

Eco Tridimensional: Um Grande Avanço

Echocardiography, Three – Dimensional: a great advance

Arnaldo Rabischoffsky¹

RESUMO

O autor apresenta um artigo de revisão sobre o eco tridimensional, desde um histórico do seu desenvolvimento até os diferentes modos de obtenção das imagens. Também fornece vários exemplos práticos que demonstram a utilidade, na prática diária, dessa nova tecnologia.

Descritores: Ecocardiografia Transesofágica/economia; Ecocardiografia Tridimensional/ tendências/utilização.

SUMMARY

The author presents a review article about tridimensional echocardiography from the presentation of its historical evolution to the different ways of acquiring images. It is also given several practical examples showing the utility of adding this technology to everyday practice.

Descriptors: Echocardiography, Transesophageal/economics; Echocardiography, Three-Dimensional/trends/utilization.

Introdução

A ecocardiografia evoluiu muito nos últimos anos e parte desse avanço deveu-se à informática. Atualmente, um aparelho de ecocardiografia produz e arquiva imagens digitais que podem ser processadas de várias maneiras, durante ou após a realização do exame. O Doppler tecidual talvez tenha sido uma das mais novas tecnologias incorporadas à ecocardiografia.

A ecocardiografia tridimensional é a última tecnologia pronta para uso e encontra-se comercializada por diversas companhias. A aquisição das imagens é relativamente simples, em tempo real, e possibilita a visualização também dos fluxos cardíacos, entre outras coisas.

O real custo-benefício do eco 3D precisa ser avaliado. Porém, é inquestionável a quantidade de informações adicionais que a análise em três dimensões proporciona.

Histórico

Tentativas de gravar e disponibilizar imagens ecocardiográficas em 3D foram relatadas, primeiramente, nos anos de 1960. O potencial da visualização da anatomia cardíaca de forma espacial foi, então, demonstrado. Porém, a potência dos computadores daquele momento, para arquivar e reconstruir as imagens foi o grande limitador. Uma década depois, a necessidade de reconstrução das imagens *off-line* foi um dos fatores limitantes.

No início dos anos 90, Sheikh e colaboradores¹ desenvolveram o primeiro 3D em tempo real, com *Frame Rate* suficiente para mostrar imagens do coração em movimento.

O eco transesofágico 3D, recentemente lançado e disponível, na atualidade, por apenas uma das companhias, oferece imagens ainda de melhor definição e muito próximas da realidade anatômica do que o 3D por via transtorácica. Abre novas

Instituição
Hospital Pro Cardíaco – Rio de Janeiro - RJ

Correspondência
Arnaldo Rabischoffsky
Rua Dona Mariana 219 – Botafogo
22280-020 – Rio de Janeiro – RJ – Brasil
rabischoffsky@gmail.com

Recebido em: 11/05/2009 - Aceito em: 25/05/2009

1. Coordenador do Serviço de Ecocardiografia do Hospital Pro Cardíaco. Rio de Janeiro – RJ

perspectivas no intraoperatório, na elucidação de mecanismos de regurgitação das valvas e de próteses e, dentro do laboratório de hemodinâmica, para diversos procedimentos como fechamento de refluxos periprotéticos^{2,3}.

Metodologia

As formas iniciais de eco 3D eram obtidas pela rotação manual do transdutor. Os transdutores eletrônicos atuais fazem a varredura completa. Para obtenção de imagens 3D, em tempo real, são do tipo *matrix-array*, com 3000 elementos, enquanto os iniciais eram do tipo *sparse-array* e com 256 elementos^{4,5}.

Para obtenção de imagens de qualidade há que se ter um bom registro eletrocardiográfico, uma boa janela acústica e que os movimentos respiratórios não causem interferência na obtenção da imagem. Para tanto, deve-se solicitar ao paciente um período de apnéia.

Quatro ciclos cardíacos são necessários para compor as imagens. Entretanto, mais recentemente, a indústria lançou um aparelho que captura em apenas um ciclo cardíaco e sem necessidade de eletrocardiograma.

Técnica

O ajuste adequado dos ganhos é fundamental, pois ganhos excessivamente baixos podem excluir partes do coração, enquanto ganhos em excesso podem levar a diagnósticos errôneos.

O arquivo de um único volume de imagem 3D possui cerca de 2 MB. Portanto são necessários programas que compactem a imagem, afim de não preencher rapidamente a memória do computador. Um exame bidimensional completo deve ser realizado primeiramente e o 3D deve ser considerado como um complemento.

Três planos ortogonais são recomendados: 1- sagital (corresponde ao longo eixo do coração); 2- coronal (corresponde a 4 câmaras) e 3- transversal (pequeno eixo).

Cada plano pode ser visto de dois lados. Por exemplo, o eixo pequeno pode ser visto do ápice

para a base do coração e vice-versa. O corte apical pode ser visto dentro do VE, olhando-se a ponta, ou inverte-se e observa-se a valva mitral. De dentro do AE, pode-se visibilizar a valva mitral, da mesma maneira que o cirurgião⁶.

Deve-se obter, em cada uma das janelas ecocardiográficas, imagens 4D e volume total (*full volume*). Uma vez arquivadas essas imagens, a sua cuidadosa manipulação posterior fornece informações adicionais. Há que se treinar a manipulação das imagens. A imagem pode ser rodada em qualquer direção e o coração pode ser visibilizado de qualquer ângulo. Além de poder ver determinadas estruturas com mais definição e sobre diferentes ângulos, é possível simular a visão cirúrgica e, conseqüentemente o cirurgião pode fazer o planejamento da operação.

Para análise dos fluxos coloridos, muitas vezes deve-se recortar regiões que estejam fora do interesse para não confundir o examinador.

Alguns exemplos serão aqui apresentados sobre a utilidade desse método, sem a intenção de esgotar o assunto.

Aplicações clínicas:

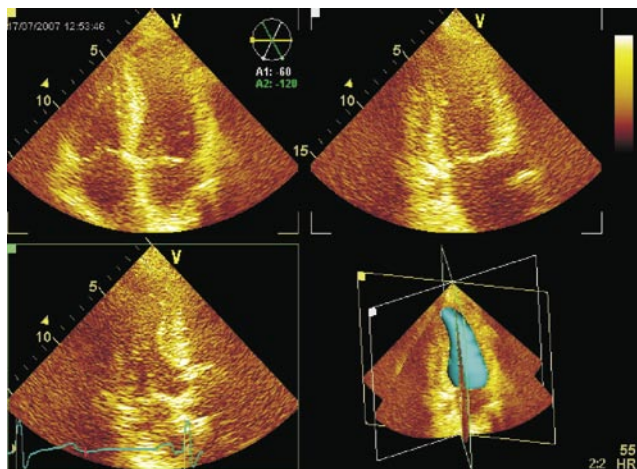
Quantificação dos volumes cardíacos

Por meio da avaliação dos volumes do VE, em três planos ortogonais e em um mesmo ciclo cardíaco, é possível a obtenção de volumes cardíacos bem mais fidedignos do que a análise biplanar que é feita quando se calcula a fração de ejeção pelo método de Simpson. Além disso, cria-se uma imagem tridimensional do VE que pode ser observada sobre infinitos ângulos.

A fração de ejeção pelo método triplanar acrescenta um corte a mais; além do apical 4 e 2 câmaras, o corte longitudinal apical aumentando também, em tese, a acurácia do cálculo (Figura 1). A maior dificuldade reside na não obtenção de um bom bordo endocárdico. Nesse caso, pode-se utilizar contraste com microbolhas para realçar os bordos.

Para o cálculo tridimensional dos volumes do VE e da fração de ejeção, há que se obter um volume total do coração no corte apical. Posteriormente

Figura 1 - Cálculo da fração de ejeção pelo método triplano. Observar os três cortes ortogonais. Após a obtenção da imagem, é feita a planimetria do ventrículo esquerdo em diástole e na sístole, em cada um dos cortes.



te, processa-se as imagens em um *software* de uma empresa conhecida como *Tomtec*, incorporado ao aparelho (Figura 2). Por esse *software* também se obtém um índice de dissincronismo nas paredes, com percentual acima de 8%, indicando dissincronismo intraventricular esquerdo. Esse *software* permite também a obtenção das curvas volume/tempo do ventrículo esquerdo, que serve como uma análise segmentar e demonstra o encurtamento das fibras (Figura 3).

A avaliação da função do VD, cavidade complexa de interpretar pela sua anatomia, como vo-

Figura 2 - Reconstrução do VE a partir do volume total (*Full Volume*) obtido. Observar os volumes diastólico final (EDV), o volume sistólico final (ESV), o volume sistólico (SV), a fração de ejeção (EF) e o índice de dissincronismo (SDI).

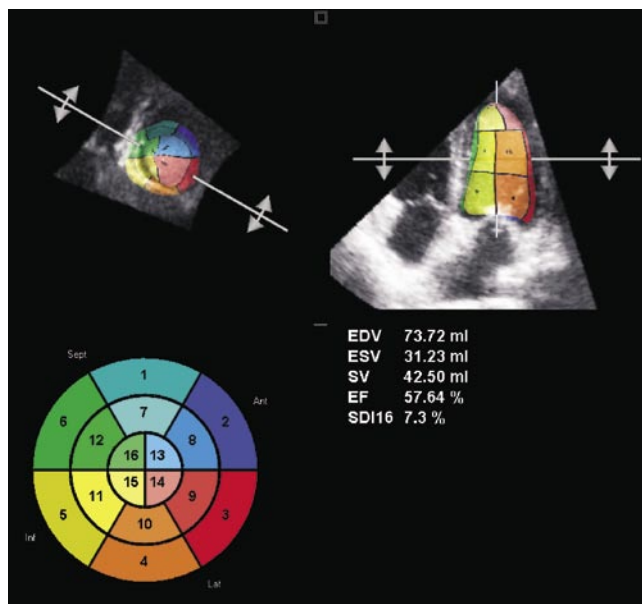
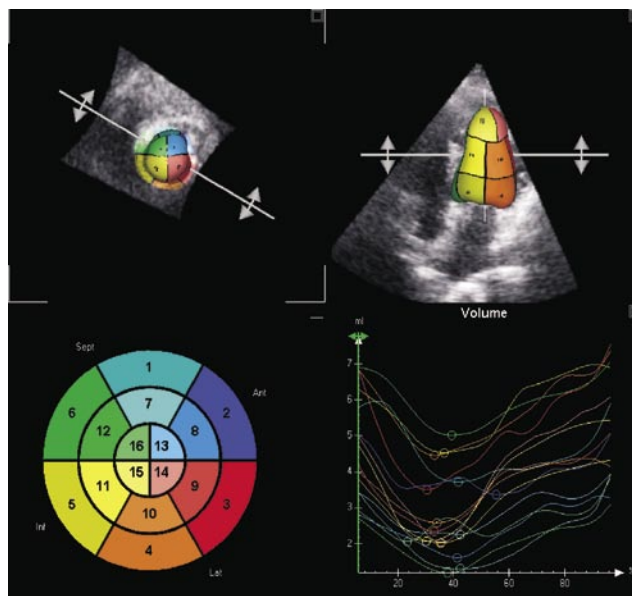


Figura 3 - Observar, no quadro inferior direito, as curvas de volume atingindo o menor volume em um tempo relativamente igual, indicando um bom sincronismo do VE, ao mesmo tempo que um encurtamento normal de todas as paredes. Cada cor identifica um segmento igual ao do Bull Eyes.



lumes, fração de ejeção, entre outras, também é possível por esse método, com excelente correlação com outros métodos, como a medicina nuclear.

É possível que, em breve, as medidas como referência para o adequado momento da indicação cirúrgica, nos pacientes com doença orovalvar, sejam as obtidas pelo volume triplano ou pelos volumes em 3D e não mais o tradicional biplano (Simpson). Os cálculos dos volumes sistólico e diastólico do VE são mais fidedignos por esse método, com uma excelente correlação com a ressonância nuclear magnética^{7,8}.

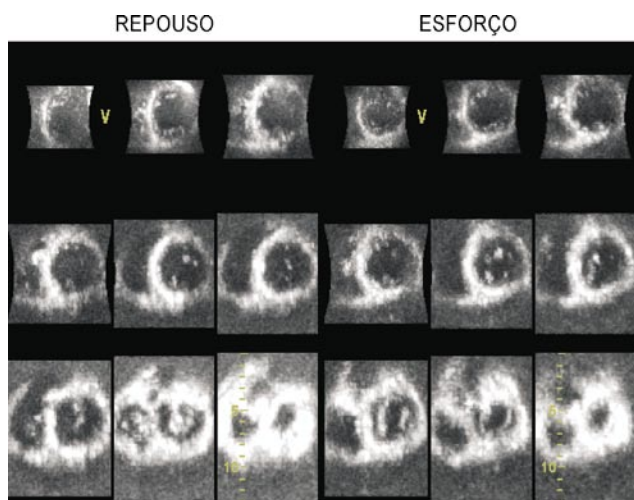
Também pode ser gerado, a partir do Doppler tecidual e do TSI (*tissue synchronization imaging*) ou do volume total, uma imagem tridimensional para avaliação do sincronismo do VE^{9,10}.

O TSI é uma técnica derivada do Doppler tecidual que colore do verde para o vermelho, de acordo com o tempo que leva para atingir o pico de contração máxima de cada segmento do VE, sendo que o verde corresponde a um pico no início da sístole, o amarelo na mesossístole e o vermelho na telessístole. A grande utilidade desse método pode ser em orientar o local adequado para o implante do marca-passo de ressincronização e também acompanhar e aperfeiçoar o resultado do ressincronizador.

Análise tomográfica do coração

O volume total obtido permite a manipulação das imagens de muitas formas, além das já citadas. Uma delas é a análise do coração sobre ângulos infinitos e a outra, o corte em fatias de todo o coração, da mesma maneira que a tomografia computadorizada e a ressonância nuclear magnética. Esses cortes podem, por exemplo, ser usados para a simples análise da contração segmentar do VE, durante o eco de estresse (Figura 4) para avaliação específica de uma região, podendo aumentar a acurácia do exame^{11,12}. Também pode ser útil na avaliação de patologias orovalvares.

Figura 4 - Cortes tomográficos do VE. Em repouso, à esquerda e, no pico do esforço, à direita.



Estenose valvar mitral

Além da perfeita visibilização dos folhetos mitrales, o aparelho subvalvar pode ser examinado por vários ângulos. O eco 3D também auxilia na localização do espessamento ou calcificação nos folhetos, comissuras ou subvalvar. Como na estenose valvar mitral, a valva assume um aspecto em funil, nem sempre a varredura manual com o eco bidimensional consegue encontrar o verdadeiro orifício valvar mitral para realizar a planimetria. Com o eco tridimensional e a possibilidade de cortes tomográficos, é possível que essa análise seja mais precisa (Figuras 5 e 6)^{13,14}.

Valva aórtica bicúspide

Nem sempre a determinação do número de cúspides é possível pelo exame convencional. A possibilidade de rotação em múltiplos planos permite

Figura 5 - Cortes tomográficos do coração gerados a partir do volume total (*full volume*), desde a base do coração até a extremidade mais distal da válvula, teoricamente a verdadeira área valvar.

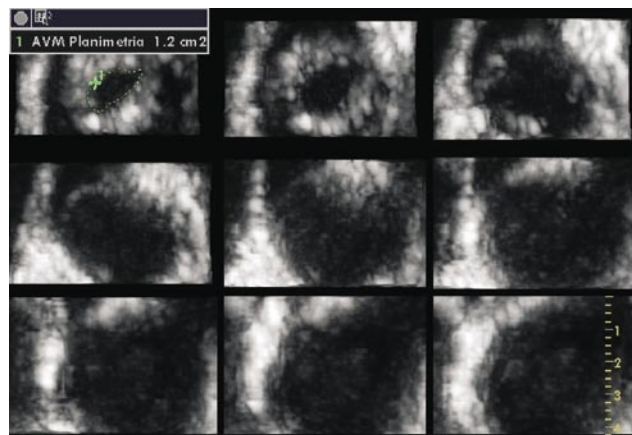


Figura 6 - Vista da valva mitral a partir do AE. A linha amarela com a seta em direção à valva mitral no corte apical aponta a direção em que se está visibilizando a valva mitral.

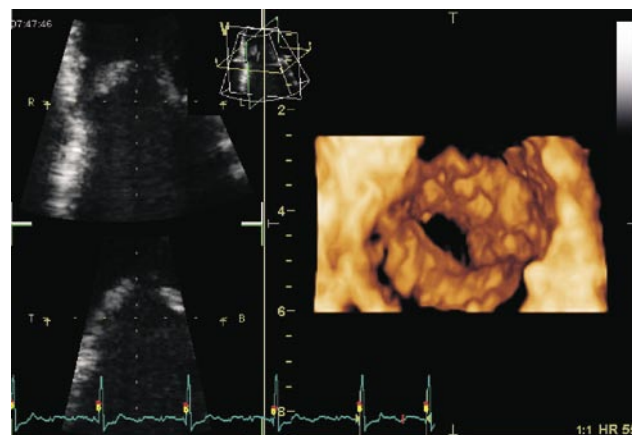
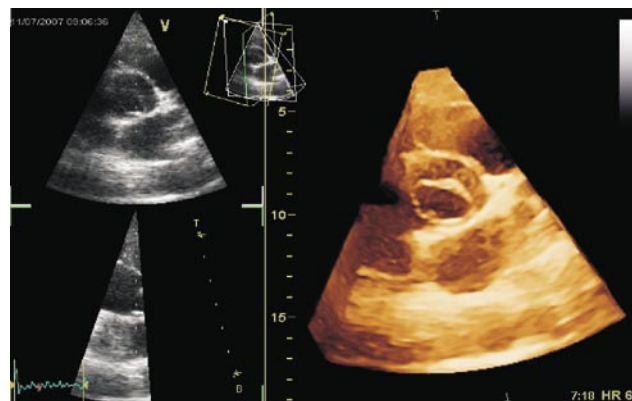


Figura 7 - A imagem acima demonstra com clareza a valva aórtica congenitamente malformada do tipo bicúspide.



um melhor estudo morfológico da válvula aórtica. (Figura 7)^{15,16}

Insuficiência valvar mitral e aórtica

Aqui o principal auxílio do 3D é na visibilização da origem dos jatos de insuficiência e não na quan-

tificação. A aceleração pré-valvar nas insuficiências pode ser visibilizada tridimensionalmente.

Nos casos de insuficiência valvar mitral, o verdadeiro mecanismo pode ser determinado^{17,18} e a visão cirúrgica pode ser simulada. Nos casos de ruptura de cordoalhas, a estrutura que se projeta para o AE é quase sempre vista, permitindo, em muitos casos, dispensar a realização do ecocardiograma transesofágico.

O entendimento do mecanismo das lesões permite que o cirurgião planeje a tática cirúrgica a ser adotada. Pode-se examinar, nos casos de lesão valvar mitral, tanto pelo lado do ventrículo esquerdo como pelo lado do átrio esquerdo (Figura 8). O mesmo pode ser aplicado para os casos de insuficiência valvar aórtica. (Figura 9)

Na avaliação da valva mitral, a aorta serve como referencial, pois contígua a ela está o folheto anterior. (Figura 10)

Figura 8 - Cálculo do PISA da insuficiência valvar mitral em três planos.

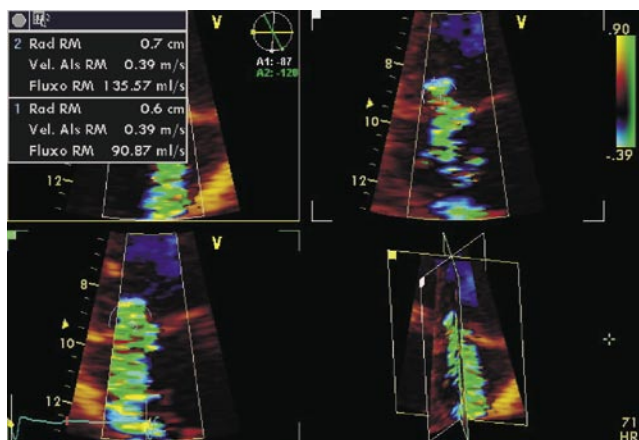


Figura 9 - Prótese biológica na posição aórtica. Deiscência periprotética. Observar o jato diastólico na VSVE. VE= ventrículo esquerdo; PR AO= prótese aórtica.

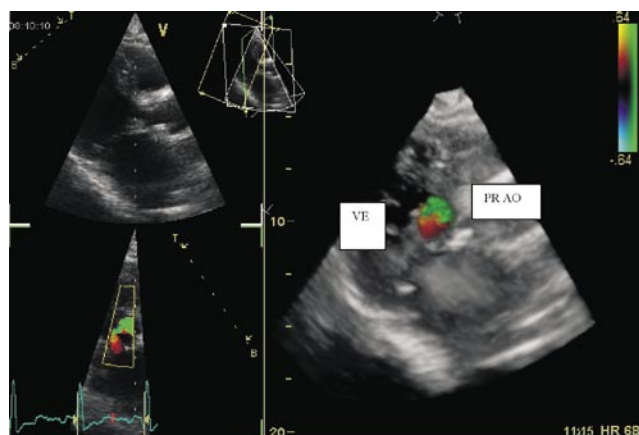


Figura 10 - Degeneração mixomatosa com prolapso do folheto posterior nos segmentos P1 e P3. AO= aorta; FP= folheto posterior; FA= folheto anterior.

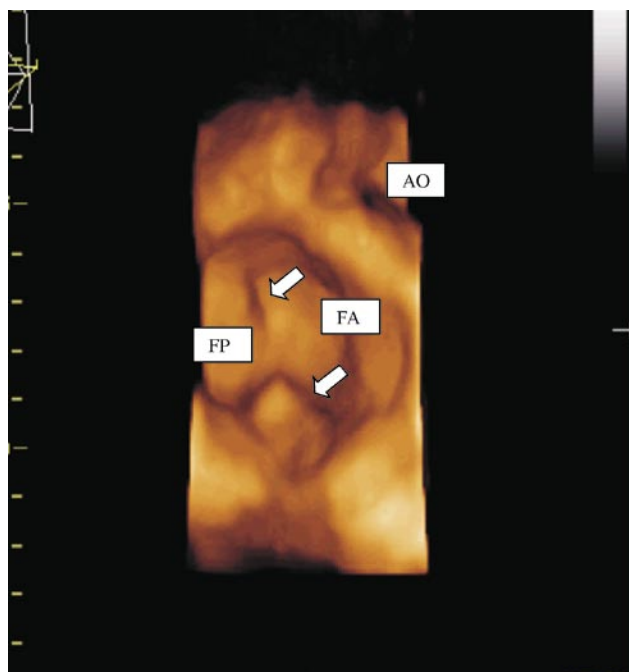
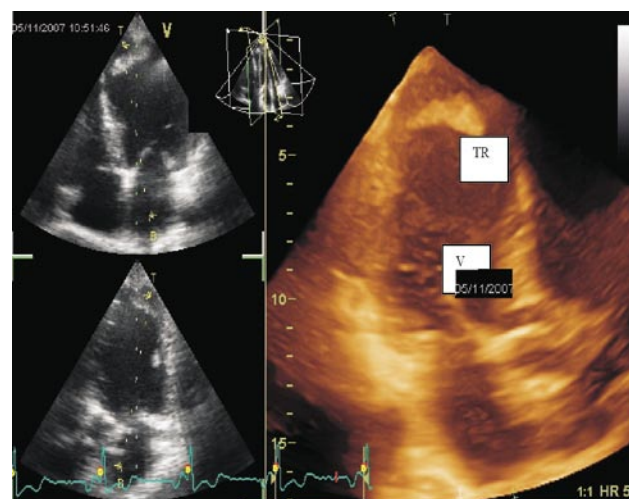


Figura 11 - Observar o grande trombo aderido ao ápice do ventrículo esquerdo. VE= ventrículo esquerdo; TR= trombo.



Trombos

O eco tridimensional pode permitir a melhor identificação e análise do tamanho dos trombos intracavitários^{19,20}. Todas as formas de obtenção das imagens 3D podem auxiliar neste diagnóstico como: eco 3D em tempo real, o full volume e os cortes tomográficos. (Figura 11)

Comunicação interatrial

Pelo eco tridimensional, é possível obter imagens do septo interatrial tanto pela visão do cirurgião,

Figura 12 - Visibilização da CIA a partir do AD. AD= átrio direito; AE= átrio esquerdo; CIA= comunicação interatrial.

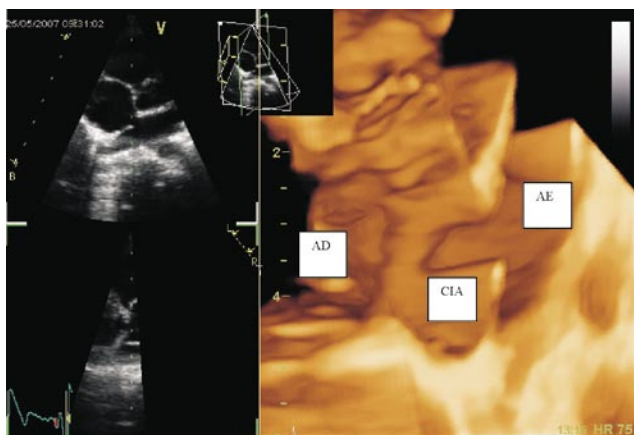
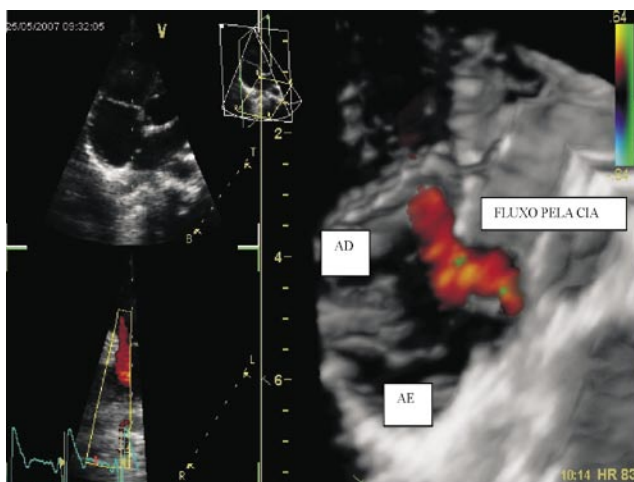


Figura 13 - Visibilização pelo AE do fluxo passando através da comunicação interatrial. AD= átrio direito; AE= átrio esquerdo; CIA= comunicação interatrial.



a partir do AD, quanto pelo AE. O método pode auxiliar na decisão terapêutica cirúrgica ou percutânea^{21,22}. A nitidez da falha, assim como o fluxo passando pela CIA, é muito bem demonstrada. (Figuras 12, 13)

CIV

A possibilidade de localização exata da comunicação interventricular torna o eco tridimensional excelente ferramenta para avaliação estrutural e tratamento deste defeito (Figura 14)^{23,24}.

Endocardite

A boa visibilização das vegetações e das complicações a ela relacionadas podem, em muitas ocasiões, tornar dispensáveis o uso do ETE (Figuras 15 e 16)^{25,26}.

Figura 14 - Exemplo de CIV muscular em paciente adulta. Observar que o bordo do lado ventricular esquerdo é maior do que no lado direito (afunilamento do defeito). CIV= comunicação interventricular.

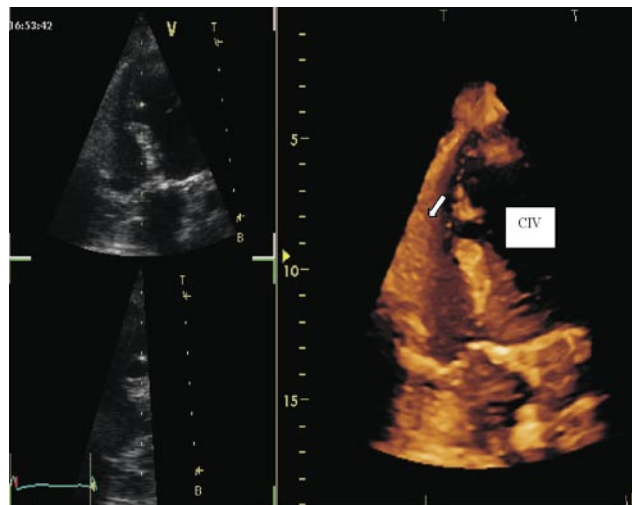


Figura 15 - Observar a vegetação no folheto anterior da valva mitral

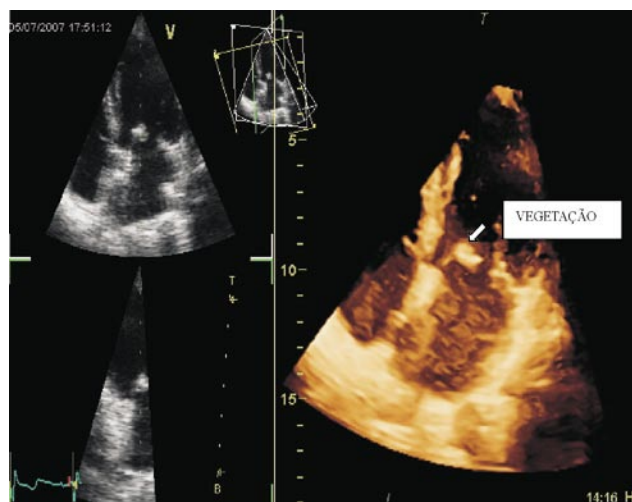


Figura 16 - Endocardite em cabo de marca-passo. AD= átrio direito; VD=ventrículo direito.



Tumor

Tumores cardíacos podem não só ser melhor visualizados em sua anatomia, extensão e morfologia, como também o seu local de inserção (Figura 17) ^{27,28}.

Derrame pericárdico

A extensão do derrame pericárdico, se existe lo-

Figura 17 - Ao eco tridimensional, observa-se o grande mixoma de átrio direito, projetando-se através da valva tricúspide para dentro do ventrículo direito. A peça cirúrgica mostra a semelhança.

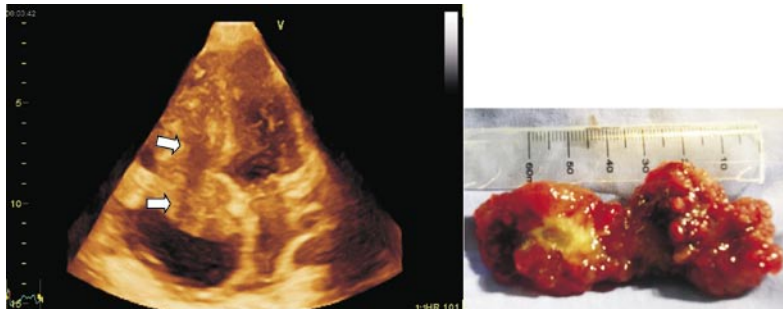


Figura 18 - A noção de profundidade e o volume do líquido ficam mais evidentes ao eco 3D.

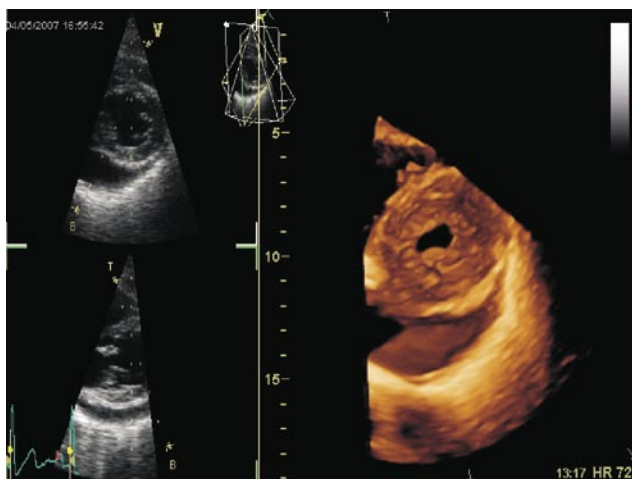
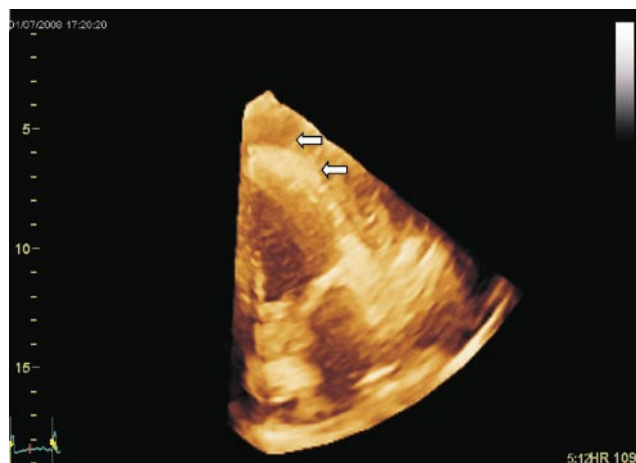


Figura 19 - Traves de fibrina provocando restrição ao enchimento do coração e aderência entre os folhetos indicados pelas setas.



culação ou a presença de implantes neoplásicos são informações que o eco 3D pode acrescentar (Figuras 18 e 19) ²⁹⁻³¹.

Referências

1. Sheikh K, Smith SW, von Ramim O, Kisslo J. Real-time, three-dimensional echocardiography: feasibility and initial use. *Echocardiography*. 1991; **8**: 119-25.
2. Little SH, Kleiman N, Guthikonda S. Percutaneous paravalvular repair: guidance using live dimensional transesophageal echocardiography. *J Am Coll Cardiol*. 2009; **53**(16):1467.
3. Ionac AT, Mornos C, Cozma D, Pescariu S, Dragulescu A, Popescu I, et al. 632 Assessment of mitral regurgitation mechanism. Three-dimensional Transesophageal Echocardiography Study. *Eur J Echocardiogr*. 2006; **7**:596-7.
4. 3D Echocardiography: a review of the current status and future directions- *J Am Soc Echocardiogr*. 2007;**20**: 213-33.
5. Lange A, Palka P, Burstow DJ, Godman MJ. Three-dimensional echocardiography: historical development and current applications. *J Am Soc Echocardiogr*. 2001;**14**:403-12.
6. De Castro S, Yao J, Pandian NG. Three-dimensional echocardiography: clinical relevance and application. *Am J Cardiol*. 1998;**81**(12A):96G-102G.
7. Gopal AS, Keller AM, Ringling R, King DL Jr, King DL. Left ventricular volume and endocardial surface area by three-dimensional echocardiography: comparison with two-dimensional echocardiography and nuclear magnetic resonance imaging in normal subjects. *J Am Coll Cardiol*. 1993; **22**: 258-70
8. Mor-Avi V, Lang RM. The use of real-time three-dimensional echocardiography for the quantification of left ventricular volumes and function. *Curr Opin Cardiol*. 2009;May 26 [Epub ahead of print].
9. Burgess MI, Jenkins C, Chan J, Marwick TH. Measurement of left ventricular dyssynchrony in patients with ischaemic cardiomyopathy: a comparison of real-time three-dimensional echocardiography. *Heart*. 2207;**93**:1191-6.
10. Soliman OI, van Dalen BM, Nemes A, Zwaan HB, Vletter WB, ten Cate FJ, et al. Quantification of left ventricular dyssynchrony by real-time three-dimensional echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*. 2009; **22**:232-9.
11. Ahmad M, Tianrong X, McCulloch M, Abreo G, Runge M. Real-Time three-dimensional echocardiography during dobutamine stress echocardiography in assessment of ischemia: comparison with two-dimensional dobutamine stress echo-

- cardiography. *J Am Coll Cardiol*. 2001;**37**:1303-8.
12. Yang H, Pellikka P, McCully R, Oh J, Kukuzke JA, Khandheria BK, et al. Role of biplane and biplane echocardiography guided 3-dimensional echocardiography during dobutamine stress echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*. 2006;**19**: 1136-43.
 13. Chen Q, Nosir YF, Vletter WB. Accurate assessment of mitral valve area in patients with mitral stenosis by three-dimensional echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*. 1997;**10**(2): 133-40.
 14. Chu JW, Levine RA, Chua S. Assessing mitral valve area and orifice geometry in calcific mitral stenosis: a new solution by real-time three-dimensional echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*. 2008;**21** (9): 1006-9.
 15. Singh P, Dutta R, Nanda NC. Live/real time three-dimensional transthoracic echocardiographic assessment of bicuspid aortic valve morphology. *Echocardiography* .2009;**26**(4): 478-80.
 16. Malagoli A, Barbieri A, Modena MG. Bicuspid aortic valve regurgitation: quantification of anatomic regurgitant orifice area by 3D transesophageal. *Echocardiography*. 2008;**25**(7): 797-8.
 17. Solis J, Stiges M, Levine RA- Three-dimensional echocardiography. New possibilities in mitral valve assessment. *Rev Esp Cardiol* .2009;**62**(2): 188-98.
 18. Hozumi T, Yoshikawa J, Yoshida K, Akasaka T, Takagi T, Yamamura A, et al. Assessment of flail mitral leaflets by dynamics three-dimensional echocardiography imaging. *Am J Cardiol*. 1997:223-5.
 19. Lo Ci, Chang SH, Hung CL. Demonstration of left ventricular thrombi with real-time 3-dimensional echocardiography in patient with cardiomyopathy. *J Am Soc Echocardiogr*. 2007;**20** (7):905.e9-13.
 20. Sinha A, Nanda NC, Khanna D, Dod HS, Vengala S, Mehmood F, et al. Morphological assessment of left ventricular thrombus by live three-dimensional transthoracic echocardiography. *Echocardiography*. 2004 ;**21**(7):649-55.
 21. Mehta R, Helmcke F, Nanda NC, Pinheiro L, Samdarshi TE, Shah VK, et al. Uses and limitations of transthoracic echocardiography in the assessment of atrial septal defect in adults. *Am J Cardiol*. 1991; **67**:288-94.
 22. McKendrick R, Owada CY. Real-time 3D echocardiography-guided transcatheter device closure of atrial septal defects. *Cathet Cardiovasc Interv*. 2005; **65**:442-6.
 23. Cheng TO, Xie MX, Wang XF , Wang Y. Real time 3-dimensional echocardiography in assessing atrial and ventricular defect: an echocardiographic-surgical correlative study. *Am Heart J*. 2004;**148**:1091-5.
 24. Ho SY, McCarthy KP, Rigby ML. Transcatheter closure of perimembranous ventricular septal defects: implications for transcatheter device closure. *J Interv Cardiol*. 2004;**17**:99-108.
 25. Liu YW, Tsai WC, Lin CC. Usefulness of real-time three-dimensional echocardiography for diagnosis of infective endocarditis. *Scand Cardiovasc J*. 2009; **6**:1-6.
 26. Jain R, Kolia TJ. Three-dimensional transesophageal echocardiography for pacemaker endocarditis. *J Am Coll Cardiol*. 2009; **7**;53(14):1241.
 27. Butz T, Scholtz W, Korfer J ,Maleszka A, Jategaonkar S, Meissner A, et al. Prolapsing left atrial myxoma:preoperative diagnosis using multimodal imaging approach with magnetic resonance imaging and real-time three-dimensional echocardiography. *Eur J Echocardiogr*. 2008; **9**(3):430-2.
 28. Le Tourneau T, Pouwels S, Gal B, Vincentelli A, Polge AS, Fayad G, et al. Assessment of papillary fibroelastomas with live three-dimensional transthoracic echocardiography. *Echocardiography*. 2008; **25**:489-95.
 29. Zagol B, Minderman D, Munir A, D'Cruz I. Effusive constrictive pericarditis: 2D, 3D echocardiography and MRI imaging. *Echocardiography*. 2007;**24**(10):1110-4.
 30. D'Cruz IA, Khouzam RN, Minderaman D. Echocardiography: three-dimensional echocardiographic appearances of pericardial effusion and tamponade. *Echocardiography*. 2007;**24**(2):162-5.
 31. Shiota T. 3D Echocardiography. London: Taylor and Francis; 2007.