

Ecocardiografia sob Estresse Usando Imagem Tridimensional em Tempo Real

Stress Echocardiography Using Real-Time 3D Imaging

José Roberto Matos-Souza¹ , Guilherme De Rossi¹

Universidade Estadual de Campinas, ¹ Campinas, SP, Brasil.

Resumo

A necessidade de examinar o coração com uma ferramenta tridimensional não é nova na ecocardiografia. O órgão complexo e dinâmico em estudo sempre exigiu o entendimento em três dimensões e em tempo real. Sem o recurso, o examinador precisa transformar as imagens em bidimensional para uma compreensão de volume que exige complexa interação de conhecimentos e aproximações. A invenção da tridimensão já contabiliza três décadas, e seu aprimoramento levou a produtos comerciais no início do século. Estudos demonstram, no mínimo, equivalência da tridimensão com ganhos no manuseio do tempo necessário. Utilizamos as modalidades Tri Plano na rotina com ganho de tempo e menor estresse do membro superior do examinador. A tridimensão pode responder perguntas mais complexas e auxilia em nossa abordagem mais geométrica da contração, sendo o espessamento analisado em segundo plano.

Tridimensional: uma necessidade

A primeira máquina capaz de apresentar a imagem por ultrassom em três dimensões foi descrita¹ nos anos 1990. Com a tecnologia da época, foi possível produzir imagens com baixa definição, mas com a informação volumétrica valiosa que esperávamos obter. Um longo caminho foi traçado para aprimoramento da imagem, com evolução para transdutores com numerosos cristais e alta capacidade de processamento. A dificuldade maior permaneceu, que é a necessidade de penetrar entre os arcos costais, reduzindo a possibilidade de expansão da lente do transdutor. Após quase 20 anos de desenvolvimento, a tecnologia estava pronta para uso, segundo autores² especializados na área. Porém, o custo elevado das máquinas aptas ao exame tridimensional cardíaco ainda é um entrave à expansão do uso em serviços de pequeno e médio porte. O aparelho completo com sonda tridimensional cardíaca pode custar até quatro vezes o valor da máquina sem tridimensional, mas com todas as tecnologias atuais.

Um aspecto relevante no Brasil é a falta de ressarcimento

ao exame de ecocardiograma tridimensional, tornando a aquisição da máquina uma operação complexa para justificar o investimento. Em nossa opinião, o uso do ecocardiograma tridimensional no ecocardiograma com estresse pode justificar o desembolso maior com o aumento da produtividade.

Ecocardiografia com estresse: metodologia comprovada e difundida

As diretrizes mais recentes de ecocardiografia com estresse apontam o método como seguro e sensível para o diagnóstico de várias patologias que podem ser observadas além do exame de repouso.³ A modalidade com esforço em bicicleta ou esteira é a principal indicada para pesquisa de isquemia miocárdica induzida, também com uso justificado nas patologias valvares e estruturais, bem como análise da disfunção diastólica. O uso de medicação para o estresse está reduzido a pacientes não aptos ao exercício e casos específicos de estenose aórtica e pesquisa de viabilidade, apesar da possibilidade de avaliar viabilidade também ao exercício.⁴

Recomenda-se a realização do exame de repouso completo previamente. Porém, o exame com estresse deve focar nas alterações de parâmetros de relevância para a conclusão do teste.

Em nossos serviços, utiliza-se a bicicleta horizontal para o esforço com acesso a todas as imagens e fases do exercício, seguindo o protocolo de Balke para elevação das cargas (Tabela 1).

Tem-se aplicado a modalidade acima em extenso leque de patologias,⁵ muito além da coronariopatia⁶ e baseado em literatura ampla que envolve majoritariamente o uso de imagens bidimensionais e Doppler.

Ecocardiografia tridimensional no ecocardiograma com estresse

A utilização de imagens tridimensionais em tempo real para o exame de ecocardiografia com estresse parece natural e com grande possibilidade de ampliar a compreensão dos fenômenos isquêmicos e alterações da geometria ventricular.

Peteiro foi um dos ecocardiografistas a comparar o

Palavras-chave

Ecocardiografia Tridimensional; Ecocardiografia sob Estresse; Imageamento Tridimensional.

Correspondência: José Roberto Matos Souza •

E-mail: E-mail: betojrms@unicamp.br

Artigo recebido em 24/3/2022; revisado em 15/4/2022; aceito em 23/5/2022

DOI: 10.47593/2675-312X/20223503erer_07

Tabela 1 – Imagens e fases do exercício.

Repouso	4 câmaras	2 câmaras	Apical longo
Carga baixa	4 câmaras	2 câmaras	Apical longo
Pico	4 câmaras	2 câmaras	Apical longo
Recuperação	4 câmaras	2 câmaras	Apical longo



Artigo de Revisão

desempenho da qualidade tridimensional à bidimensional para isquemia induzida ao esforço,⁷ bem como Yang et al.,⁸ usando a protocolo com dobutamina. Ao esforço, a sensibilidade e a especificidade foram equiparáveis, com ligeira desvantagem na facilidade de execução para a tridimensão. Com o uso de dobutamina, houve redução significativa do tempo de aquisição de imagens com comparável sensibilidade e especificidade.

As vantagens da tridimensão podem ser apresentadas na sequência de melhor visualização do ápice ventricular, aquisição rápida das imagens de pico, antes do declínio da frequência cardíaca e avaliação de múltiplos segmentos a partir de um único posicionamento no corte apical.⁹

Essas vantagens são mais evidentes quando se utilizam os novos aparelhos com taxas de quadros mais elevadas, bem como botões de acesso rápido a funções programáveis.¹⁰ O aprendizado e o entendimento das imagens tridimensionais exigem treinamento dirigido e não é natural no ecocardiografista treinado apenas em bidimensional.

Badano et al.¹¹ demonstraram em 44 pacientes que foram submetidos à angiografia sensibilidade e especificidade da tridimensão comparáveis à bidimensão em aparelhos com taxas de quadros mais elevadas e vantagem da tridimensão para análise de alterações apicais relacionadas ao território da descendente anterior. O grupo coloca o ecocardiograma tridimensional como equivalente à bidimensão com vantagens em alguns aspectos relevantes, fazendo da ecocardiografia tridimensional um caminho de amplo uso nas diferentes aplicações.

Uso na rotina

Usamos a facilidade dos aparelhos tridimensionais na ecocardiografia com estresse há pouco mais de 2 anos, inicialmente em hospital universitário público e, depois, em laboratório com atuação na medicina suplementar. A primeira vantagem está em usar o método de três planos simultâneos, chamado Tri Plano, que oferece os cortes quatro câmaras apical, duas câmaras apical e eixo longo apical. O acerto do aparelho permite que, ao obtermos uma boa janela

quatro câmaras, automaticamente enxergamos as outras janelas com boa taxa de quadros, normalmente acima de 30 quadros por segundo, comumente alcançando 60 quadros por segundo. Obter apenas uma janela para observar o todo diminui o tempo de obtenção do clipe para um terço. Ao realizarmos os exames durante o protocolo de Balke, podemos capturar imagens a qualquer momento do exercício ou após a interrupção, em esforço repetido para o membro superior esquerdo, que é poupado ao realizarmos apenas o corte quatro câmaras sem a rotação para obter os dois cortes seguintes (Figura 1).

Uma rotina de exames que pode envolver até 12 exames por período utiliza a tensão no membro equivalente a quatro exames com apenas a bidimensão e as rotações necessárias do transdutor.

A taxa de quadros elevada e a rapidez para obtenção do quadro completo tornaram esta abordagem preferencial em nosso serviço de ecocardiograma com estresse, onde já contabilizamos mais de 3.000 exames, desde a chegada da máquina tridimensional. Todos os exames são iniciados no método Tri Plano, e todas as imagens utilizadas na análise são no formato Tri Plano.

Esta modalidade também ajuda os iniciantes no método, onde a rotação do transdutor para obter os três planos necessários, pode ser um desafio. Notamos um desempenho superior dos residentes da área quando utilizam o método Tri Plano, especialmente na obtenção do corte eixo longo, que exige uma rotação maior do transdutor e perda do ponto ideal para a imagem rápida que o exame exige.

Uso da tridimensão em tempo real

A modalidade Tri Plano apresenta facilidades, mas continua sendo uma demonstração em bidimensional das câmaras cardíacas e não substitui a visão volumétrica. Após décadas de evolução tecnológica, as imagens tridimensionais oferecem uma taxa de quadros razoável com boa resolução de imagem. Essa taxa de quadros pode ser sensivelmente melhorada com acertos no aparelho, variando de 12 a 24 volumes

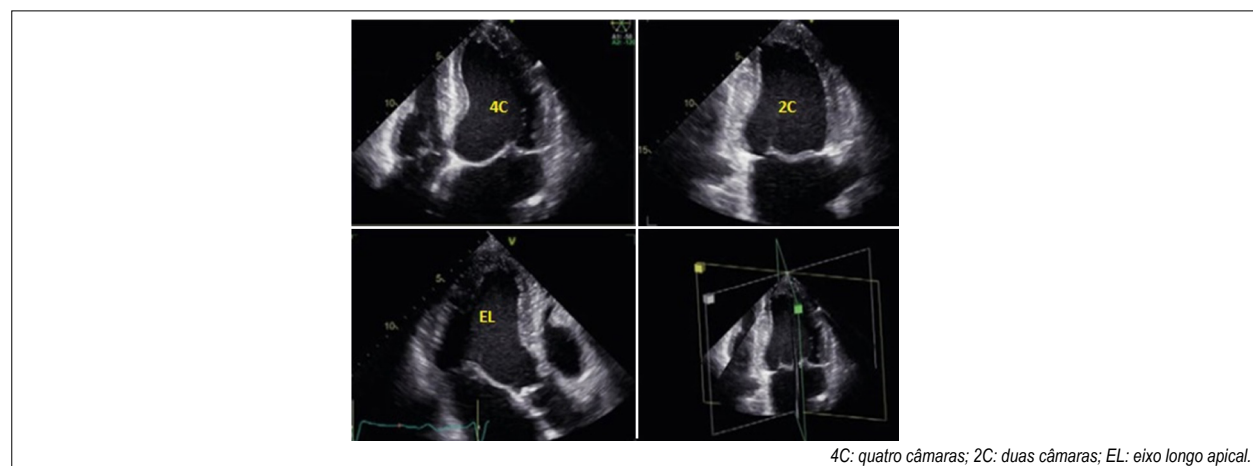


Figura 1 – Três planos simultâneos, obtendo-se apenas o apical quatro câmaras.

por segundo, com acertos comuns como a profundidade e largura, mas também diminuindo ou retirando a análise por multibatimentos, assim como controle do ganho e efeitos de volume (Figura 2).

A adaptação à análise da tridimensão foi facilitada em nosso serviço de ecocardiografia de estresse, que mantém uma avaliação geométrica da contração, colocando como primeira análise ao estresse a variação da geometria. O espessamento fica em segundo plano e é mais usado após o achado de variação da geometria. Trabalhando assim, a dependência de uma taxa de quadros elevada é bem menor e se assemelha aos outros métodos de imagem que também trabalham com taxas de quadros baixas, como a ressonância cardíaca.

A análise do todo é facilitada com a tridimensão e desperta, inclusive para não iniciados no método, a compreensão de que ocorreu uma deformação no ventrículo que não estava presente ao repouso. A desvantagem é a necessidade de fazer imagens em quatro câmaras, duas câmaras e eixo longo apical, pois uma faixa de volume é apresentada a cada corte.

Ganhamos uma avaliação volumétrica fiel à geometria do ventrículo, mas renunciamos à rapidez da taxa de quadros do Tri Plano.

O interessante é fazer as escolhas durante o exame, começando com o Tri Plano, sempre. Ventrículos normais ao repouso são completamente avaliados pelo método. Ventrículos anormais podem requerer a tridimensão para um diagnóstico mais preciso. A mudança de análise entre as duas modalidades leva segundos e pode ser feita durante o exercício, sem dificuldades.

Atualmente, capturamos também a tridimensão para

treinamento e interpretação mais completa das imagens, mas usamos o Tri Plano para a base indispensável do exame.

Nossa experiência, hoje extensa, recomenda a utilização do aparelho tridimensional para execução do ecocardiograma com estresse, usando a modalidade Tri Plano e o tridimensional em tempo real.

Conclusão

As dificuldades de ressarcimento são vencidas por produtividade maior e conforto do executor do exame. Porém, esse cenário é favorável em serviços de alto volume de ecocardiograma com estresse (normalmente acima de 200 exames mensais).

Acreditamos que a evolução da tecnologia ainda reduzirá o valor da máquina a ponto de ela ser acessível a qualquer porte de serviço de ecocardiografia de estresse.

Contribuição dos autores

Concepção e desenho da pesquisa: Souza JRM e Rossi G; obtenção de dados: Souza JRM e Rossi G; análise e interpretação dos dados: Souza JRM e Rossi G; análise estatística: Souza JRM e Rossi G; obtenção de financiamento: Souza JRM e Rossi G; redação do manuscrito: Souza JRM e Rossi G; revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Souza JRM e Rossi G.

Conflito de interesses

Os autores declaram não terem conflitos de interesse.

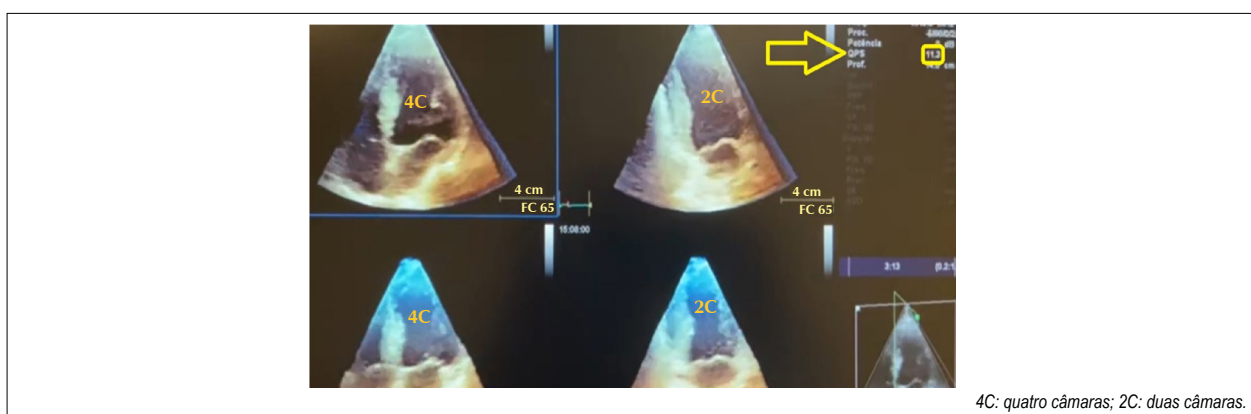


Figura 2 – Volumes ventriculares comparáveis em exame dinâmico.

Referências

1. von Ramm OT, Smith SW. Real time volumetric ultrasound imaging system. J Digit Imaging. 1990;3(4):261-6. doi: <https://doi.org/10.1007/BF03168124>
2. Lang RM, Mor-Avi V, Dent JM, Kramer CM. Three-dimensional echocardiography: is it ready for everyday clinical use? JACC Cardiovasc Imaging. 2009;2(1):114-7. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2008.10.006>
3. Pellikka PA, Arruda-Olson A, Chaudhry FA, Chen MH, Marshall JE, Porter TR, et al. Guidelines for Performance, Interpretation, and Application of Stress Echocardiography in Ischemic Heart Disease: From the American Society of Echocardiography. J Am Soc Echocardiogr. 2020;33(1):1-41.e8. doi: <https://doi.org/10.1016/j.echo.2019.07.001>
4. Hoffer EP, Dewé W, Celentano C, Piérard LA. Low-level exercise echocardiography detects contractile reserve and predicts reversible dysfunction after acute myocardial infarction: comparison with low-dose

- dobutamine echocardiography. *J Am Coll Cardiol*. 1999;34(4):989-97. doi: [https://doi.org/10.1016/s0735-1097\(99\)00340-x](https://doi.org/10.1016/s0735-1097(99)00340-x)
5. Picano E, Pellikka PA. Stress echo applications beyond coronary artery disease. *Eur Heart J*. 2014;35(16):1033-40. doi: <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehu350>
 6. Lancellotti P, Pellikka PA, Budts W, Chaudhry FA, Donal E, Dulgheru R, et al. The Clinical Use of Stress Echocardiography in Non-Ischaemic Heart Disease: Recommendations from the European Association of Cardiovascular Imaging and the American Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*. 2017;30(2):101-38. doi: <https://doi.org/10.1016/j.echo.2016.10.016>
 7. Peteiro J, Piñon P, Perez R, Monserrat L, Perez D, Castro-Beiras A. Comparison of 2- and 3-dimensional exercise echocardiography for the detection of coronary artery disease. *J Am Soc Echocardiogr*. 2007;20(8):959-67. doi: <https://doi.org/10.1016/j.echo.2007.01.034>
 8. Yang HS, Pellikka PA, McCully RB, Oh JK, Kukuzke JA, Khandheria BK, et al. Role of biplane and biplane echocardiographically guided 3-dimensional echocardiography during dobutamine stress echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*. 2006;19(9):1136-43. doi: <https://doi.org/10.1016/j.echo.2006.04.016>
 9. Lang RM, Badano LP, Tsang W, Adams DH, Agricola E, Buck T, et al.; American Society of Echocardiography; European Association of Echocardiography. EAE/ASE recommendations for image acquisition and display using three-dimensional echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*. 2012;25(1):3-46. doi: <https://doi.org/10.1016/j.echo.2011.11.010>
 10. Barbarie RF, Dib E, Ahmad M. Stress echocardiography using real-time three-dimensional imaging. *Echocardiography*. 2018;35(8):1196-203. doi: <https://doi.org/10.1111/echo.14050>
 11. Badano LP, Muraru D, Rigo F, Del Mestri L, Ermacora D, Gianfagna P, et al. High volume-rate three-dimensional stress echocardiography to assess inducible myocardial ischemia: a feasibility study. *J Am Soc Echocardiogr*. 2010;23(6):628-35. doi: <https://doi.org/10.1016/j.echo.2010.03.020>