negativo do teste ergométrico foi observado em 93 pacientes. A imagem miocárdica mostrou perfusão normal em 86 casos e anormal em sete casos. Observadores diagnosticaram defeitos reversíveis e fixos em três e quatro casos, respectivamente. Um paciente com defeito reversível apresentou estenose angiograficamente confirmada enquanto nos dois pacientes restantes a angiografia mostrou patência normal do vaso, por conseguinte, o achado foi muito provavelmente atribuído a artefato de atenuação. Dois pacientes com defeitos fixos tinham infarto do miocárdio prévio, um apresentava histórico de revascularização e o outro estava com angioplastia marcada devido à estenose grave da artéria descendente anterior esquerda.

## Discussão

O presente estudo confirma que a imagem na posição prona aumenta a especificidade e reduz alterações da parede inferior por artefatos associadas ao estudo exclusivo na posição supina<sup>3-5,9</sup>, levando a decisões clínicas mais adequadas e diminuindo o período de espera no hospital e o desconforto do paciente<sup>5,7,12</sup>. Mais importante ainda, o estudo de perfusão miocárdica em repouso pode ser eliminado com segurança em pacientes com defeito “desaparecido” de parede inferior

Tabela 3 – Dados da análise estatística na comparação entre os estudos das posições supina versus prona

	Escore somado de estresse		valor de p
	Supina	Prona	
Defeito desaparecido no SPECT na posição prona	9,35 ± 2,32	2,07 ± 1,28	0,00
Defeito remanescente no SPECT na posição prona	11,77 ± 3,05	10,95 ± 2,65	0,012

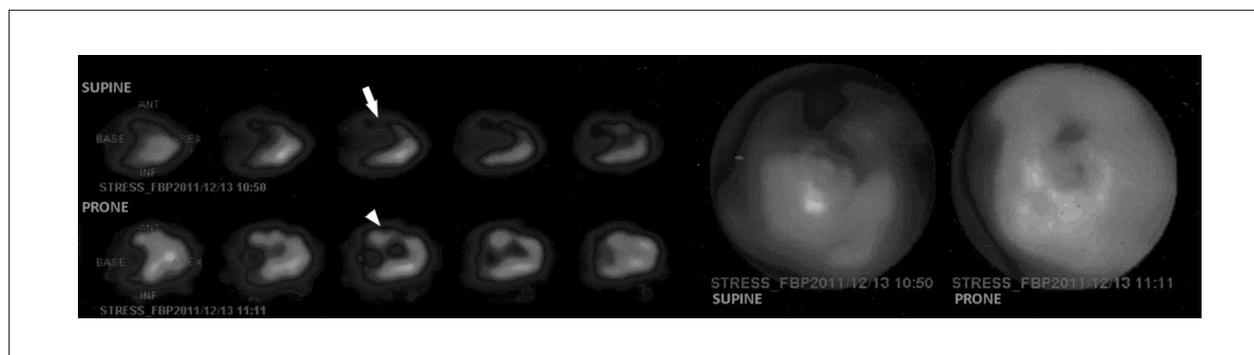


Figura 2 – Uma mulher de 75 anos de idade sem doença arterial coronária: um defeito de perfusão da parede anterior (seta) que melhora por completo ao mudar da posição supina para a prona (ponta de seta). O defeito foi considerado artefato de atenuação de tecido da mama.

por SPECT na posição prona. Isso fornece uma abordagem excelente para limitar a exposição à radiação, evitando a infusão adicional de radionuclídeos.

Os artefatos de atenuação por tecidos moles constituem a maior falha da cintilografia de perfusão miocárdica. Várias técnicas para melhorar a especificidade têm sido avaliadas<sup>1</sup>, mas até hoje não há uma definição clara sobre qual é a melhor<sup>13,14</sup>. É geralmente aceito que os artefatos de atenuação são menos frequentes com traçadores Tc-99m do que com tálio-201 (Tl-201)<sup>15</sup>. A imagem prona proporciona interpretações cintilográficas mais precisas sem qualquer custo adicional, é de baixo custo e não proporciona qualquer radiação extra ao paciente<sup>6</sup>. Ela está associada com aumento da contagem nas paredes inferior e septal, menor movimentação e desconforto do paciente e desvio cardíaco<sup>12,16-18</sup>. No entanto, é menos adequado para mulheres com seios grandes e pacientes obesos<sup>2,19</sup>. O ECG-gating melhora a especificidade de detecção da doença da parede inferior e além disso, fornece informação funcional<sup>6,16</sup>. A presença de movimento normal da parede em um defeito de perfusão fixo é geralmente consistente com artefato de atenuação; no entanto, pequenas cicatrizes ou ferimentos não-transmurais podem exibir esse mesmo padrão de imagem<sup>1</sup>. No entanto, alguns autores acreditam que o ECG-gating é o método mais prático em investigações de rotina<sup>20</sup>. Sistemas de correção de atenuação direta estão disponíveis comercialmente<sup>1</sup>. Embora esses sistemas tendam a diminuir a taxa de interpretações ambíguas em um grau maior do que a imagem prona, eles requerem o uso de hardware e software de alto custo<sup>1,5,6,21</sup>.

A substituição regular da imagem supina pela imagem prona é uma questão controversa, considerando o artefato ocasionalmente observado na parede anterior-anteroseptal

na posição prona<sup>19,22,23</sup>. Esse achado é presumivelmente atribuído à atenuação do esterno e/ou da costela<sup>1,4</sup>. No presente estudo, esse problema foi observado em 8 de 120 pacientes (6,7%). A maioria sugere que a posição prona deve ser considerada apenas quando a imagem na posição supina levanta a questão do defeito de perfusão verdadeiro da parede inferior ou de uma anormalidade causada por artefato<sup>4,19,22</sup>.

O uso combinado de imagens quantitativas nas posições supina e prona na superação dos artefatos de atenuação do diafragma e/ou da mama já foi avaliado anteriormente. Os dados de diversos pesquisadores mostraram um aumento significativo da especificidade sem comprometer a sensibilidade para o diagnóstico de DAC<sup>3,4,24</sup>. Isso está de acordo com os resultados do nosso estudo, onde foram mostradas uma sensibilidade de 79,2% e especificidade de 92,7%. Katayama e cols.<sup>25</sup> demonstraram similarmente que o estudo de estresse com Tl-201 na posição prona tende a melhorar a especificidade da detecção de doença coronariana na parede inferior. Por outro lado, eles mostraram que a sensibilidade é reduzida quando comparada às imagens na posição supina em repouso e em estresse.

Em nossa população de estudo, aquisição de imagem em repouso foi omitida em pacientes com defeitos na posição supina com SPECT que desapareciam nas imagens em posição prona. Entretanto, poucos grupos de pesquisa realizaram testes em repouso e estresse em todos os casos<sup>4,9,10,18,19</sup>. Todos eles apontam para a excelente utilidade de aquisições de imagens na posição supina e prona combinadas sobre os artefatos de atenuação, o que também foi observado em nosso estudo. Segall e Davis<sup>9</sup> demonstraram que a especificidade para a ACD foi muito melhor (90%

versus 66%) quando os pacientes foram examinados na posição prona em relação à posição supina. Além disso, o efeito global sobre a detecção de DAC mostrou maior precisão e especificidade (82% versus 59%), sem perda significativa de sensibilidade (75% versus 79%)<sup>9</sup>. Além disso, Hayer e cols.<sup>4</sup> concluíram que os pacientes com defeito da parede inferior na posição supina que não estava presente na imagem prona apresentaram baixo risco de eventos cardíacos, similar àqueles que tinham estudos normais somente na posição supina. Recentemente Nishiyama e cols.<sup>26</sup> avaliaram a viabilidade de imagens combinadas usando uma câmera ultrarrápida de telureto de cádmio e zinco (CZT). Eles concluíram que a combinação das posições supina e prona usando CZT SPECT produzia ganhos significativos na especificidade e precisão, ao passo que o tempo de aquisição é reduzido em até um quinto.

Resultados falsos negativos e falsos positivos das imagens na posição prona foram observados em 4,2% e 5,8% da população estudada, respectivamente. O desenvolvimento da circulação coronária colateral poderia ser uma possível explicação dos resultados falsos negativos. Assim, a mudança de posição pode não ser suficiente para diferenciar artefatos de atenuação da DAC<sup>6</sup>.

Apesar de alguns autores acreditarem que a imagem na posição prona está associada com o aumento da distância da câmera à parede torácica e com a contagem miocárdica total menor quando comparados com a posição supina<sup>2,19</sup>, nesse trabalho a qualidade da imagem na posição prona foi bastante satisfatória. Isto está de acordo com um estudo recente da Gutstein e cols.<sup>27</sup>, que mostrou que as imagens prona e supina estão associadas com boa qualidade comparável de imagem na população não-obesa, embora a aquisição em metade do tempo tenha sido utilizada.

Defeitos da parede anterior são mais comuns em mulheres. Embora alguns acreditem que a mudança de posição contribui principalmente para a taxa de desaparecimento da atenuação diafragmática<sup>9,10</sup>, é um fato confirmado que a abordagem supina e prona combinadas melhora as taxas de especificidade e de normalidade em mulheres<sup>24</sup>. Embora nosso estudo tenha sido limitado a apenas 19 pacientes, 63,1% dos defeitos da parede anterior desapareceu na imagem prona e, posteriormente, o estudo de perfusão em repouso foi devidamente eliminado. Defeitos da parede anterior na aquisição de imagem na posição supina, que estavam ausentes com a mudança de posição, tenderam a representar artefatos de atenuação da mama.

Diversas estratégias têm sido utilizadas para minimizar a dose de radiação na cardiologia nuclear. Segundo a filosofia "ALARA", deve ser feito um esforço para manter a exposição à radiação tão baixa quanto razoavelmente factível (*As Low As Reasonably Achievable*, em inglês)<sup>28</sup>. Uma estratégia atraente é o uso de agentes Tc-99m e protocolos de estresse e estresse-first<sup>28</sup>. Parece que a imagem na posição prona fornece uma abordagem de imagem alternativa para reduzir a exposição do paciente à radiação. Com base no nosso estudo, a aquisição de imagem na posição prona corretamente revelou defeitos desaparecidos em 89 de 120 pacientes com captação reduzida na parede inferior e em 12 das 19 mulheres com captação reduzida na parede anterior. Os resultados foram considerados como

artefatos de atenuação do diafragma e do tecido da mama, respectivamente. Assim, a imagem prona em SPECT oferece a possibilidade de evitar a infusão adicional de radiofármaco em um estudo em repouso desnecessário. Isto tende a reduzir a dose de radiação por um fator de 4<sup>29</sup>, proporcionando ao mesmo tempo informações prognósticas similares ao estudo de perfusão normal de repouso e estresse<sup>8,29</sup>. Além disso, ele economiza tempo para os pacientes e para os departamentos sobrecarregados, permitindo, assim, a execução de estudos de medicina nuclear adicionais<sup>29</sup>.

Recentemente, um grupo de pesquisa comparou a concordância inter-observador entre dois leitores experientes usando apenas posição supina contra a imagem combinada supina/prona. Eles mostraram uma melhora da correlação inter-observador e a concordância diagnóstica, através da eliminação de artefatos comuns, como a atenuação da parede inferior, movimento do paciente e interferência de atividade externa. Isso provavelmente resultará em um tratamento mais uniforme e padrão, que, além de melhora na precisão, levará a um número menor de testes desnecessários adicionais.

Ceylan Gunay e cols.<sup>7</sup> relataram recentemente que uma cintilografia de perfusão miocárdica em repouso com Tc-99m metoxi-isobutil-isonitrila desnecessária poderia ser evitada em pacientes com desaparecimento completo de defeito na parede inferior por imagem de estresse na posição prona. De forma similar aos nossos resultados, eles indicaram que, em pacientes com defeitos verdadeiros, a quantificação da perfusão era irrelevante para a posição das imagens, pois os SSS de estudos de estresse nas posições supina e prona não foram diferentes. Esse fato é de extrema importância, no que diz respeito à melhoria da especificidade, à taxa de resultados positivos verdadeiros e à confiabilidade do estudo de cintilografia.

Com base em nossos dados, havia sete pacientes com defeito na posição prona desaparecido na parede inferior e um paciente com defeito desaparecido na parede anterior, que foram submetidos à angiografia coronária um mês após a cintilografia de perfusão. Havia forte suspeita de estenose da artéria coronária devido aos sintomas e fatores de risco nesses pacientes. As angiografias não revelaram DAC estenótica. Parece que a imagem na posição prona provavelmente poderia ter um papel adicional na prevenção de angiografias coronárias desnecessárias e, além disso, minimizar a exposição à radiação, especialmente em pacientes de baixo risco. Recentemente, Worden e cols.<sup>31</sup>, revelou que pacientes com anormalidades de perfusão durante a cintilografia de estresse na posição supina, que desapareciam durante o exame na posição prona, apresentam baixo risco de morte cardíaca ou infarto do miocárdio durante acompanhamento em médio prazo. Tendo em vista que esses pacientes raramente necessitam de angiografia coronária invasiva, a aplicação mais ampla da imagem prona poderia levar à redução da exposição aos riscos e despesas de procedimentos invasivos desnecessários.

#### Limitações do estudo

Existem algumas limitações do estudo. A análise é limitada às imagens de estresse em apenas 120 pacientes. Embora a imagem de repouso tenha sido realizada na presença de um defeito remanescente na posição prona e os segmentos também

tenham sido pontuados, ela foi obtida apenas na posição supina. A população do estudo foi selecionada em um único centro. Nossos resultados foram relacionados com imagens quantitativas nas posições supina e prona sem o uso de avaliação através de gated-SPECT do movimento ou espessamento da parede. Investigamos uma população de ambos os sexos em relação aos defeitos de perfusão da parede inferior sem a realização de qualquer investigação de viabilidade. Embora nossos dados nos pacientes do sexo feminino com defeito na parede anterior sejam encorajadores, a amostra do estudo é muito pequena e outros estudos são necessários para esclarecer essa questão. Aqui, apresentamos apenas os resultados preliminares de um estudo em curso.

### Conclusão

A adição da posição prona à cintilografia miocárdica de estresse na posição supina diminui as taxas de falsos positivos e leva a resultados mais precisos. Além disso, aumenta a especificidade sem comprometer a sensibilidade para o diagnóstico de DAC. Ela apresenta o benefício chave de reduzir o número de estudos em repouso desnecessários, enquanto minimiza a exposição à radiação, tempo de investigação e custo. Além disso, esse procedimento poderia possivelmente ser um método útil e prático de evitar encaminhamentos desnecessários para angiografias coronárias, especialmente em pacientes de baixo risco. Não houve fontes de financiamento externas para este estudo.

### Referências

1. Bateman TM, Cullom SJ. Attenuation correction single-photon emission computed tomography myocardial perfusion imaging. *Semin Nucl Med.* 2005;35(1):37-51.
2. Heiba SI, Hayat NJ, Salman HS, Higazy E, Sayed ME, Saleh Z, et al. Technetium-99m-MIBI myocardial SPECT: supine versus right lateral imaging and comparison with coronary arteriography. *J Nucl Med.* 1997;38(10):1510-4.
3. Nishina H, Slomka PJ, Abidov A, Yoda S, Akincioglu C, Kang X, et al. Combined supine and prone quantitative myocardial perfusion SPECT: method development and clinical validation in patients with no known coronary artery disease. *J Nucl Med.* 2006;47(1):51-8.
4. Hayes SW, De Lorenzo A, Hachamovitch R, Dhar SC, Hsu P, Cohen I, et al. Prognostic implications of combined prone and supine acquisitions in patients with equivocal or abnormal supine myocardial perfusion SPECT. *J Nucl Med.* 2003;44(10):1633-40.
5. Stowers SA, Umfrid R. Supine-prone SPECT myocardial perfusion imaging: the poor man's attenuation compensation. *J Nucl Cardiol.* 2003;10(3):338.
6. Hedén B, Persson E, Carlsson M, Pahlm O, Arheden H. Disappearance of myocardial perfusion defects on prone SPECT imaging: comparison with cardiac magnetic resonance imaging in patients without established coronary artery disease. *BMC Med Imaging.* 2009;9:16.
7. Ceylan Gunay E, Erdogan A, Yalcin H, Ozcan Kara P. Prone imaging allows efficient radiopharmaceutical usage by obviating the necessity of a rest study in Tc-99m-methoxyisobutylisonitrile myocardial perfusion scintigraphy. *Nucl Med Commun.* 2011;32(4):284-8.
8. Duvall WL, Wijetunga MN, Klein TM, Razzouk L, Godbold J, Croft LB, et al. The prognosis of a normal stress-only Tc-99m myocardial perfusion imaging study. *J Nucl Cardiol.* 2010;17(3):370-7.

### Agradecimentos

Agradecemos ao Dr. Panagiotis Stratakis para assistência estatística.

### Contribuição dos autores

Concepção e desenho da pesquisa: Stathaki M, Karkavitsas N. Obtenção de dados: Stathaki M, Koukouraki S, Papadaki E, Tsaroucha A. Análise e interpretação dos dados: Stathaki M, Koukouraki S, Papadaki E, Tsaroucha A. Análise estatística: Stathaki M. Redação do manuscrito: Stathaki M, Papadaki E. Revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Stathaki M, Koukouraki S. Supervisão / como investigador principal: Stathaki M, Koukouraki S, Karkavitsas N.

### Potencial conflito de interesse

Declaro não haver conflito de interesses pertinentes.

### Fontes de financiamento

O presente estudo não teve fontes de financiamento externas.

### Vinculação acadêmica

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

9. Segall GM, Davis MJ. Prone versus supine thallium myocardial SPECT: a method to decrease artifactual inferior wall defects. *J Nucl Med.* 1989;30(4):548-55.
10. Perault C, Loboguerrero A, Liehn JC, Wampach H, Gibold C, Ouzan J, et al. Quantitative comparison of prone and supine myocardial SPECT MIBI images. *Clin Nucl Med.* 1995;20(8):678-84.
11. Berman DS, Hachamovitch R, Kiat H, Cohen I, Cabico JA, Wang FP, et al. Incremental value of prognostic testing in patients with known or suspected ischemic heart disease: a basis for optimal utilization of exercise technetium-99m sestamibi myocardial perfusion single-photon emission computed tomography. *J Am Coll Cardiol.* 1995;26(3):639-47.
12. Esquerré JP, Coca FJ, Martínez SJ, Guiraud RF. Prone decubitus: a solution to inferior wall attenuation in thallium-201 myocardial tomography. *J Nucl Med.* 1989;30(3):398-401.
13. Garcia EV. SPECT attenuation correction: an essential tool to realize nuclear cardiology's manifest destiny. *J Nucl Cardiol.* 2007;14(1):16-24.
14. Germano G, Slomka PJ, Berman DS. Attenuation correction in cardiac SPECT: the boy who cried wolf? *J Nucl Cardiol.* 2007;14(1):25-35.
15. DePuey EG 3<sup>rd</sup>. How to detect and avoid myocardial perfusion SPECT artifacts. *J Nucl Med.* 1994;35(4):699-702.
16. Berman DS, Kang X, Nishina H, Slomka PJ, Shaw LJ, Hayes SW, et al. Diagnostic accuracy of gated Tc-99m sestamibi stress myocardial perfusion SPECT with combined supine and prone acquisitions to detect coronary artery disease in obese and nonobese patients. *J Nucl Cardiol.* 2006;13(2):191-201.
17. Peterson PN, Parker JA, Tepper MR, Hauser TH, English J, Danias PG. Prone SPECT myocardial perfusion imaging is associated with less cardiac drift during the acquisition duration than imaging in the supine position. *Nucl Med Commun.* 2005;26(2):115-7.

18. Lisbona R, Dinh L, Derbekyan V, Novales-Diaz JA. Supine and prone SPECT Tc-99m MIBI myocardial perfusion imaging for dipyridamole studies. *Clin Nucl Med.* 1995;20(8):674-7.
19. Kiat H, Van Train KF, Friedman JD, Germano G, Silagan G, Wang FP, et al. Quantitative stress-redistribution thallium-201 SPECT using prone imaging: methodologic development and validation. *J Nucl Med.* 1992;33(8):1509-15.
20. Doğruca Z, Kabasakal L, Yapar F, Nisil C, Vural VA, Onsel Q. A comparison of Tl-201 stress-reinjection-prone SPECT and Tc-99m-sestamibi gated SPECT in the differentiation of inferior wall defects from artifacts. *Nucl Med Commun.* 2000;21(8):719-27.
21. Malkerneker D, Brenner R, Martin WH, Sampson UK, Feurer ID, Kronenberg MW, et al. CT-based attenuation correction versus prone imaging to decrease equivocal interpretations of rest/stress Tc-99m tetrofosmin SPECT MPI. *J Nucl Cardiol.* 2007;14(3):314-23.
22. Berman D, Germano G, Lewin H, Kang X, Kavanagh PB, Tapnio P, et al. 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.
23. Shin JH, Pokharna HK, Williams KA, Mehta R, Ward RP. SPECT myocardial perfusion imaging with prone-only acquisitions: correlation with coronary angiography. *J Nucl Cardiol.* 2009;16(4):590-6.
24. Slomka PJ, Nishina H, Abidov A, Hayes SW, Friedman JD, Berman DS, et al. Combined quantitative supine-prone myocardial perfusion SPECT improves detection of coronary artery disease and normalcy rates in women. *J Nucl Cardiol.* 2007;14(1):44-52.
25. Katayama T, Ogata N, Tsuruya Y. Diagnostic accuracy of supine and prone thallium-201 stress myocardial perfusion single-photon emission computed tomography to detect coronary artery disease in inferior wall of left ventricle. *Ann Nucl Med.* 2008;22(4):317-21.
26. Nishiyama Y, Miyagawa M, Kawaguchi N, Nakamura M, Kido T, Kurata A, et al. Combined supine and prone myocardial perfusion single-photon emission computed tomography with a cadmium zinc telluride camera for detection of coronary artery disease. *Circ J.* 2014;78(5):1169-75.
27. Gutstein A, Solodky A, Mats I, Nevzorov R, Belzer D, Hasid Y, et al. Feasibility of myocardial perfusion SPECT with prone and half-time imaging. *Nucl Med Commun.* 2011;32(5):386-91.
28. Einstein AJ, Moser KW, Thompson RC, Cerqueira MD, Henzlova MJ. Radiation dose to patients from cardiac diagnostic imaging. *Circulation.* 2007;116(11):1290-305.
29. Cheetham AM, Naylor V, McGhie J, Ghiotto F, Al-Housni MB, Kelion AD. Is stress-only imaging practical when a 1-day stress-rest <sup>99m</sup>Tc-tetrofosmin protocol is used? *Nucl Med Commun.* 2006;27(2):113-7.
30. Arsanjani R, Hayes SW, Fish M, Shalev A, Nakanishi R, Thomson LE, et al. Two-position supine/prone myocardial perfusion SPECT (MPS) imaging improves visual inter-observer correlation and agreement. *J Nucl Cardiol.* 2014;21(4):703-11.
31. Worden NE, Lindower PD, Burns TL, Chatterjee K, Weiss RM. A second look with prone SPECT myocardial perfusion imaging reduces the need for angiography in patients at low risk for cardiac death or MI. *J Nucl Cardiol.* 2015;22(1):115-22.