

# O Ecocardiograma na Terapia de Ressincronização Cardíaca

## Echocardiography In Cardiac Resynchronization Therapy

Viviane Cordeiro Veiga<sup>1,2</sup>, Henry Abensur<sup>1</sup>, Salomón Soriano Ordinola Rojas<sup>1,2</sup>

Real e Benemerita Associação Portuguesa de Beneficência<sup>1</sup>, São Paulo, SP; Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)<sup>2</sup>, Campinas, SP - Brasil

### Resumo

A terapia de ressincronização cardíaca (TRC) tem sido uma opção efetiva nos pacientes com insuficiência cardíaca avançada. No entanto 20% a 30% dos pacientes não apresentam benefícios nessa terapêutica. Critérios clínicos, eletrocardiográficos e ecocardiográficos têm sido estudados na tentativa de selecionar os pacientes que serão beneficiados com a ressincronização cardíaca, mas o ecocardiograma tem papel importante tanto na seleção quanto na avaliação e otimização dessa terapêutica. O objetivo desta revisão é descrever os principais parâmetros ecocardiográficos utilizados na avaliação da terapia de ressincronização cardíaca.

### Introdução

A insuficiência cardíaca é uma condição com elevada morbimortalidade, que atinge, aproximadamente, 23 milhões de pessoas no mundo<sup>1</sup>, porém cerca de dois milhões de novos casos são diagnosticados a cada ano<sup>2</sup>, com custo anual estimado em R\$198 milhões, segundo dados do Banco de Dados do Sistema Único de Saúde (DATASUS)<sup>3</sup>.

A terapia de ressincronização cardíaca tem sido uma opção efetiva nos pacientes com insuficiência cardíaca avançada, propiciando benefícios clínicos, tais como a melhora da classe funcional, da capacidade de exercício e da qualidade de vida, com redução das internações e da mortalidade<sup>4</sup>.

O primeiro relato de estimulação biventricular foi em 1994, por Cazeau e cols.<sup>5</sup>, mas a terapia teve sua aprovação para uso clínico pela *Food and Drug Administration* (FDA) em 20016.

A indicação para a TRC, segundo diretrizes da *American Heart Association*, é a classe I para pacientes em classe funcional III ou IV (*New York Heart Association*), com terapia medicamentosa otimizada para insuficiência cardíaca, fração de ejeção menor que 35% ao ecocardiograma, presença de QRS  $\geq$  120 ms e ritmo sinusal ao eletrocardiograma<sup>7</sup>.

No entanto 20% a 30% dos pacientes não respondem à TRC<sup>8,9</sup>, todavia diversos parâmetros clínicos, eletrocardiográficos

e ecocardiográficos têm sido utilizados para a seleção dos candidatos a essa terapêutica.

O objetivo dessa revisão é descrever os principais parâmetros ecocardiográficos utilizados na avaliação da terapia de ressincronização cardíaca.

### Parâmetros ecocardiográficos na seleção de pacientes para TRC

A avaliação ecocardiográfica antes do implante do marcapasso biventricular consiste, preferencialmente, em: confirmar a presença de deterioração da função ventricular esquerda, avaliar a presença de dissincronia atrioventricular, interventricular e intraventricular e avaliar as anormalidades estruturais associadas que possam dificultar o implante do marcapasso<sup>10</sup>.

#### Avaliação da função ventricular esquerda

A avaliação da função sistólica deve ser realizada pelo método bidimensional (Simpson), para avaliar a fração de ejeção do ventrículo esquerdo, sendo indicação para a TRC um valor inferior a 35%<sup>9</sup> (fig. 1).

#### Avaliação da dissincronia atrioventricular

A dissincronia atrioventricular pode comprometer a função ventricular, em decorrência das contrações atrial e ventricular quase simultâneas, acarretando redução da pré-carga por diminuição da contração atrial. Considera-se dissincronia atrioventricular quando o tempo de pré-ejeção aórtico for superior a 140 ms, ou se o tempo de enchimento diastólico for menor que 40% do ciclo cardíaco, medindo-se o período compreendido entre o início da onda E ao fim da onda A do fluxo mitral<sup>11-13</sup>.

#### Avaliação da dissincronia interventricular

A dissincronia interventricular pode ser analisada pelo doppler pulsado, por meio da diferença do atraso eletromecânico entre os ventrículos, medindo-se o intervalo de tempo entre a onda R do eletrocardiograma e o início da curva de velocidade do fluxo aórtico e do fluxo pulmonar. Se a diferença entre os dois intervalos for superior a 40 ms, é indicativo de dissincronia interventricular<sup>12,14-17</sup> (fig. 2). A limitação dessa análise refere-se ao fato de que as medidas dos ventrículos não podem ser realizadas simultaneamente. Além disso, condições patológicas, tais como a hipertensão pulmonar, podem estar associadas a um prolongamento do tempo de pré-ejeção pulmonar, limitando a sua especificidade.

### Palavras-chave

Ecocardiografia / técnicas, insuficiência cardíaca, marcapasso artificial.

#### Correspondência: Viviane Cordeiro Veiga •

Rua Martiniano de Carvalho, 864 - cj 310 - Bela Vista - 01321-001

São Paulo, SP - Brasil

E-mail: vcveiga@cardiol.br

Artigo recebido em 13/10/2008; revisado recebido em 27/11/2008;

aceito em 11/12/2008

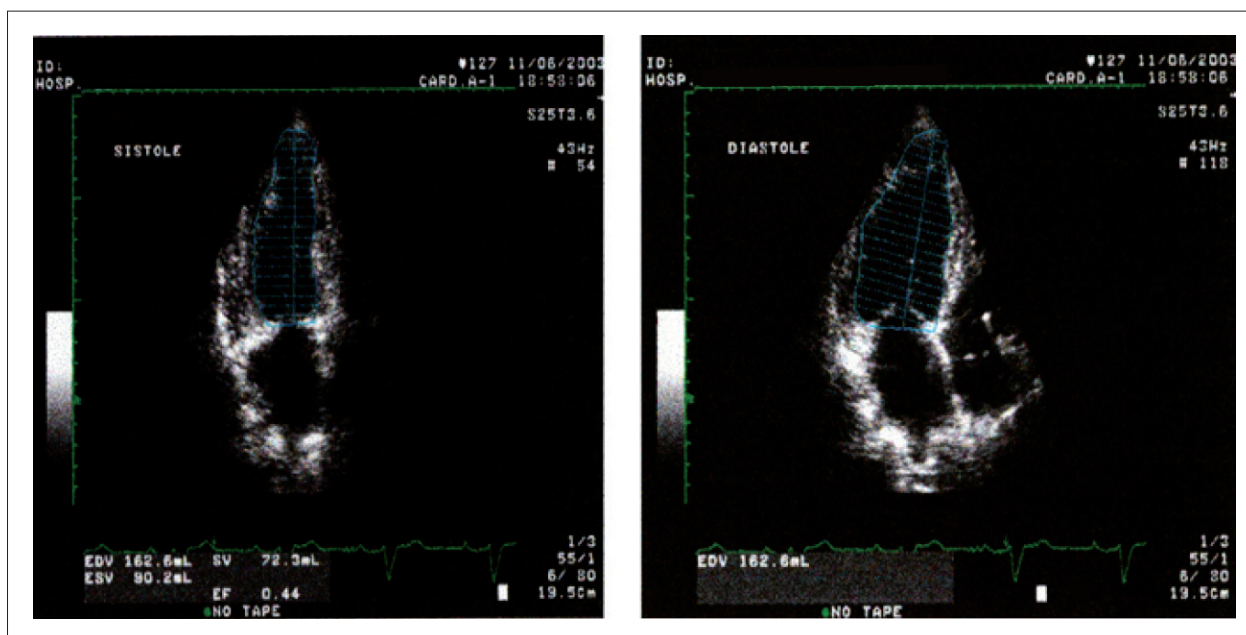


Fig. 1 - (A e B) - Avaliação da função ventricular esquerda pelo método bidimensional (A – sistole, B – diástole).

O doppler tecidual também pode ser utilizado na avaliação da dissincronia interventricular. Essa técnica consiste em identificar e medir as velocidades de movimentação dos segmentos miocárdicos. A mensuração é feita com a diferença entre os intervalos de tempo caracterizados pelo início do complexo QRS do eletrocardiograma até o pico (ou início) da onda S do doppler tecidual, medidos, respectivamente, na parede livre do ventrículo direito e na parede lateral do ventrículo esquerdo<sup>18-20</sup>. No entanto não existe um consenso para o valor de corte para essa medida.

#### Avaliação da dissincronia intraventricular

A dissincronia intraventricular promove atraso eletromecânico entre as paredes do ventrículo esquerdo e pode ser analisada de diversas formas no ecocardiograma.

Pitzalis e cols.<sup>21</sup>, em 2002, utilizaram o modo M para a avaliação da dissincronia interventricular, medindo-se o intervalo de tempo entre a contração do septo e a parede posterior do ventrículo esquerdo. Essa medida é realizada no corte paraesternal eixo curto, medindo a diferença de tempo

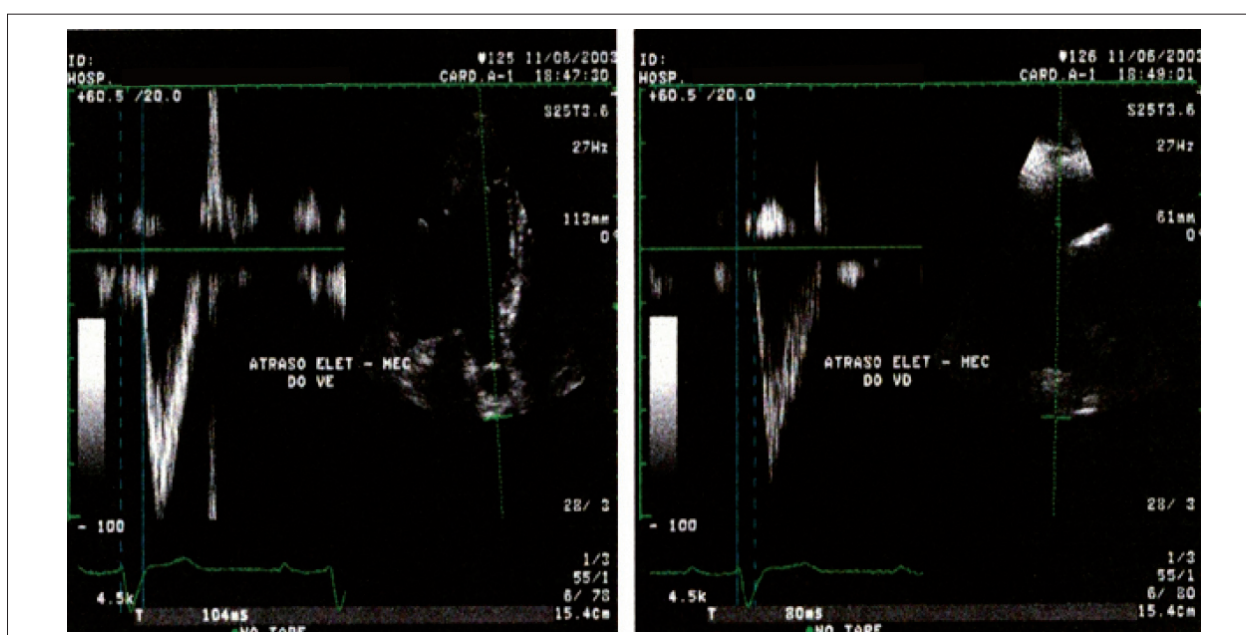


Fig. 2 - (A e B) - Avaliação da dissincronia interventricular pela diferença entre o atraso eletromecânico dos ventrículos (A – ventrículo esquerdo, B – ventrículo direito).

entre a máxima incursão sistólica das duas paredes. Um valor superior a 130 ms denota dissincronia significativa.

Esse método apresenta limitações nos pacientes com doença arterial coronária que apresentam áreas acinéticas ou hipocinéticas, em que a identificação do pico de incursão sistólica é, muitas vezes, limitada. Além disso, são avaliadas apenas as regiões médias de duas paredes<sup>10,12,21-23</sup> (fig. 3).

O doppler tecidual pode ser utilizado pela obtenção das velocidades do miocárdio, no plano apical, dos segmentos basais das paredes septal, lateral, anterior e inferior. Realiza-se a medida de tempo entre o início do QRS até o pico da onda sistólica miocárdica do doppler tecidual (onda S) nos diferentes segmentos. Quando o valor da diferença de intervalos de tempo for superior a 65 ms entre quaisquer segmentos avaliados, é indicativo de dissincronia significativa<sup>19,20,24-29</sup>.

Yu e cols.<sup>30</sup> avaliaram a diferença de tempo entre o início do QRS e o pico sistólico do doppler tecidual em doze segmentos miocárdicos. Concluíram haver dois parâmetros indicativos de dissincronia intraventricular: a diferença máxima entre a velocidade de pico sistólica entre dois segmentos maiores que 100 ms e o desvio padrão das medidas de tempo até o pico de velocidade sistólica dos doze segmentos superiores a 33 ms<sup>30</sup>.

Outra técnica para avaliação da dissincronia intraventricular derivada do doppler tecidual é o *tissue tracking*, que expressa a integral da velocidade de movimentação do miocárdio em cores, no sentido do ápice para a base ventricular. A ausência de deslocamento é caracterizada pela ausência de cor<sup>31,32</sup>.

A sincronização tecidual é uma técnica em que há codificação em cores do atraso eletromecânico em cada ponto do miocárdio. O equipamento mede o intervalo de tempo entre o início do QRS até o pico sistólico do doppler tecidual (onda S) em um determinado ponto do miocárdio. Se o intervalo for menor que 150 ms (normal), o miocárdio é representado em verde; se estiver entre 150 e 300 ms, em amarelo; e se for superior a 300 ms, em vermelho. Deve ser

usada com cautela em segmentos apicais<sup>18</sup> (fig. 4).

Mais recentemente, tem-se utilizado a ecocardiografia tridimensional para indicação e avaliação dos pacientes submetidos à terapia de ressincronização cardíaca com marcapasso biventricular.

O ecocardiograma tridimensional fornece o percentual de dissincronia cardíaca pela mensuração do índice de dissincronia cardíaca (sigma). Nesse método, o ventrículo esquerdo é estudado em modelos de 16 ou 17 segmentos parietais, analisando-se a contratilidade regional e global (fig. 5). O sigma representa o desvio-padrão da média do tempo de contração sistólica final de cada um dos segmentos cardíacos, comparado com a contração sistólica final global (menor índice representa menor dissincronia), considerando-se normais os valores inferiores a 8%. A desvantagem do método é o baixo número de quadros<sup>33-35</sup>.

Novas técnicas têm sido desenvolvidas com o objetivo de avaliar a dissincronia intraventricular, como o strain bidimensional, em que um *software* analisa a deformidade sofrida pelo músculo em duas dimensões e não apenas no sentido do feixe do doppler<sup>36-38</sup>.

#### Avaliação do local de implante do eletrodo ventricular

Ansalone e cols.<sup>36</sup> demonstraram que se colocando o eletrodo no ventrículo esquerdo, no local de maior atraso na velocidade de ativação, obtém-se melhor resposta à TRC. Todavia, em 35% dos casos, a parede mais acometida foi a lateral. Portanto, a determinação pelo ecocardiograma da região com maior atraso eletromecânico pode direcionar o melhor local de implante<sup>37</sup>.

#### Parâmetros ecocardiográficos na avaliação dos pacientes submetidos à TRC

São critérios ecocardiográficos utilizados na avaliação dos pacientes submetidos à TRC:

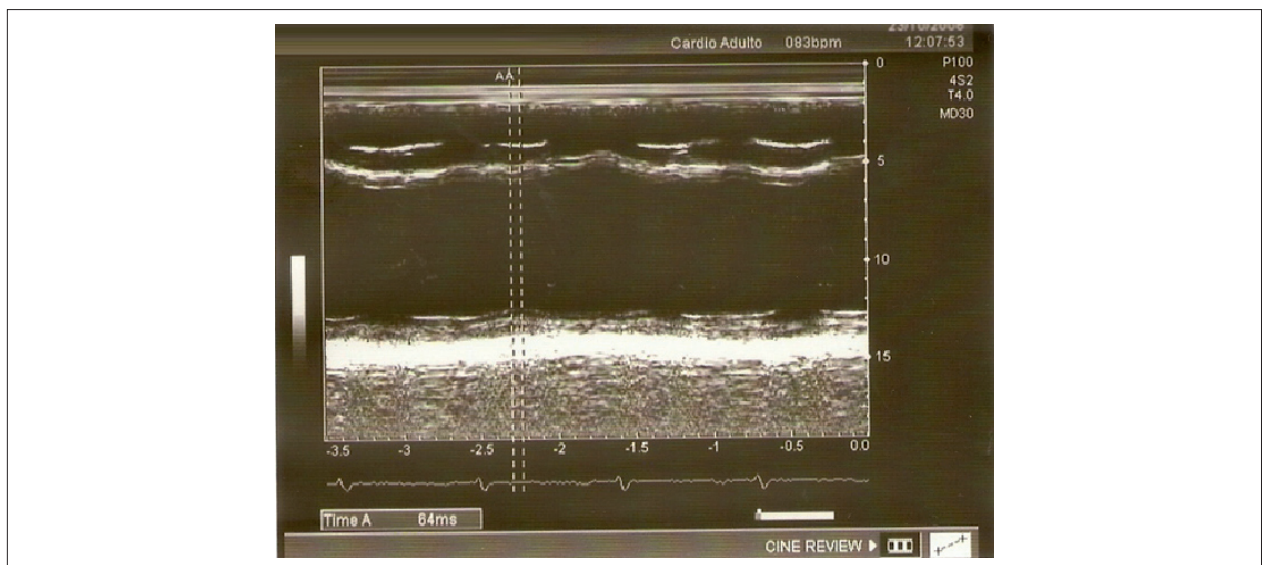


Fig. 3 - Avaliação da dissincronia intraventricular pelo modo M.



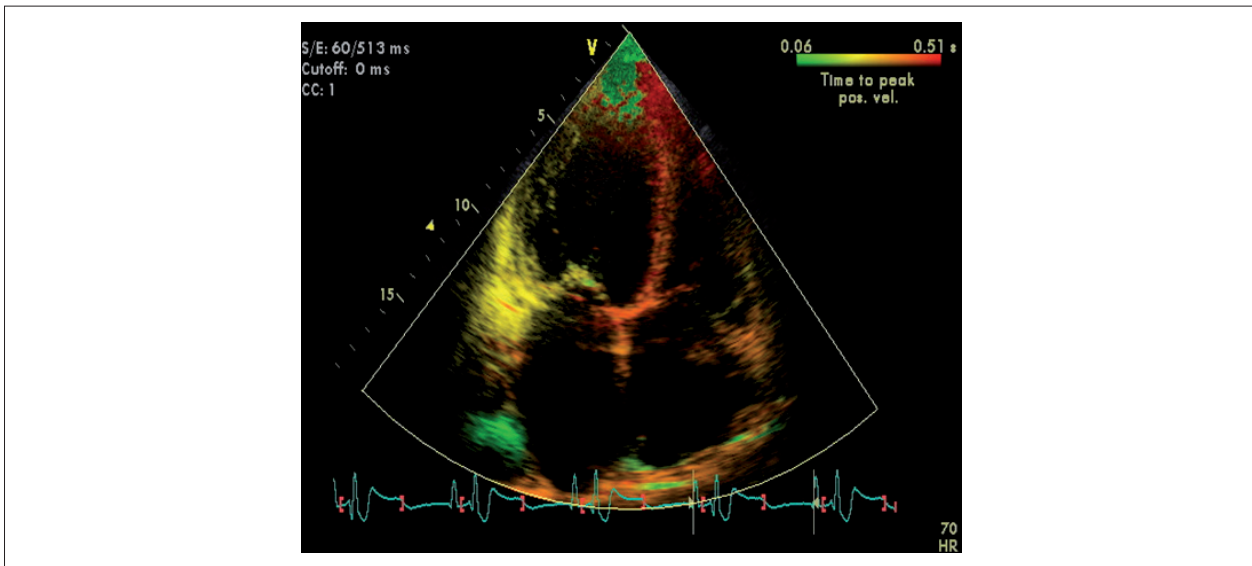


Fig. 4 - Avaliação da dissincronia ventricular pela técnica de sincronização tecidual.

- aumento da fração de ejeção;
- diminuição da regurgitação mitral;
- regressão do remodelamento ventricular, caracterizada pela diminuição de, pelo menos, 15% no volume sistólico final do ventrículo esquerdo<sup>21</sup>;
- presença de sincronia atrioventricular, interventricular e intraventricular;
- ajuste do intervalo atrioventricular (sincronia AV), realizado com o doppler pulsado no fluxo mitral, pela medida do tempo entre o início da onda E ao fim da onda A. A otimização do intervalo atrioventricular é recomendada quando a onda A do fluxo mitral não é identificada, quando as ondas E e A estão fusionadas, ou quando a onda E é truncada pelo fechamento mitral<sup>14</sup>.

## Conclusão

A ecocardiografia é um método diagnóstico que tem sido amplamente utilizada tanto na indicação quanto na avaliação

e otimização pós-operatória dos pacientes submetidos à terapia de ressincronização cardíaca. No entanto essa é ainda uma tecnologia em evolução, e não há parâmetros ecocardiográficos definitivos que possam constatar ou excluir solidamente a presença de dissincronia significativa.

## Potencial Conflito de Interesses

Declaro não haver conflito de interesses pertinentes.

## Fontes de Financiamento

O presente estudo não teve fontes de financiamento externas.

## Vinculação Acadêmica

Este artigo é parte de tese de Mestrado de Viviane Cordeiro Veiga pela Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP.

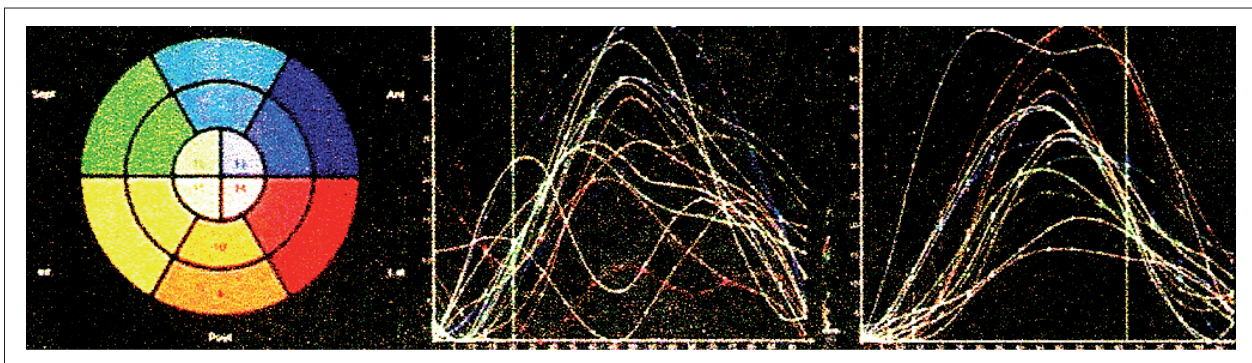


Fig. 5 - Ecocardiografia tridimensional de ventrículo esquerdo em modelo tridimensional de 16 segmentos parietais.

## Referências

1. McAlister FA, Teo KK, Taher M, Montague TJ, Humen D, Cheung L, et al. Insights into the contemporary epidemiology and outpatient management of congestive heart failure. *Am Heart J*. 1999; 138 (1 Pt 1): 87-94.
2. Rossi Neto JM. A dimensão do problema da insuficiência cardíaca no Brasil e no mundo. *Rev Soc Cardiol Estado de São Paulo*. 2004; 1: 1-10.
3. Ministério da Saúde. Sistema de Informações Hospitalares do SUS. Morbidade hospitalar do SUS. [Acesso em 2008 nov 10]. Disponível em: <http://www.datasus.gov.br>
4. Galvão Filho SS, Vasconcelos JTM, Barcelos CB, Rabello AC. Seleção de pacientes e modos de estimulação cardíaca no tratamento da disfunção ventricular. *Rev Soc Cardiol Estado de São Paulo*. 2004; 1: 43-54.
5. Cazeau S, Ritter P, Bakdach S, Lazarus A, Limousin M, Hénao L, et al. Four chamber pacing in dilated cardiomyopathy. *Pacing Clin Electrophysiol*. 1994; 17 (11 Pt 2): 1974-9.
6. Aranda JM, Woo GW, Schofield RS, Handberg EM, Hill JA, Curtis AB, et al. Management of heart failure after cardiac resynchronization therapy – integrating advanced heart failure treatment with optimal device function. *J Am Coll Cardiol*. 2005; 46 (12): 2193-8.
7. Epstein AE, DiMarco JP, Ellenbogen KA, Estes NA 3rd, Freedman RA, Gettes LS, et al. ACC/AHA/HRS 2008. Guidelines for device-based therapy of cardiac rhythm abnormalities: executive summary. *Heart Rhythm*. 2008; 5 (6): 934-55.
8. Leclercq C, Faris O, Tunin R, Johnson J, Kato R, Evans F, et al. Systolic improvement and mechanical resynchronization does not require electrical synchrony in the dilated failing heart with left bundle-branch block. *Circulation*. 2002; 106 (14): 1760-3.
9. Abraham WT, Fisher WG, Smith AL, Delurgio DB, Leon AR, Loh E, et al. MIRACLE Study Group Multicenter InSync Randomized Clinical Evaluation. Cardiac resynchronization in chronic heart failure. *N Engl J Med*. 2002; 346 (24): 1845-53.
10. Mullens W, Tang WH, Grimm RA. Using echocardiography in cardiac resynchronization therapy. *Am Heart J*. 2007; 154 (6): 1011-20.
11. Cazeau S, Gras D, Lazarus A, Ritter P, Mugica J. Multisite stimulation for correction of cardiac asynchrony. *Heart*. 2000; 84 (6): 579-81.
12. Rodrigues ACT, Tsutsui JM, Mathias Jr W. Avaliação de dissincronia cardíaca pelo ecocardiograma: estratégias para um resultado adequado. *Rev Bras Ecocardiogr*. 2006; 19 (3): 46-51.
13. Auricchio A, Stellbrink C, Block M, Sack S, Vogt J, Bakker P, et al. Effect of pacing chamber and atrioventricular delay on acute systolic function of paced patients with congestive heart failure: the pacing therapies for congestive heart failure study group. The Guidant congestive heart failure research group. *Circulation*. 1999; 99 (23): 2993-3001.
14. Gorcsan J, Abraham T, Agler DA, Bax JJ, Derumeaux G, Grimm RA, et al. Echocardiography for cardiac resynchronization therapy: recommendations for performance and reporting – a report from the American Society of Echocardiography Dysynchrony writing Group Endorsed by the Heart Rhythm Society. *J Am Soc Echocardiogr*. 2008; 21 (3): 191-213.
15. Agler DA, Adams DB, Waggoner AD. Cardiac resynchronization therapy and the emerging role of echocardiography (Part 2): the comprehensive examination. *J Am Soc Echocardiogr*. 2007; 20 (1): 76-90.
16. Bax JJ, Ansalone G, Breithardt O, Derumeaux G, Leclercq C, Schalij MJ, et al. Echocardiographic evaluation of cardiac resynchronization therapy: ready for routine clinical use? A critical appraisal. *J Am Coll Cardiol*. 2004; 44 (1): 1-9.
17. Bordachar P, Lafitte S, Reuter S, Sanders P, Jais P, Haissaguerre M, et al. Echocardiographic parameters of ventricular dyssynchrony validation in patients with heart failure using sequential biventricular pacing. *J Am Coll Cardiol*. 2004; 44 (11): 2157-65.
18. Penicka M, Bartunck J, De Bruyne B, Vanderheyden M, Goethals M, De Zutter M, et al. Improvement of left ventricular function after cardiac resynchronization therapy is predicted by tissue Doppler imaging echocardiography. *Circulation*. 2004; 109 (8): 978-83.
19. Yu CM, Fung JW, Zhang Q, Chan CK, Chan YS, Lin H, et al. Tissue Doppler imaging is superior to strain rate imaging and postsystolic shortening on the prediction of reverse remodeling in both ischemic and nonischemic heart failure after cardiac resynchronization therapy. *Circulation*. 2004; 110 (1): 66-73.
20. Bax JJ, Bleeker GB, Marwick TH, Molhoek SC, Boersma E, Steendijk P, et al. Left ventricular dyssynchrony predicts response and prognosis after cardiac resynchronization therapy. *J Am Coll Cardiol*. 2004; 44 (9): 1834-40.
21. Pitzalis MV, Iacoviello M, Romito R, Massari F, Rizzon B, Luzzi G, et al. Cardiac resynchronization therapy tailored by echocardiographic evaluation of ventricular asynchrony. *J Am Coll Cardiol*. 2002; 40 (9): 1615-22.
22. Waggoner AD, Agler DA, Adams DB. Cardiac resynchronization therapy and the emerging role of echocardiography (part 1): indications and results from current studies. *J Am Soc Echocardiogr*. 2007; 20 (1): 70-5.
23. Pitzalis MV, Iacoviello M, Romito R, Guida P, De Tommasi E, Luzzi G, et al. Ventricular asynchrony predicts a better outcome in patients with chronic heart failure receiving cardiac resynchronization therapy. *J Am Coll Cardiol*. 2005; 45 (1): 65-9.
24. Parro Jr A, Paulitsch FS, Cherubin MC, Miola L, Armstrong SF, Sierra MAC, et al. Emprego da ecocardiografia convencional na avaliação de pacientes com miocardiopatia dilatada, candidatos à terapia de ressincronização. *Reblampa*. 2006; 19 (1): 34-44.
25. Bleeker GB, Schalij MJ, Molhoek SC, Verwey HF, Holman ER, Boersma E, et al. Relationship between QRS duration and left ventricular dyssynchrony in patients with end-stage heart failure. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2004; 15 (5): 544-9.
26. Yu CM, Fung WH, Lin H, Zhang Q, Sanderson JE, Lau CP. Predictors of left ventricular reverse remodeling after cardiac resynchronization therapy for heart failure secondary to idiopathic dilated a ischemic cardiomyopathy. *Am J Cardiol*. 2003; 91 (6): 684-8.
27. Yu CM, Zhang Q, Fung JW, Chan HC, Chan YS, Yip GW, et al. A novel tool to assess systolic asynchrony and identify responders of cardiac resynchronization therapy by tissue synchronization imaging. *J Am Coll Cardiol*. 2005; 45 (1): 677-84.
28. Bax JJ, Molhoek SC, van Erven LVoogd PJ, Somers S, Boersma E, et al. Usefulness of myocardial tissue Doppler echocardiography to evaluate left ventricular dyssynchrony before and after biventricular pacing in patients with idiopathic dilated cardiomyopathy. *Am J Cardiol*. 2003; 91 (1): 94-7.
29. Gorcsan J, Kanzaki H, Bazaz R, Dohi K, Schwartzman D. Usefulness of echocardiographic tissue synchronization imaging to predict acute response to cardiac resynchronization therapy. *Am J Cardiol*. 2004; 93 (9): 1178-81.
30. Yu CM, Lin H, Zhang Q, Sanderson JE. High prevalence of left ventricular systolic and diastolic asynchrony in patients with congestive heart failure and normal QRS duration. *Heart*. 2003; 89 (1): 54-60.
31. Silva CES, Barreto ACP. Avaliação ecocardiográfica da terapia de ressincronização cardíaca. *Arq Bras Cardiol*. 2005; 84 (6): 50-7.
32. Pan C, Hoffmann R, Kuhl H, Severin E, Franke A, Hanrath P. Tissue tracking allows rapid and accurate visual evaluation of left ventricular function. *Eur J Echocardiogr*. 2001; 2 (3): 197-202.
33. Vieira MLC, Morhy SS, Maddukuri P, Phang R, Fischer C, Lira Fº E, et al. O ecocardiograma na terapia de ressincronização. *Einstein*. 2005; 3 (1): 41-5.
34. Roelondt JR, Yao J, Kasprzak JD. Three-dimensional echocardiography. *Curr Opin Cardiol*. 1998; 13 (6): 386-96.
35. Vieira MLC, Cury AF, Naccarato G, Oliveira WA, Monaco CG, Cordovil A, et al. Índice de dissincronia ventricular: comparação com a fração de ejeção bidimensional e tridimensional. *Arq Bras Cardiol*. 2008; 91 (3): 142-7.
36. Ansalone G, Giannantonio P, Ricci R, Trambaiolo P, Fedele F, Santini M. Doppler myocardial imaging to evaluate the effectiveness of pacing sites in patients receiving biventricular pacing. *J Am Coll Cardiol*. 2002; 39 (3): 489-99.
37. Kindermann M, Frolhig G, Doerr T, Schieffer H. Optimizing the AV delay in DDD pacemaker patients with high degree AV block: mitral valve Doppler vs impedance cardiography. *Pacing Clin Electrophysiol*. 1997; 20 (10 Pt 1): 2453-462.
38. Suffoletto MS, Dohi K, Cannesson M, Saba S, Gorcsan J 3rd. Novel speckle-tracking radial strain from routine black-and-white echocardiographic images to quantify dyssynchrony and predict response to cardiac resynchronization therapy. *Circulation*. 2006; 113 (17): 960-8.