

A INCORPORAÇÃO DO MAPEAMENTO DE FLUXO A CORES À PRÁTICA ECOCARDIOGRÁFICA

GUSTAVO P. CAMARANO, MAX GRINBERG

As técnicas diagnósticas em Cardiologia têm sofrido progressivo refinamento e também diversificação de suas aplicações tradicionais.

Ao mesmo tempo em que cresce o alcance diagnóstico pelos métodos não invasivos, o cateterismo cardíaco passou a desempenhar papel terapêutico, pela angioplastia e valvoplastia com cateter-balão.

Entre as técnicas não invasivas de diagnóstico, a ecocardiografia assumiu, seguramente, papel preponderante. A incorporação do efeito Doppler, ao exame ecocardiográfico bidimensional tradicional, foi grande fator do avanço verificado.

As correlações entre Ecodopplercardiografia convencional (Doppler pulsado e contínuo) e Cateterismo cardíaco são excelentes, em termos de medição de gradientes transvalvares¹⁻³ e de áreas valvares^{1,4,5}, detecção de “shunts” intra e extracardíacos⁶, cálculo da relação entre fluxos pulmonar e sistêmico⁷, medida das pressões em artéria pulmonar⁸⁻¹⁰ e estimação do débito cardíaco¹¹.

No âmbito das insuficiências valvares são boas as correlações obtidas entre estes métodos¹²⁻³². Não existe superioridade de um sobre o outro. Há na verdade, grau clinicamente aceitável de correspondência, não implicando em estrita identidade, entre o EcoDoppler convencional e a semiquantitativa, subjetiva e multi-influenciada graduação angiográfica das insuficiências valvares. Isto porque, não se pode considerar quantidade e velocidade de acúmulo de contraste transportado pelo fluxo sanguíneo (angiografia), como método exatamente superponível à distribuição espacial de um espectro de velocidade (Doppler).

Mais recentemente, o surgimento do Color-Doppler, também chamado de Mapeamento de Fluxo a Cores (MFC) foi acolhido com grande entusiasmo por permitir visualização do fluxo sanguíneo em tempo real e gerar perspectivas de maior acurácia diagnóstica.

No MFC, derivado da tecnologia do Doppler pulsado convencional, a velocidade média obtida em múltiplos pontos de captação e a direção do fluxo são codificados em cores. Estas superpõem-se à imagem ultra-sônica, permitindo interação simultânea da

imagem em modo-M ou bidimensional com o fluxo sanguíneo.

Os princípios físicos do MFC baseiam-se no uso da técnica de autocorrelação³³. De forma resumida, o fluxo em direção oposta, afastando-se do transdutor ecocardiográfico posicionado no tórax, é codificado em azul e o que se aproxima, em vermelho ou laranja. Maiores velocidades de fluxo são representadas por tons mais brilhantes da cor original. Turbulência de fluxo, adiciona verde à cor de base, mudando a tonalidade e resultando em padrão de “mosaico” de cores.

Insuficiências valvares

A graduação das insuficiências valvares pelo MFC é estabelecida a partir da distribuição especial dos denominados jatos regurgitantes. Consideram-se comprimento, largura ou área ocupada pelos mesmos em relação à cavidade receptora.

Apesar do entusiasmo inicial e de excelentes correlações obtidas³⁴, alguns autores^{35,36} têm adotado posição cautelosa. Estudos experimentais e clínicos, demonstram número significativo de fatores limitantes que podem influir na mensuração do jato regurgitante. Observações “in vitro”³⁵ demonstram que as dimensões de um jato regurgitante ao MFC—extensão da tecnologia do Doppler pulsado que mede velocidade e não volume—não são linearmente relacionadas ao volume regurgitante. Além disto, velocidade do fluxo regurgitante, dimensões do orifício, tamanho e complacência das câmaras, resistência vascular periférica, contratilidade miocárdica e frequência cardíaca influenciam o formato e as dimensões do jato. É certo que o conjunto destas variáveis interfere na quantificação da insuficiência valvar qualquer que seja o método empregado. Adicionalmente, as dimensões de um jato regurgitante dependem, entre mais fatores, da frequência do transdutor empregado (FT), da frequência de repetição de pulso (FRP) e do ganho de cor, inversamente aos dois primeiros e diretamente ao último.

Como a regulação do ganho no painel de comando do ecocardiógrafo influi proporcionalmente no nú-

mero, intensidade e tamanho dos sinais de fluxo, a área do jato regurgitante pode ser modificada pela simples alteração deste controle. No recente trabalho experimental de Hoit e col³⁷, aumentos de ganho, dentro de limites, resultaram em até 125% de incremento na área do jato regurgitante, para graus idênticos de insuficiência mitral.

Muitos Serviços de Ecocardiografia têm adotado uma estratégia para uniformizar o ganho usado no equipamento, que consiste em aumentá-lo até o aparecimento de uma tênue coloração em áreas em que não ocorre passagem de fluxo sanguíneo. A partir deste ponto o ganho é reduzido até que a referida coloração de fundo desapareça. Isto impede excessos de ganho, mas continua faltando consenso a respeito do grau de redução do mesmo, abaixo deste nível, necessário em algumas situações.

Ainda no trabalho de Hoit e col³⁷, menores FRP (KHz) e FT (MHz) redundaram em aumento da área do jato da ordem de 36% e 28%, respectivamente, para cada variável.

Em outro estudo³⁶ as mudanças na FRP modificaram as dimensões da área do jato em até 100%.

Como agravante, a magnitude das variações dependentes de ganho, FT e FRP, podem ser desiguais ao se comparar diferentes equipamentos igualmente ajustados.

Portanto as medidas de jatos regurgitantes pelo MFC devem ser consideradas no máximo como semi quantitativas, e válidas no âmbito de uma gama restrita de combinações entre variáveis fisiológicas e técnicas.

É vital, portanto, a padronização destes parâmetros do MFC, visando obter, para cada equipamento, a melhor correlação com a graduação angiográfica, menor variabilidade interobservador e seguimento evolutivo confiável.

Ponto bastante delicado é o encontro de resultados falso positivos, bem ilustrado por Yoshida e col³⁸. Este autor, entre 211 pacientes assintomáticos, subdivididos em cinco subgrupos de acordo com a idade, sem antecedentes cardiovasculares e com exame clínico—eletrocardiográfico normal, encontrou incidências de 38 a 45% de insuficiência mitral. Os jatos regurgitantes eram caracteristicamente pequenos, localizados próximos à valva e foram também captados pelo Doppler pulsado guiado pelo MFC.

A análise deste trabalho poderia indicar três caminhos: a) o MFC é mais sensível na identificação de jatos regurgitantes pequenos ou excêntricos, normalmente não detectados pelo Doppler pulsado convencional, indicando uma “superioridade” do MFC; b) o MFC seria tão sensível que detectaria regurgitações valvares insignificantes do ponto de vista clínico, trazendo dificuldades para diferenciar regurgitação “normal” de real insuficiência mitral discreta; c) o MFC—quando não utilizado com o devido bom senso, em terreno onde se mesclam normalidade, anormalidade e variações do normal—seria o caminho mais curto para a iatrogenia³⁹.

Tem sido defendida a idéia que o exame ecocardiográfico com o auxílio do MFC seria procedimento mais rápido que o realizado com o Doppler convencional⁴⁰. Tal fato pode ser verdadeiro e decididamente relevante quando se procura definir a presença ou ausência de determinada alteração no contexto de um atendimento de urgência⁴¹. No entanto, quando se caminha para a tentativa de quantificação de uma insuficiência valvar, esta vantagem torna-se bastante duvidosa.

Por exemplo, a metodologia utilizada por Helmcke e col³⁴ para avaliar a insuficiência mitral, requer medições das áreas do jato regurgitante e do átrio esquerdo em três planos ecocardiográficos. Estes cálculos foram sempre feitos na imagem gravada em vi deoteipe. Isto significa que a tentativa de abreviar a duração do exame em si, criaria a necessidade de trabalho adicional, a seguir.

Estenoses valvares

A contribuição do MFC na avaliação das estenoses valvares é outro ponto de controvérsia.

Teoricamente, o alinhamento paralelo do cursor de Doppler contínuo com o jato da estenose evidenciada pelo MFC, permitiria maior acurácia na medida de gradientes transvalvares. Isto mostrar-se-ia particularmente útil em situações onde, em função de deformidade valvar, seria altamente provável a existência de jato excêntrico, como na estenose aórtica.

Porém, nesta valvopatia, o distúrbio de fluxo ao MFC muitas vezes, ou não é claramente evidenciado, ou apresenta grande dispersão, preenchendo quase toda a aorta ascendente, sendo excepcional a individualização de um jato.

Adicionalmente, as melhores correlações entre dados do Doppler contínuo e do estudo hemodinâmico na estenose aórtica, foram por nós obtidas a partir do uso do transdutor independente de Doppler contínuo sem imagem. As características de manejo e as menores dimensões deste tipo de transdutor permitem posicionamento mais favorável entre os espaços intercostais (nas regiões apical, supraesternal e paraesternal direita) e melhor angulação, o que possibilita incidência mais paralela ao jato do que com o transdutor convencional com imagem ou com MFC.

Na verdade, em qualquer estenose valvar, o uso cuidadoso do Doppler contínuo com ou sem imagem, guiado pelo sinal de áudio e vídeo, tem proporcionado os melhores resultados.

A tecnologia do MFC está ainda em desenvolvimento. Apesar do seu indubitável impacto visual, ela deve ser empregada com uma série de cuidados, e encarada no presente momento, como técnica que não permite diagnóstico quantitativo. Medições derivadas do MFC apresentam correlações pouco satisfatórias com o volume regurgitante e a fração de regurgitação⁴².

No aspecto qualitativo ou semiquantitativo, a simples comparação das correlações da graduação an-

geográfica com a do Doppler convencional¹²⁻³²⁻⁴⁷ (tab. I e II) e com a do MFC^{34,42-47} (tab. III) não evidencia superioridade significativa entre os métodos utilizados separadamente. Estes podem ser considerados como técnicas equivalentes⁴⁷.

TABELAI - Doppler convencional x Cateterismo cardíaco (IMi)

S	E	Correlação	Ref.
92%	96%	0.88	12
94%	89%		13
100%	100%		15
91%	94%	0.88	17
		0.82*	19
98%	92%		20
89%	84%	0.88	21
		0.91*	22
		0.82*	23
89%	88%		24
100%	97%		26
		0.94*	27
97%	100%		29
89%	100%		47

IMi = insuficiência mitral; * = Correlação com fração de regurgitação; S = sensibilidade; E = especificidade; Ref. = referência.

TABELAII - Doppler convencional x Cateterismo cardíaco (IAo)

S	E	Correlação	Ref.
94%	82%		13
96%	100%	0.88	14
95%	100%	0.88	16
95%	90%	0.80	18
		0.91*	22
100%	100%	0.94	25
93%	100%	0.91	28
97%	100%		29
100%	100%		30
100%	100%		31
97%	90%		32
92%	83%		47

IAo = insuficiência aórtica; * = Correlação com fração de regurgitação; S = sensibilidade; E = especificidade; Ref. = referência.

TABELA III - Mapeamento de Fluxo a cores x Cateterismo cardíaco

S	E	Correlação	Ref.
100%	100%	0.78*	34 (IMi)
		0.76	42 (IMi)
86%	100%	0.87	43 (IMi)
		0.93	44 (IAo)
		0.86	45 (IAo)
		0.81	46 (IAo)
82%	100%		47 (IMi)
88%	100%		47 (IAo)

IMi = insuficiência mitral; IAo = insuficiência aórtica; * = Correlação com fração de regurgitação; S = sensibilidade; E = especificidade; Ref. = referência.

Entretanto, é imperativo ressaltar que o MFC tem sido instrumento de aprendizado sobre a distribuição espacial do fluxo sanguíneo intracardíaco. Ele tem contribuído enormemente na detecção de: origem anômala das artérias coronárias da artéria pulmonar⁴⁸,

⁴⁹, fístulas coronário-cavitárias⁵⁰, drenagem anômala de veias pulmonares⁵¹, dissecação de aorta⁵², anomalias do arco aórtico⁵³, complicações da endocardite infecciosa⁵⁴, aneurismas do selo de Valsalva⁵⁵ e comunicações interventriculares musculares múltiplas⁵⁶. Importante aplicação adicional do MFC é a análise intraoperatória dos procedimentos cirúrgicos em cardiopatias valvares e congênitas⁵⁷⁻⁵⁹.

Como pode ocorrer com toda técnica nova, o entusiasmo inicial segue-se, mais cedo ou mais tarde, salutar fase de reavaliação e redefinição. Peculiarmente, em relação ao MFC, não baste reformulações de pontos de vista ou de critérios diagnósticos por parte dos especialistas. Exige-se o esforço conjunto da indústria, no sentido de uniformizar a aquisição, armazenamento e transformação das informações pelos equipamentos e padronizar os algoritmos de velocidade-variância responsáveis pelas características de "display" do MFC.

Este trabalho conjunto está sendo liderado pela Sociedade Americana de Ecocardiografia. Aspecto interessante, a tecnologia do MFC foi desenvolvida quase exclusivamente pela indústria de equipamentos, não sendo fruto da cooperação entre esta e a Universidade. Paradoxalmente, após seis anos da existência comercial do MFC, a indústria vai à Universidade à procure de auxílio para conseguir a padronização desejada e que terá que partir seguramente de estudos "in vitro".

O MFC constitui inegável avanço dentro do diagnóstico não in vasivo em Cardiologia. As próximas gerações de equipamentos, qualificados com a padronização dos vários parâmetros e do processamento digital da cor, certamente elevarão sua capacidade de quantificação.

REFERÊNCIAS

- Hatle L, Angelsen B, Tromsdal A—Noninvasive assessment of atrioventricular pressure half-time by Doppler ultrasound. *Circulation*, 60:1096, 1979.
- Stamm RB, Martin RP—Quantification of pressure gradients across stenotic valves by continuous wave Doppler ultrasound. *J Am Coll Cardiol*, 2: 707, 1983.
- Currie PJ, Seward JB, Reeder GS et al—Continuous-wave Doppler echocardiographic assessment of severity of calcific aortic stenosis: a simultaneous Doppler-catheter correlative study in 100 adult patients *Circulation*, 71: 1162, 1985.
- Richards KL, Cannon SR, Miller JF, Crawford MH—Calculation of aortic valve area by Doppler echocardiography: a direct application of the continuity equation. *Circulation*, 73: 964, 1986.
- Skjaerpe T, Hergrenas L, Hatle L—Noninvasive estimation of valve area in patients with aortic stenosis by Doppler ultrasound and two dimensional echocardiography. *Circulation*, 72: 810, 1985.
- Stevenson JG—The use of Doppler echocardiography for detection and estimation of severity of patient ductus arteriosus, ventricular septal defects, and atrial septal defect. *Echocardiography*, 4: 321, 1987.
- Barron JG, Sahn DJ, Valdes-Cruz et al—Clinical utility of two-dimensional Doppler echocardiographic techniques for estimating pulmonary to systemic blood flow ratios in children with left to right shunting atrial septal defect, ventricular septal defect or patient ductus arteriosus. *J Am Coll Cardiol*, 3: 169, 1984.

8. Berger M, Haimowitz A, Van Tosh A, Berdoff RL, Golberg E—Quantitative assessment of pulmonary hypertension in patients with tricuspid regurgitation using continuous wave Doppler ultrasound. *J Am Coll Cardiol*, 6: 339, 1985.
9. Kitabatake A, Inoue M, Asao M et al—Noninvasive evaluation of pulmonary hypertension by a pulsed Doppler technique. *Circulation*, 68: 302, 1983.
10. Mahan G, Dabestani A, Gardin J, Allefie A, Burn C, Henry W—Estimate of pulmonary artery pressure by pulsed Doppler echocardiography (abstr). *Circulation*, 68: 367, 1983.
11. Lewis JF, Kuo LC, Nelson JG, Limacher MC, Quinones MA—Pulsed Doppler echocardiographic determination of stroke volume and cardiac output: clinical validation of two new methods using the apical window. *Circulation*, 70: 425, 1984.
12. Abassi AS, Allen MW, DeCristofaro D, Ungar I—Detection and estimation of the degree of mitral regurgitation by range-gated pulsed Doppler echocardiography. *Circulation*, 61: 143, 1980.
13. Quinones MA, Young JB, Waggoner AD, Ostojic MC, Ribeiro LGT, Miller RR—Assessment of pulsed Doppler echocardiography in detection and quantification of aortic and mitral regurgitation. *Br Heart J*. 4: 612, 1980.
14. Ciobanu M, Abassi AS, Allen M, Hermer A, Spellberg R—Pulsed Doppler echocardiography in the diagnosis and estimation of severity of aortic regurgitation. *Am J Cardiol*, 49: 339, 1982.
15. Blanchard D, Diebold B, Peronneau P et al—Non-invasive diagnosis of mitral regurgitation by Doppler echocardiography. *Br Heart J*. 45: 589, 1981.
16. Veyrat C, Lessana A, Abitbol G, Ameer A, Benaim R, Kalmanson D—New indexes for assessing aortic regurgitation with two-dimensional Doppler echocardiographic measurement of the regurgitant aortic valvular area. *Circulation*, 68: 998, 1983.
17. Veyrat C, Ameer A, Bas S, Lessana A, Abitbol G, Kalmanson D—Pulsed Doppler echocardiographic indices for assessing mitral regurgitation. *Br Heart J*. 51: 130, 1984.
18. Veyrat C, Ameer A, Gourtchigliouian C, Lessana A, Abitbol G, Kalmanson D—Calculation of pulsed Doppler left ventricular outflow tract regurgitant index for grading the severity of aortic regurgitation. *Am Heart J*. 108: 507, 1984.
19. Zhang Y, Ihlen H, Myhre E, Levorstad K, Nitter-Hauge S—Measurement of mitral regurgitation by Doppler echocardiography. *Br Heart J*. 54: 384, 1985.
20. Tribouilloy C, Castier B, Vovan A et al—Apport du Doppler pulsé et continu au diagnostic qualitatif et quantitatif d'insuffisance mitrale. *Arch Mal Coeur*, 79: 473, 1986.
21. Pons-Llado G, Carreras Costa F, Ballester-Rodes M, Auge-Sampera JM, Crexells Figueras C, Oriol-Palou A—Pulsed Doppler patterns of left atrial in mitral regurgitation. *Am J Cardiol*, 57: 806, 1986.
22. Rokey R, Sterling LL, Zoghbi WA et al—Determination of regurgitant fraction in isolated mitral or regurgitation by pulsed Doppler two-dimensional echocardiography. *J Am Coll Cardiol*, 7: 1273, 1986.
23. Blumlein S, Bouchard A, Schiller NB et al—Quantitation of mitral regurgitation by Doppler echocardiography. *Circulation*, 74: 306, 1986.
24. Pons Llado GJ, Carreras F, Ballester M, Augè JM, Crexells C, Oriol A—El examen Doppler en la insuficiencia mitral. *Rev Esp Cardiol*, 39: 12, 1986.
25. Borràs X, Carreras F, Augè JM, Pons Llado G—Ecocardiografia-Doppler en la insuficiencia valvular aórtica crónica. *Rev Esp Cardiol*, 39: 26, 1986.
26. Dang T, Gardin JM, Clark S, Allie A, Henry WL—Refining the criteria for pulsed Doppler diagnosis of mitral regurgitation by comparison with left ventricular angiography. *Am J Cardiol*, 60: 663, 1987.
27. Zhang Y, Ihlen H, Myhre E, Levostad K, Nitter-Hange S—Quantification of mitral regurgitation by Doppler echocardiography. *Eur Heart J*. 8: 59, 1987.
28. Dittmann H, Karsch KR, Seipel L—Diagnosis and quantification of aortic regurgitation by pulsed Doppler echocardiographic in patients with mitral valve disease. *Eur Heart J*. 8: 53, 1987.
29. Richards KL, Cannon SR, Crawford MH, Sorensen SG—Noninvasive diagnosis of aortic and mitral valve disease with pulsed-Doppler spectral analysis. *Am J Cardiol*, 51: 1122, 1983.
30. Esper RJ—Detection of mild aortic regurgitation by range-gated pulsed Doppler echocardiography. *Am J Cardiol*, 50: 1037, 1982.
31. Bommer WJ, Mapes R, Miller L, Mason DT, DeMaria AN—Quantitation of aortic regurgitation with two-dimensional Doppler echocardiography. *Am J Cardiol*, 47: 412, 1981.
32. Saal AK, Gross BW, Franklin DW, Pearlman AS—Noninvasive detection of aortic insufficiency in patients with mitral stenosis by pulsed Doppler echocardiography. *J Am Coll Cardiol*, 5: 176, 1985.
33. Namekawa K, Kasai C, Koyano A—Imaging of blood flow using autocorrelation. *Ultrason Med Biol*, 8: 138, 1982.
34. Helmcke F, Nanda NC, Hsiung MC et al—Color Doppler assessment of mitral regurgitation with orthogonal planes. *Circulation*, 75: 175, 1987.
35. Simpson IA, Sahn DJ—Hydrodynamic investigation of a hemodynamic problem: a review of the in vitro evaluation of mitral insufficiency by color Doppler flow mapping. *J Am Soc Echo*, 2: 67, 1989.
36. Stevenson JG—Two dimensional color Doppler estimation of the severity of atrioventricular valve regurgitation: important effects of instrument gain setting, pulse repetition frequency, and carrier frequency. *J Am Soc Echo*. 2: 1, 1989.
37. Hoyt DB, Jones M, Eidbo EE, Elias W, Sahn DJ—Sources of variability for Doppler color flow mapping of regurgitant jets in an animal model of mitral regurgitation. *J Am Coll Cardiol*, 13: 1631, 1989.
38. Yoshida K, Yoshikawa J, Shakudo M et al—Color Doppler evaluation of valvular regurgitation in normal subjects. *Circulation*, 78: 840, 1989.
39. Sahn DJ, Maciel BC—Physiological valvular regurgitation. Doppler echocardiography and the potential for iatrogenic heart disease. *Circulation*, 78: 1075, 1989.
40. Monaghan MJ, Mills P—Doppler colour flow mapping: technology in search of an application? *Br Heart J*, 61: 133, 1989.
41. Zachariah ZP, Hsiung MC, Nanda NC, Camarano GP—Diagnosis of rupture of the ventricular septum during acute myocardial infarction by Doppler color flow mapping. *Am J Cardiol*, 59: 162, 1987.
42. Spain MG, Smith MD, Grayburn PA et al—Quantitative assessment of mitral regurgitation by Doppler color flow imaging: angiographic and hemodynamic correlations. *J Am Coll*, 13: 585, 1989.
43. Miyatake K, Izumi S, Okamoto M et al—Semi-quantitative grading of severity of mitral regurgitation by real time two-dimensional Doppler flow imaging technique. *J Am Coll Cardiol*. 7: 82, 1986.
44. Perry GJ, Helmcke F, Nanda NC, Byard C, Soto B—Evaluation of aortic insufficiency by Doppler color flow mapping. *J Am Coll Cardiol*, 9: 952, 1987.
45. Diebold R, Touati R, DeLouche A, Guglielmi JP, Guernonprez JL, Peronneau P—Doppler imaging of regurgitant jet in aortic insufficiency: experimental validation and preliminary clinical evaluation. *Eur Heart J*, 8: 45, 1987.
46. Baumgartner H, Kratzer H, Helmreich G, Kuhn P—Quantitation of aortic regurgitation by colour coded cross-sectional Doppler echocardiography. *Eur Heart J*, 9: 380, 1988.
47. Asaka T, Yoshikawa J, Yoshida K et al—Sensitivity and specificity of real-time two-dimensional Doppler flow imaging system in the detection of valvular regurgitation. *Circulation*, 70: II 38, 1984.
48. Shah RM, Nanda NC, Hsiung MC, Moos S, Roitman D—Identification of anomalous origin of the right coronary artery from pulmonary trunk by Doppler color flow mapping. *Am J Cardiol*. 57: 366, 1986.
49. Schmidt KG, Cooper MJ, Silverman NH, Stanger P—Pulmonary artery origin of the left coronary artery: diagnosis by two dimensional echocardiography, pulsed Doppler ultrasound and color flow mapping. *J Am Coll Cardiol*, 11: 396, 1988.
50. Albuquerque AMT, Martins TC, Morais AV, Atik E, Ebad M, Pileggi F—Fístula coronariocavitária. Contribuição da eco color-Doppler cardiografia para o diagnóstico no primeiro ano de vida. Relato de três casos. *Arq Bras Cardiol*, 51: 259, 1988.
51. Vitarelli A, Scapato A, Sanguigni V, Caminiti MC—Evaluation of total anomalous pulmonary venous drainage with cross sectional colour-flow Doppler echocardiography. *Eur Heart J*, 7: 190, 1986.
52. Iliceto S, Nanda NC, Rizzon P et al—Color Doppler evaluation of aortic dissection. *Circulation*, 75: 748, 1987.

53. Kan M, Nanda NC, Stopa AR—Diagnosis of double aortic arch by cross sectional echocardiography with Doppler colour flow mapping. *Br Heart J.* 58: 284, 1987
54. Fisher EA, Esticko MR, Stern EH, Goldman ME—Left ventricular to left atrial communication secondary to a paraortic abscess: color flow Doppler documentation. *J Am Coll Cardiol*, 10: 222, 1987.
55. Chia BL, Ee BK, Choo MH, Yan PC—Ruptured aneurysm of sinus of Valsalva: recognition by Doppler color flow mapping. *Am Heart J.* 115: 686, 1988.
56. Ludomirsky A, Huhta JC, Vick III GW, Murphy Jr DJ, Danford DA, Morrow WR—Color Doppler detection of multiple ventricular septal defects. *Circulation*, 74: 1317, 1986.
57. Camarano GP, Pomerantzeff PMA, Jatene F e col—Avaliação do tratamento cirúrgico das valvopatias através da ecocardiografia intraoperatória associada ao uso de contraste intracavitário e da Dopplerecardiografia a cores. *Arq Bras Cardiol*, 49: 114, 1987.
58. Maurer G, Czer L, Bolger A et al—Intraoperative color Doppler flow mapping for repair of congenital heart disease. *Circulation*. 74: II-37, 1986.
59. Hagler DJ, Seward JB, Tajik AJ, Danielson GK, Seiff HV, Puga FJ—Intraoperative two-dimensional Doppler color flow imaging. *Circulation*, 74: II-36, 1986.