

Viabilidade Miocárdica na Lesão Uniarterial: Papel da Ecocardiografia de Estresse com Dobutamina

Myocardial Viability in a Single-Vessel Disease: The Role of a Dobutamine Stress Echocardiography

Márcia Bueno Castier, José Raul Alves Carrinho, Márcia Alves Carrinho, Francisco Manes Albanesi Filho, Álvaro Villela de Moraes, Fernando Portugal Morcerf
Universidade do Estado do Rio de Janeiro e ECOR Serviço de Ecocardiografia - Rio de Janeiro, RJ

OBJETIVO

Estudar um grupo de pacientes com lesão significativa em apenas uma artéria coronária e demonstrar se a ecocardiografia de estresse com dobutamina (EED) tem boa sensibilidade e especificidade na avaliação de viabilidade miocárdica nesse grupo de pacientes.

MÉTODOS

Foram estudados 20 pacientes submetidos a angioplastia coronariana transluminal percutânea (ATC). Esse grupo foi avaliado 2 a 7 ($3,65 \pm 1,69$) dias antes do procedimento, e 2 a 5 ($4 \pm 0,80$) dias depois, realizando-se EED. Para a determinação de viabilidade miocárdica foi utilizado ecocardiograma bidimensional três meses após o procedimento. Doze pacientes foram submetidos a ATC de artéria descendente anterior (DA), 7 de artéria coronária direita (CD) e 1 de circunflexa (CX). Apenas um procedimento (CD) não obteve pleno êxito.

RESULTADOS

Dos 340 segmentos estudados, 99 (29,18%) demonstraram alterações contráteis, sendo 63 hipocinéticos (63,4%), 28 acinéticos (28,28%) e 8 discinéticos (8,08%). Quanto aos segmentos envolvidos, obtivemos sensibilidade de 92,59%, especificidade de 84,45%, acurácia de 88,88% para o exame EED. O único caso de ATC de CX demonstrou sensibilidade de 100%; para DA, sensibilidade de 88,58%, especificidade de 95% e acurácia de 90,91%. Para segmentos da CD, sensibilidade de 91,30%, especificidade de 83,33% e acurácia de 88,71%. Todos os segmentos discinéticos eram inviáveis. Dos 63 hipocinéticos, a EED previu recuperação em 91,48%.

CONCLUSÃO

A EED é útil na avaliação de viabilidade miocárdica em pacientes com lesão significativa de apenas uma artéria.

PALAVRAS-CHAVE

ecocardiograma de estresse, viabilidade miocárdica, lesão uniarterial

OBJECTIVE

To investigate a group of patients that have a significant lesion in a single-vessel and to demonstrate whether or not the sensitivity and specificity of a dobutamine stress echocardiography (DSE) was valuable in the evaluation of myocardial viability for these patients.

METHODS

Twenty patients who had undergone percutaneous transluminal coronary angioplasty (PTCA) were studied. This group was evaluated 2 to 7 days (3.65 ± 1.69) before the procedure and 2 to 5 days (4 ± 0.80) after the procedure with a DSE. Myocardial viability was assessed three months after the procedure using a two dimensional echocardiogram. Twelve patients underwent PTCA on the left anterior descending artery (LAD), 7 on the right coronary artery (RC) and 1 on the circumflex artery (CX). Only one right coronary artery procedure was not 100% successful.

RESULTS

From the 340 segments that were studied, 99 (29.18%) demonstrated contractile alterations of which 63 were hypokinetic (63.4%), 28 akinetic (28.28%) and 8 dyskinetic (8.08%). In reference to the segments involved, we obtained a sensitivity of 92.59%, specificity of 84.45%, and accuracy of 88.88% for the DSE. The solitary case of PTCA for the circumflex artery demonstrated 100% sensitivity. The LAD demonstrated a sensitivity of 88.58%, specificity of 95% and accuracy of 90.91%. For the RC segments, sensitivity was 91.30%, specificity 83.33% and accuracy 88.71%. All dyskinetic segments were unviable. The DSE predicted a 91.48% recovery rate for the 63 hypokinetic segments.

CONCLUSION

The DSE is an effective test for evaluating myocardial viability in patients with a significant single-vessel disease.

KEY WORDS

stress echocardiography, myocardial viability, single-vessel disease

Por se tratar de um método não-invasivo, reprodutível, de custo baixo, e possível de ser realizado à beira do leito, o ecocardiograma tornou-se amplamente utilizado para detecção da doença coronariana. Uma das técnicas ecocardiográficas é a realização do exame durante a infusão de agentes produtores de estresse, como a dobutamina, para avaliação da presença de isquemia e/ou de viabilidade miocárdica, já que a avaliação da doença coronariana pelo ecocardiograma de repouso tem valor limitado, pois é necessário que haja redução crítica do fluxo sanguíneo coronariano para que haja alteração contrátil detectável. A detecção da viabilidade miocárdica é de fundamental importância na definição da estratégia terapêutica nos pacientes portadores de doença coronariana e se relaciona diretamente com o prognóstico destes. A decisão da realização de algum procedimento de revascularização nos pacientes com viabilidade também implica modificação no prognóstico¹. Desde 1990, o ecocardiograma de estresse com dobutamina (EED) vem sendo utilizado para a detecção de viabilidade miocárdica, podendo ser utilizado tanto na fase aguda como na fase crônica da doença coronariana². A presença de resposta bifásica, em que há aumento da contratilidade seguido de piora desta com o aumento da dose do fármaco, é descrita como muito sensível para a identificação de áreas viáveis¹.

Embora o método não seja novo, vem ganhando crescente interesse por parte dos cardiologistas clínicos, pela ajuda que pode oferecer na decisão quanto à melhor estratégia terapêutica para o paciente. Os trabalhos já publicados para o uso e importância do EED na avaliação de viabilidade miocárdica misturam vários subgrupos de pacientes (exemplo: aqueles com e sem intervenção prévia, uni e multivasculares). Assim, o objetivo deste trabalho foi o de estudar um grupo de pacientes que possuía lesão significativa em apenas uma artéria coronária e demonstrar se a ecocardiografia de estresse com dobutamina tem boa sensibilidade e especificidade na avaliação de viabilidade miocárdica nesse grupo de pacientes.

MÉTODOS

Foram estudados 22 pacientes consecutivos encaminhados para angioplastia coronariana percutânea transluminal (ACPT), visando ao tratamento de lesão coronariana obstrutiva de um vaso. Os critérios de inclusão neste estudo foram: estenose arterial maior que 70% em um único vaso, alteração contrátil na ventriculografia, na região correspondente à lesão arterial, ausência de lesões obstrutivas em outros vasos coronarianos superiores a 50%. Os critérios de exclusão foram: quadro clínico de angina instável, infarto do miocárdio com menos de seis semanas de evolução, janela ecocardiográfica inadequada para obtenção de imagens, lesão orovalvar associada, história prévia de revascularização cirúrgica do miocárdio e piora do quadro clínico ao longo do acompanhamento.

Dos 22 pacientes iniciais, dois foram excluídos ao longo do trabalho por apresentarem, após a realização da ACPT, quadro clínico de angina e achado de reestenose coronariana. Assim sendo, vinte pacientes concluíram o estudo. Desses, doze eram do sexo masculino (60%), com idades entre 36 e 74 anos (55 ± 10 anos). Quanto às características clínicas, doze (60%) tinham história prévia de infarto do miocárdio com mais de oito semanas de evolução e oito (40%), de angina estável. Os pacientes com infarto do miocárdio apresentavam 9 a 106 semanas de evolução (33 ± 29). Apenas um já havia se submetido a angioplastia prévia de outro vaso. O grau de lesão coronariana variou de obstruções de 70% a 95% (média de $84,75 \pm 8,03$).

Este estudo constou de três etapas. A primeira foi realizada dois a sete dias ($3,65 \pm 1,69$) antes do procedimento de ACPT e, no mesmo dia, foram feitos o ecocardiograma uni e bidimensional. Nenhum paciente apresentou alteração do quadro clínico entre os exames e a realização do procedimento de revascularização por angioplastia. A segunda etapa foi realizada 2 a 5 dias ($4,0 \pm 0,8$) após essa intervenção, e tanto o ecocardiograma basal quanto o EED foram repetidos. Durante esse intervalo, os pacientes foram acompanhados clinicamente com eletrocardiogramas e exames ergométricos seriados. Após três meses do procedimento (terceira etapa), o ecocardiograma uni e bidimensional foi realizado para determinar a presença de viabilidade miocárdica. Para avaliação de viabilidade miocárdica, foram revistos os exames bidimensionais pré-procedimento, pós-procedimento imediato (dois a cinco dias) e três meses após. Os segmentos que apresentaram incremento de contratilidade no ecocardiograma realizado após três meses foram considerados viáveis.

Os exames ecocardiográficos foram realizados em aparelhos da marca ATL, modelo HDI 3000. Todos os exames foram gravados em videocassete para posterior análise, além de arquivados em disco ótico.

O protocolo do EED utilizado consistiu da realização de etapas de infusão de 3 minutos, nas doses de 5, 10, 20, 30 e 40 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{minuto}$ em cada uma³. Quando não foi possível atingir a frequência submáxima, utilizou-se atropina, até 1 mg, por via endovenosa, na última etapa. Os exames foram revisados posteriormente, sendo a avaliação da contratilidade segmentar realizada em dezessete diferentes segmentos do ventrículo esquerdo⁴. Para podermos avaliar de forma semiquantitativa a contratilidade ventricular esquerda utilizamos o escore de contração segmentar⁵.

O estudo das variáveis contínuas foi feito através das médias e desvios padrão. Para comparação de médias obtidas nos escores estudados foi utilizado o teste não-paramétrico de Mann-Whitney. Na avaliação de eficiência dos testes diagnósticos foram usados sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo (VPP), valor preditivo negativo (VPN) e acurácia. O erro alfa utilizado para os testes foi de 5%.

RESULTADOS

Nos vinte pacientes que concluíram o estudo, a angioplastia coronariana transluminal percutânea (ACTP) foi realizada na DA em doze (60%), na CD em sete (35%), e em um (5%) na CX.

Em cada etapa do estudo foram analisados 340 segmentos no total. No ecocardiograma realizado antes da ACTP, 99 segmentos (29,18%) apresentavam alteração contrátil. Nesse primeiro exame, 63 segmentos (63,64%) foram considerados hipocinéticos, 28 acinéticos (28,28%) e oito discinéticos (8,08%), correspondendo a uma média de 4,95 segmentos por paciente.

No segundo exame ecocardiográfico, realizado na primeira semana imediatamente após o procedimento, observamos que todos os 241 segmentos que possuíam contratilidade normal no exame inicial mantiveram o padrão contrátil. Houve melhora da contração em vinte segmentos (20,20%) dos 99 previamente comprometidos; dezoito (28,57%) dos 63 segmentos hipocinéticos tornaram-se normais e dois (7,14%) dos 28 acinéticos tornaram-se hipocinéticos. Não houve mudança naqueles que eram discinéticos.

A média do escore de contração segmentar no primeiro exame (pré-angioplastia) foi de $1,42 \pm 0,31$. No exame após três meses foi de $1,23 \pm 0,33$, sendo essa variação estatisticamente significativa ($z = -3,7$, $p < 0,001$). Esses dados estão demonstrados na figura 1. Quando comparados os exames inicial e pós- imediato, não observamos variação significativa da média do escore de contratilidade ($1,42 \pm 0,31 \times 1,36 \pm 0,35$, $z = -1,13$, $p = 0,255$). Também não houve variação significativa quando a comparação foi feita em vigência do uso de dobutamina na dose de $10 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{minuto}$ ($1,27 \pm 0,38 \times 1,26 \pm 0,38$, $z = -1,00$, $p = 0,317$).

Um total de 54 segmentos foi considerado viável no exame realizado três meses após a angioplastia. O EED detectou viabilidade em cinquenta (92,59%) desses segmentos. Os segmentos considerados não-viáveis após três meses totalizaram 45 e 38 desses foram corretamente identificados pelo ecocardiograma

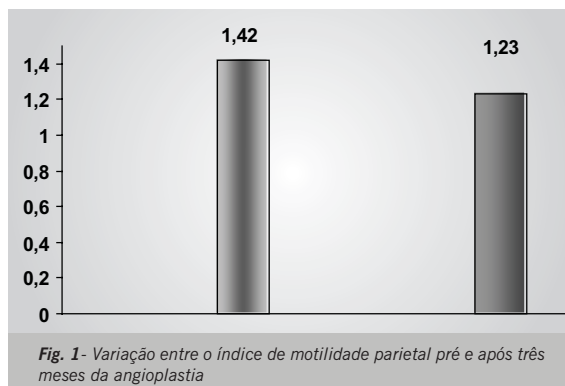


Fig. 1 - Variação entre o índice de motilidade parietal pré e após três meses da angioplastia

de estresse com dobutamina; os outros sete segmentos que se mostraram não-viáveis foram identificados como viáveis (sensibilidade de 92,59%, especificidade de 84,45%, VPP de 87,72%, acurácia de 88,88%). Esses dados estão apresentados na figura 2.

Em apenas um paciente deste estudo a angioplastia foi realizada na CX. Nesse paciente, o EED demonstrou que todos os nove segmentos que apresentavam alteração contrátil eram inviáveis, o que se confirmou no ecocardiograma realizado três meses após a intervenção percutânea

Em relação aos doze pacientes submetidos a angioplastia da DA, 35 segmentos foram considerados viáveis (61,36%) e vinte, não-viáveis (38,64%). EED identificou 31 desses segmentos (88,58%) como viáveis.

Nos sete pacientes que foram submetidos a angioplastia de CD, 23 segmentos (65,71%) foram considerados viáveis e doze, não-viáveis (34,29%). EED identificou 21 desses segmentos (91,30%) como viáveis (sensibilidade de 92,3%, especificidade de 83,33%, VPP de 91,3%, VPN de 83,33% e acurácia de 88,71%).

Com relação ao tipo de alteração segmentar encontrada, dos 63 segmentos hipocinéticos, 47 eram viáveis no exame realizado três meses após a angioplastia (74,60%) e a EED foi capaz de identificar 43 (91,48%) desses (sensibilidade de 91,49%, especificidade de 68,75%, VPP de 88,58%, VPN de 73,34% e acurácia de 85,71%). Dos 28 segmentos acinéticos, dois (7,14%) se tornaram hipocinéticos após a primeira reavaliação

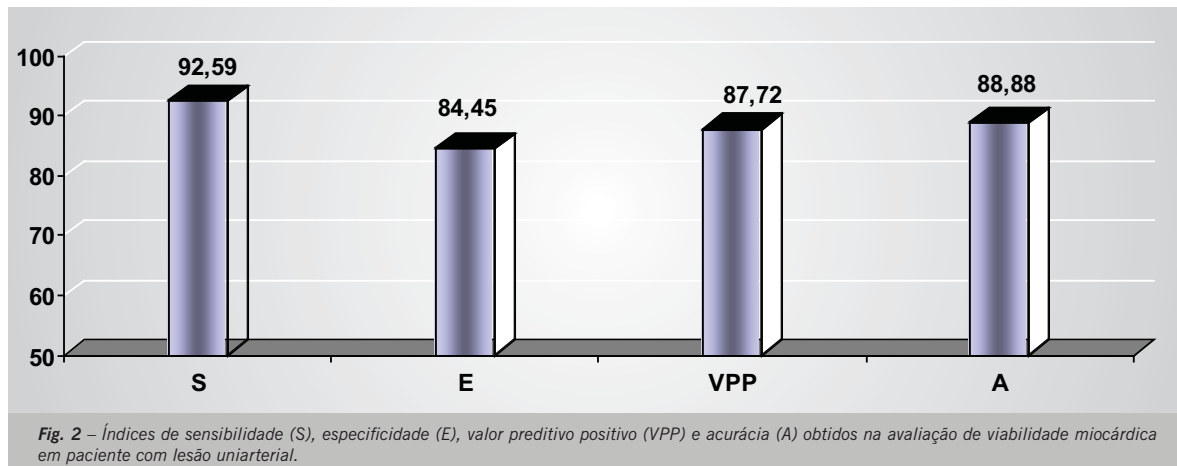
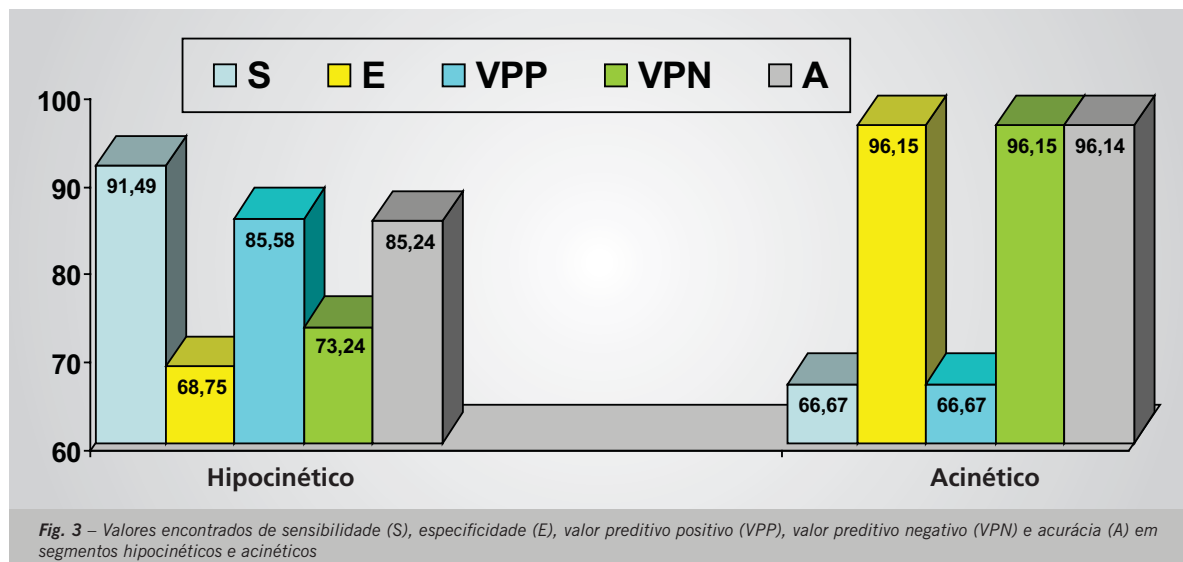


Fig. 2 - Índices de sensibilidade (S), especificidade (E), valor preditivo positivo (VPP) e acurácia (A) obtidos na avaliação de viabilidade miocárdica em paciente com lesão uniarterial.



e foram corretamente identificados pelo EED. Outro segmento acinético mostrou-se hipocinético no estudo realizado três meses após ACPT (sensibilidade de 66,67%, especificidade de 96,15%, VPP de 66,67%, VPN de 96,15% e acurácia de 96,42%). Todos os oito segmentos discinéticos eram não-viáveis após três meses e foram corretamente avaliados pelo EED. Estes dados estão representados na figura 3.

DISCUSSÃO

O EED é um método seguro, com baixa incidência de eventos significativos⁶, como arritmias graves ou de infarto agudo do miocárdio, que ocorrem em menos de 0,5% dos pacientes^{6,7}. Nos vinte pacientes avaliados no nosso trabalho, não encontramos nenhum efeito colateral grave decorrente do uso da dobutamina. Apesar da amostra pequena, nossos dados corroboram o estudo de Mertes⁸, que também não relatou efeitos colaterais graves em 1.118 pacientes estudados.

A detecção de viabilidade miocárdica pela utilização do EED também pôde ser feita na fase pós-infarto agudo do miocárdio, tendo sido bem demonstrada em várias casuísticas^{2,9,10,11,12,13}, com valores de sensibilidade variando entre 77% e 89%, e de especificidade entre 68% e 93%.

Na fase crônica da doença coronariana, os estudos também mostram resultados satisfatórios para a avaliação de viabilidade miocárdica com a dobutamina. Marzullo e cols.¹⁴ estudaram quatorze pacientes e encontraram sensibilidade de 82% e especificidade de 92%. Outros autores encontraram, no total de 224 pacientes, índices de sensibilidade de 78% a 92%, e especificidade entre 60% e 95%^{1,15-20} e, exceto Afridi e cols.¹, uma acurácia superior a 83%.

Quando a ecocardiografia de estresse com dobutamina é comparada à cintilografia miocárdica, demonstra-se boa concordância entre os métodos^{17,20}.

As variações nos índices de eficiência encontrados nos diversos estudos podem ser explicadas por diferenças nas populações avaliadas, nos protocolos utilizados e, até mesmo na experiência dos observadores, já que este é um dos fatores que interferem no resultado do EED. A acurácia do método também pode ser influenciada por outros fatores, como demonstrado por Afridi e cols.¹. Nesta casuística, a presença de resposta bifásica, caracterizada por melhora da contratilidade em doses baixas e posterior piora com incremento das doses da dobutamina, apresentou 90% de sensibilidade e 80% de especificidade, sugerindo que esse tipo de resposta talvez seja o que melhor detecta a presença de viabilidade.

No nosso estudo, os achados de sensibilidade são semelhantes aos encontrados por Afridi e cols.¹ e La Canna e cols.¹⁶, e mais elevados que os encontrados em outras casuísticas da literatura^{17,19}, corroborando a idéia de que nos pacientes portadores de lesão uniarterial a sensibilidade do EED é semelhante à encontrada nos multiarteriais, o que não acontece quando o EED é empregado para pesquisa de isquemia miocárdica. Essa maior sensibilidade encontrada no nosso estudo também pode, em parte, ser explicada por características específicas da nossa população, como a presença de lesão em apenas um vaso e a presença de alteração contrátil em repouso nos segmentos por ele irrigados.

Quando comparados os escores de contração segmentar antes e após dois a cinco dias da angioplastia não notamos alteração significativa da média do escore de contratilidade ($1,42 \pm 0,31$ antes e $1,36 \pm 0,35$ depois, $p = 0,255$). Esses achados são concordantes com os de Mcneill e cols.²¹, mas discordantes de outros autores^{22,23}, que já encontraram melhora nos escores de contração segmentar nos exames realizados nos primeiros dias após o procedimento. Outros trabalhos^{24,25} demonstram que somente pacientes com mínimas alterações ultra-estruturais apresentariam melhora precoce na contração segmentar, e essa melhora aconteceria, na grande maioria

dos pacientes, em até três meses, mas poderia levar até quatro a seis meses para um retorno completo da contratilidade. Baseados nesses trabalhos, acreditamos que, mesmo nos procedimentos de revascularização que obtiveram sucesso, é necessário um tempo maior para o retorno completo da função contrátil e essa impressão se confirmou nos nossos resultados de escore de contratilidade segmentar no exame realizado três meses após a angioplastia.

Na análise o tipo de artéria tratada não encontramos diferenças significativas na sensibilidade, quando comparamos os pacientes com lesão na DA com aqueles que apresentavam lesão na coronária direita, e esses achados são diferentes dos estudos que avaliaram isquemia miocárdica e demonstraram que havia menor sensibilidade nos portadores de lesão na CD^{2,26}. A partir desses dados, acreditamos que na pesquisa de viabilidade miocárdica nos pacientes uniarteriais o tipo de artéria tratada não influenciaria na sensibilidade do exame.

Quando analisamos o tipo de alteração contrátil, encontramos sensibilidade de 91,49% para os segmentos hipocinéticos e de 66,67% para os acinéticos. Essa menor sensibilidade encontrada nos segmentos acinéticos está em concordância com outros estudos^{22,27}. A menor sensibilidade da dobutamina em detectar viabilidade nas áreas acinéticas deve estar relacionada a uma maior quantidade de tecido fibrótico e, conseqüentemente, menor quantidade de miócitos viáveis nessas áreas. Os segmentos discinéticos foram todos considerados não-viáveis pelo EED, o que se confirmou no exame realizado após três meses e está de acordo com os achados encontrados por De Filippi e cols.²⁸.

Em conclusão, verificamos que o ecocardiograma de estresse com dobutamina é útil na avaliação de viabilidade miocárdica, mesmo em pacientes uniarteriais, nos quais os índices do exame na detecção de doença coronária são inferiores aos outros subgrupos de pacientes.

REFERÊNCIAS

1. Afridi A, Kleiman NS, Raizner AE, Zoghbi WA. Dobutamine echocardiography in myocardial hibernation. Optimal dose and accuracy in predicting recovery of ventricular function after coronary angioplasty. *Circulation* 1995; 91: 663-70.
2. Pierard LA, De Landsheere CM, Berthe C, Rigo P, Kulbertus HE. Identification of viable myocardium by echocardiography during dobutamine infusion in patients with myocardial infarction after thrombolytic therapy: comparison with positron emission tomography. *J Am Coll Cardiol* 1990; 15: 1021-31.
3. Armstrong WF, Pellikka PA, Ryan T, Crouse L, Zoghbi WA. Stress echocardiography: recommendations for performance and interpretation of stress echocardiography. Stress Echocardiography Task Force of the Nomenclature and Standards Committee of the American Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 1998; 11: 97-104.
4. Cerqueira MD, Weissman NJ, Dilsizian V et al. 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: 539-42.
5. Bourdillon D, Broderick TM, Sawada SG et al. Regional wall motion index for infarct and noninfarct regions after reperfusion in acute myocardial infarction: comparison with global wall motion index. *J Am Soc Echocardiogr* 1989; 2: 398-407.
6. Picano E, Mathias W, Pingitore A, Bigi R, Previtali M. Safety and tolerability of dobutamine-atropine stress echocardiography: a prospective, multicenter study. *Lancet* 1994; 344: 1190-2.
7. Cortigiani L, Bigi R, Gigli G et al. Prognostic implications of intraventricular conduction defects in patients undergoing stress echocardiography for suspected coronary artery disease. *Am J Med* 2003; 115(1): 12-8.
8. Mertes H, Sawada SG, Ryan T et al. Symptoms, adverse effects, and complications associated with dobutamine stress echocardiography. *Circulation* 1993; 88: 15-9.
9. Smart SC, Sawada S, Ryan T et al. Low-dose dobutamine echocardiography detects reversible dysfunction after thrombolytic therapy of acute myocardial infarction. *Circulation* 1993; 88: 405-15.
10. Previtali M, Poli A, Lanzarini L, Fetsiveau R, Mussini A, Ferrario M. Dobutamine stress echocardiography for assessment of myocardial viability and ischaemia in acute myocardial infarction treated with thrombolysis. *Am J Cardiol* 1993; 72: 124-30G.
11. Watada H, Ito H, Oh H. Dobutamine stress echocardiography predicts reversible dysfunction after reperfusion of anterior myocardial infarction. *J Am Coll Cardiol* 1994; 24: 624-30.
12. Salustri A, Elhendy A, Garyfallidis P et al. Prediction of improvement of ventricular function after acute myocardial infarction using low-dose dobutamine stress echocardiography. *Am J Cardiol* 1994; 74: 853-6.
13. Elhendy A, Trocino G, Salustri A et al. Low-dose dobutamine echocardiography and rest-redistribution thallium-201 tomography in the assessment of spontaneous recovery of left ventricular function after recent myocardial infarction. *Am Heart J* 1996; 131: 1088-96.
14. Marzullo P, Parodi O, Reisenhofer B et al. Value of rest - thallium-201/technetium-99 sestamibi and dobutamine echocardiography for detecting myocardial viability. *Am J Cardiol* 1993; 71: 166-72.
15. Cigarroa CG, Defilippi CR, Brickner ME, Alvarez LG, Wait MA, Grayburn A. Dobutamine stress echocardiography identifies hibernating myocardium and predicts recovery of left ventricular function after coronary revascularization. *Circulation* 1993; 88: 430-6.
16. La Canna G, Alfieri A, Giubbini R, Gargano M, Ferrari R, Visioli O. Echocardiography during infusion of dobutamine for identification of reversible dysfunction in patients with chronic coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol* 1994; 23: 617-26.
17. Charney R, Schwinger ME, Chun J et al. Dobutamine echocardiography and resting-redistribution thallium-201 scintigraphy predicts recovery of hibernating myocardium after coronary revascularization. *Am Heart J* 1994; 128: 864-9.
18. Perrone-Filardi, Pace P, Prastaro M et al. Dobutamine echocardiography predicts improvement of hypoperfused dysfunctional myocardium after revascularization in patients with coronary artery disease. *Circulation* 1995; 91: 2556-65.
19. Arnese M, Cornel JH, Salustri A et al. Prediction of improvement of regional left ventricular function after surgical revascularization. *Circulation* 1995; 91: 2748-52.

20. Vanoverschelde J-LJ, D'Hondt A-M, Marwick T et al. Head-to-head comparison of exercise-redistribution-reinjection thallium single-photon emission computed tomography and low-dose dobutamine echocardiography for prediction of reversibility of chronic left ventricular ischemic dysfunction. *J Am Coll Cardiol* 1996; 28: 432.
21. McNeill AJ, Fioretti PM, El-Said SM, Salustri A, Forster T, Roelandt JR. Enhanced sensitivity for detection of coronary artery disease by addition of atropine to dobutamine stress echocardiography. *Am J Cardiol* 1992; 70: 41-6.
22. Kao HL, Wu CC, Ho YL et al. Dobutamine stress echocardiography predicts early wall motion improvement after elective percutaneous transluminal coronary angioplasty. *Am J Cardiol* 1995; 76: 652-6.
23. Rambaldi R, Hamburger JN, Geleijnse ML et al. Early recovery of wall motion abnormalities after recanalization of chronic totally occluded coronary arteries: a dobutamine echocardiographic, prospective, single-center experience. *Am Heart J* 1998; 136: 831-6.
24. Shivalkar B, Maes A, Borgers M et al. Only hibernating myocardium invariably shows early recovery after coronary revascularization. *Circulation*. 1996; 94(3): 308-15.
25. Vanoverschelde JL, D'Hondt AM, Marwick T et al. Head-to-head comparison of exercise-redistribution-reinjection thallium single-photon emission computed tomography and low-dose dobutamine echocardiography for prediction of reversibility of chronic left ventricular ischaemic dysfunction. *J Am Coll Cardiol* 1997; 28: 432-42.
26. Smart SC, Bhatia A, Hellman R et al. Dobutamine-atropine stress echocardiography and dipyridamole sestamibi scintigraphy for the detection of coronary artery disease: limitations and concordance. *J Am Coll Cardiol* 2000; 36(4): 1265-73.
27. Leclercq F, Messner-Pellen CP, Moragues C et al. Myocardial viability assessed by dobutamine echocardiography in acute myocardial infarction after successful primary coronary angioplasty. *Am J Cardiol* 1997; 80: 6-10.
28. De Filippi CR, Duwayne LW, Irani WN, Eichhorn EJ, Velasco CE, Grayburn P. Comparison of myocardial contrast echocardiography and low-dose dobutamine stress echocardiography in predicting recovery of left ventricular function after coronary revascularization in chronic ischemic heart disease. *Circulation* 1995; 92: 2863-8.