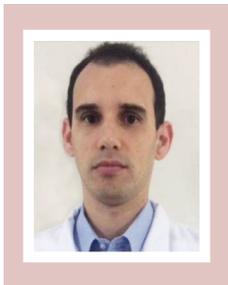


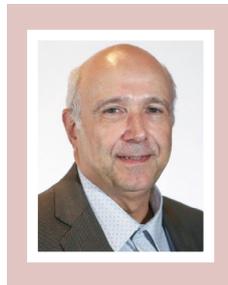
Como Eu Faço Análise da Função Diastólica nos Casos Indeterminados pela Diretriz da *American Society of Echocardiography* 2016?

My Approach to Analyze Diastolic Function in Indeterminate Cases by the 2016 American Society of Echocardiography Guideline?

Departamento de Ecocardiografia, A Beneficência Portuguesa de São Paulo,¹ São Paulo, SP; Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia São Paulo,² São Paulo, SP, Brasil.



Renato Hortegal^{1,2}



Henry Abensur¹

Introdução

O status atual da avaliação da disfunção diastólica tem duas tarefas principais: a avaliação/categorização da disfunção diastólica e o reconhecimento dos sinais de aumento das pressões de enchimento do ventrículo esquerdo.^{1,2}

A diretriz da *American Society of Echocardiography* (ASE) de 2016 apresenta algumas zonas de incerteza relativas ao diagnóstico.³ Podemos ter situações nas quais dois dos seguintes parâmetros são discordantes: e' septal, e' lateral, E/e' , volume indexado do átrio esquerdo e velocidade do refluxo tricúspide. Nesses casos, o algoritmo atual poderia ser insuficiente para classificar tais pacientes (casos indeterminados), requerendo parâmetros adicionais para realizar a avaliação.

Os seguintes cenários não são considerados nessa revisão: calcificação do anel mitral, bloqueio de ramo esquerdo, fibrilação atrial, alteração da contração segmentar, hipertensão arterial pulmonar significativa, Fração de Ejeção do Ventrículo Esquerdo (FEVE) <50% e hipertrofia ventricular esquerda.

Premissas da abordagem sugerida

De certo ponto de vista, as limitações da tecnologia atual disponível parecem dissociar os achados clinicamente relevantes do interesse em acessar as propriedades intrínsecas do miocárdio (como a rigidez, por exemplo).

Palavras-chave

Diagnóstico; Parâmetros; Função Diastólica.

Correspondência: Renato Hortegal •

R. Maestro Cardim- 769, São Paulo, SP, Brasil. CEP 01323-001

E-mail: eletrocardio2009@gmail.com

Artigo recebido em 14/12/2019; revisado em 3/4/2020; aceito em 8/4/2020

DOI: 10.5935/2318-8219.20200041

Logo, a avaliação atual dos casos indeterminados de disfunção diastólica, assim como toda a diretriz da ASE, é dirigida por uma abordagem muito mais de caráter inferencial do que a aferição direta das propriedades diastólicas do coração.

Por tal motivo, a avaliação suplementar também deveria estar endereçada de acordo com o contexto clínico. Aqui, daremos foco em achados ecocardiográficos que possam explicar um determinado quadro clínico que tenha como fundamento fisiopatológico o enchimento ventricular anômalo.

Ademais, assumimos que: 1) a pressão hidrostática do sangue desempenha um papel principal na determinação da pressão venosa central, assim como de todas as pressões do sistema cardiovascular, uma vez que trata-se de um sistema de vasos comunicantes e 2) não há compressão extrínseca das câmaras do coração/vasos.

Então, o aumento da Pressão Telediastólica do Ventrículo Esquerdo (PD_2VE) leva à transmissão pressórica retrógada sequencial desde o ventrículo esquerdo em direção ao átrio esquerdo e, deste, para as veias pulmonares, até alcançar o nível capilar pulmonar.

Assim, podemos organizar os parâmetros-alvo de modo sistemático de acordo com a topografia na coluna de líquido/sangue do sistema cardiovascular, desde de o nível mais alto adotado, isto é, o capilar pulmonar, até o mais baixo, o ventrículo esquerdo.

Nível capilar pulmonar

Ultrassonografia pulmonar: buscando o “padrão B”

A evidência de violação hidrostática da barreira alvéolo-capilar que leva à congestão pulmonar pode ser avaliada pela ultrassonografia desse órgão por meio do número e da extensão de linhas B.

De acordo com o documento do *International Liaison*

Committee on Lung Ultrasound (ILC-LUS),⁴ as linhas B são definidas como artefatos de reverberação hiperecoicos que surgem da linha pleural (previamente descritos como cauda de cometa), estendendo-se até a parte inferior da tela, sem desaparecer e com movimento sincrônico com o deslizamento pleural (*lung slide*).

Embora a presença de linhas B tenha baixa especificidade, o padrão B do protocolo *Blue*⁵ (combinação de múltiplas linhas B, linha pleural regular e deslizamento pleural preservado) pode sugerir causa cardiogênica para um quadro de congestão pulmonar⁶ (Figura 1).

A combinação de linha B com outros dados clínicos e ecocardiográficos pode otimizar o diagnóstico. Além disso, o reconhecimento do padrão B pode ser útil como evidência

residual de um episódio transitório e já resolvido de elevação de pressão capilar pulmonar induzida pelo exercício ou por isquemia miocárdica, por exemplo.⁶

Nível veias pulmonares: acessando o ponto de escoamento de transmissão retrógrada de pressão

O fluxo venoso pulmonar possui um padrão trifásico, incluindo a onda sistólica, com seus dois componentes (S1 e S2), uma onda Diastólica (D) e a onda Atrial Reversa (Ar) (Figura 2). Compreender a fisiologia e a fisiopatologia de cada componente é crucial para interpretar tais sinais.

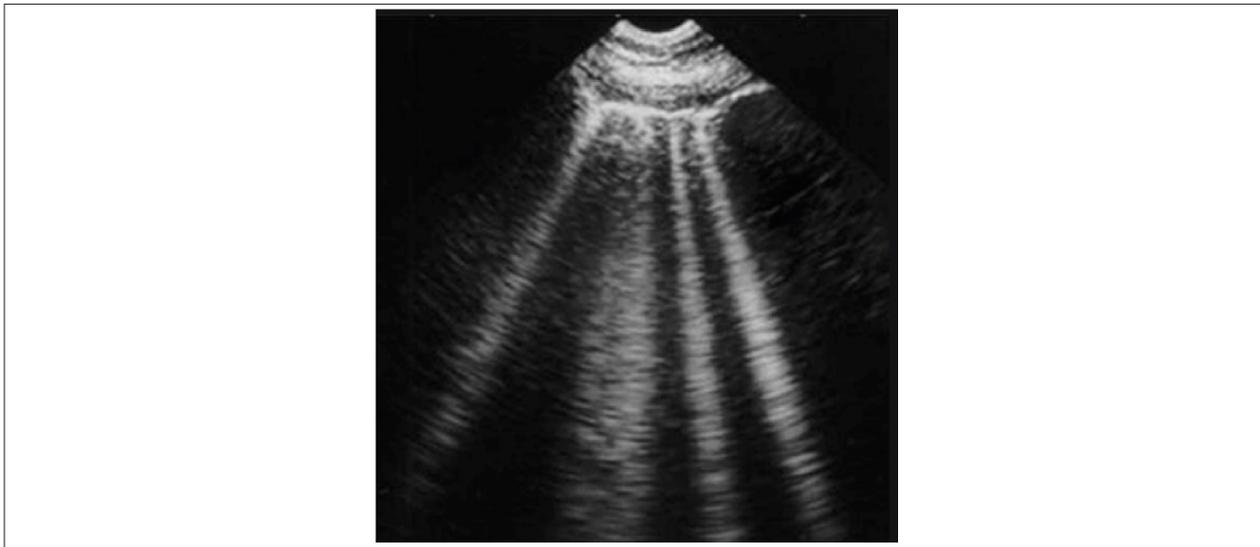
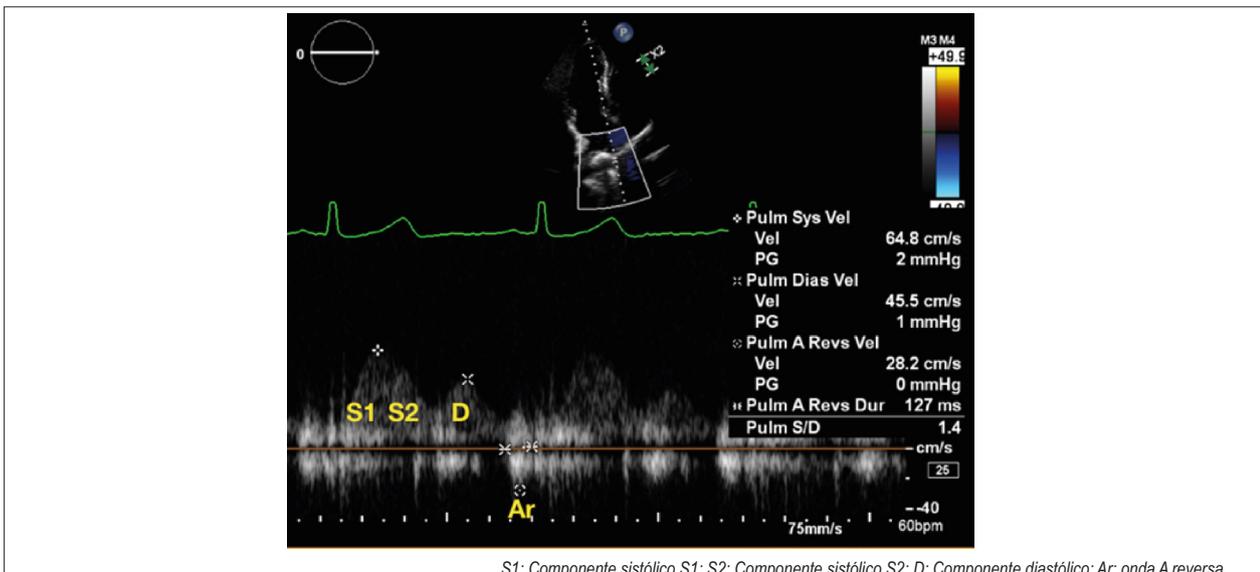


Figura 1 – Padrão B. Linhas B com linha pleural regular e deslizamento pleural preservado.



S1: Componente sistólico S1; S2: Componente sistólico S2; D: Componente diastólico; Ar: onda A reversa.

Figura 2 – Os três componentes do fluxo de veias pulmonares.

O componente sistólico precoce (S1) é causado pelo decaimento da pressão atrial, enquanto o componente mesotesistólico (S2) é causado principalmente pela variação da pressão do ventrículo direito, somada à contribuição significativa do descenso do anel atrioventricular.⁷

A onda D é equivalente à onda E mitral e representa a fase de enchimento rápido. Em condições normais, a onda S é maior que a D (Figura 3). O padrão contrário (S<D) sugere disfunção diastólica grau II ou III, excluindo outras causas com regurgitação mitral, por exemplo.

A onda Ar normal representa o fluxo fisiológico retrógrado para veias pulmonares durante a contração atrial. O átrio esquerdo alcança o pico pressórico para empurrar sangue para dentro de um ventrículo parcialmente cheio. Nesse momento, uma quantidade de sangue é expelida do ventrículo esquerdo para as veias pulmonares, gerando o fluxo reverso fisiológico (*A reversal wave*). Isso evita o estresse excessivo da parede atrial (Figura 3).

Em condições normais, o fluxo reverso atrial não deve durar mais que 110 a 120 ms, além de ter duração inferior à da onda A atrial medida na altura do anel mitral.

A duração da onda A reversa que excede a duração da onda A (medida ao nível do anel mitral) sugere disfunção diastólica com aumento da pressão do átrio esquerdo de PD2VE. A diferença ≥ 30 ms denota a existência de níveis muito elevados de PD2VE.

Obviamente, o uso de tal índice assume contração atrial normal. Diante de evidência clínica de miocárdio atrial atordoado (pós-cardioversão, por exemplo) ou de bloqueio interatrial no eletrocardiograma (quando a onda P tem duração ≥ 120 ms e morfologia bifásica ou plus-minus em derivações inferiores), o desempenho desse parâmetro pode estar comprometido.

Nível átrio esquerdo

Strain de átrio esquerdo: o uso racional da fase de reservatório

A função de átrio esquerdo é dividida em três fases: reservatório, conduto e contração. Usando a técnica de *speckle tracking*, é possível acessar as curvas de deformação de cada fase (Figura 4).

Um consenso recente da *EACVI/ASE/Industry Task Force*⁸ fornece informações específicas sobre todos os requerimento técnicos para a medida do *strain* de átrio esquerdo.

Nos últimos 10 anos, uma base sólida de evidências foi construída mostrando a utilidade clínica das curvas de deformação do átrio esquerdo.⁸ Entretanto, tais evidências dão suporte para o uso apenas da fase de reservatório.

Antes de utilizar o *strain* do átrio esquerdo para estudar a função diastólica, é crucial reforçar que a deformação desse átrio reflete não apenas as propriedades intrínsecas dele (como sua rigidez, por exemplo), mas engloba à essa informação componentes do *Global Longitudinal Strain* (GLS), *Mitral Annular Plane Systolic Excursion* (MAPSE) e volumes do ventrículo e átrio esquerdos.

De fato, desde a publicação de Barbier et al.⁹ já é conhecido que há duas fases de reservatório: uma precoce, que reflete o relaxamento que ocorre após a contração atrial, e uma tardia, que reflete o descenso da base do coração e a rigidez da câmara atrial esquerda.

Singh et al.¹⁰ descreveram o comportamento da fase de reservatório nos diferentes níveis de disfunção diastólica. A partir desses dados, é possível sugerir o grau de disfunção diastólica, de acordo com o valor do *strain* do átrio esquerdo (Figura 5).

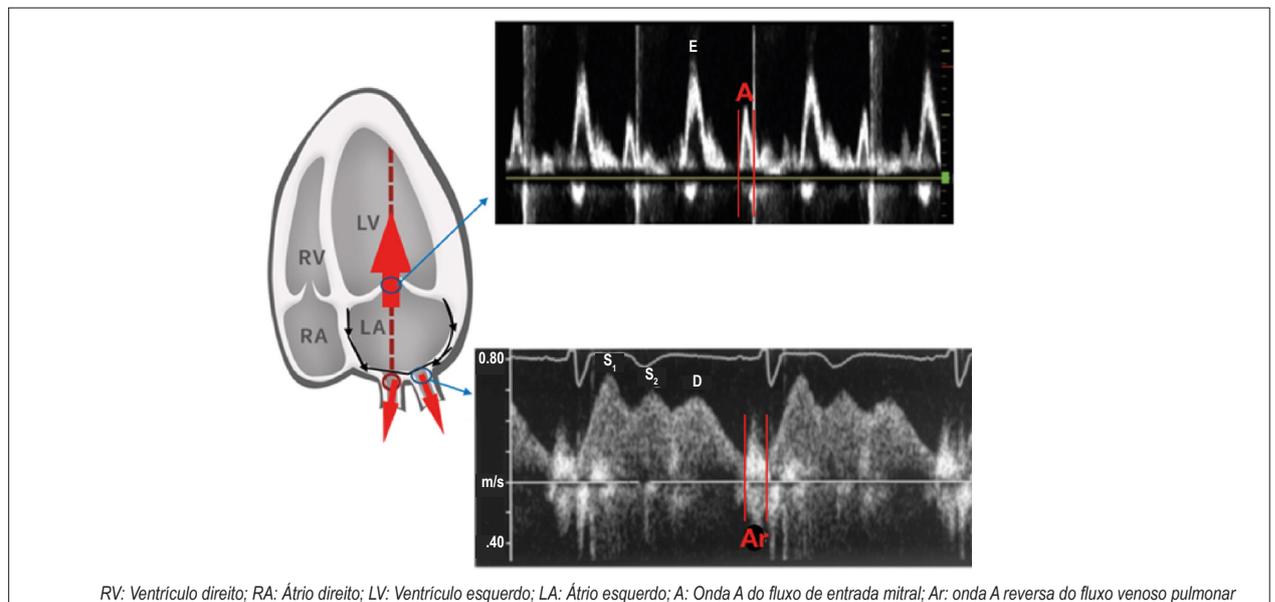
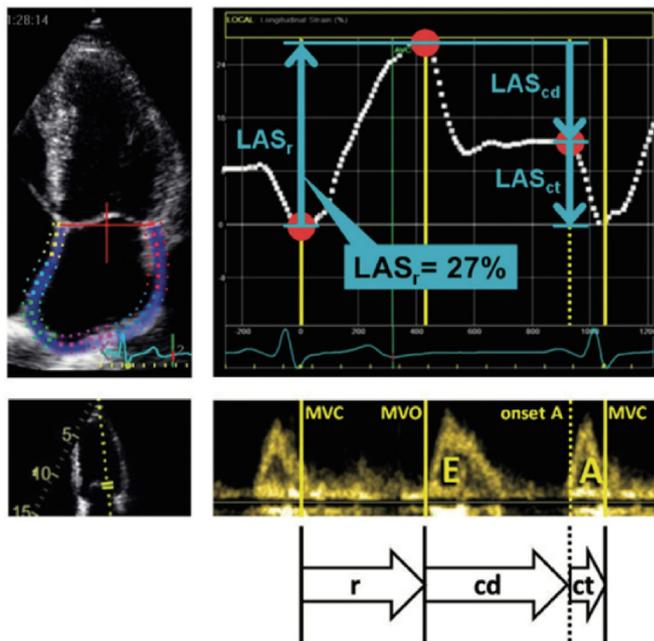


Figura 3 – Avaliação da duração das ondas A e Ar para inferir as pressões de enchimento do ventrículo esquerdo.

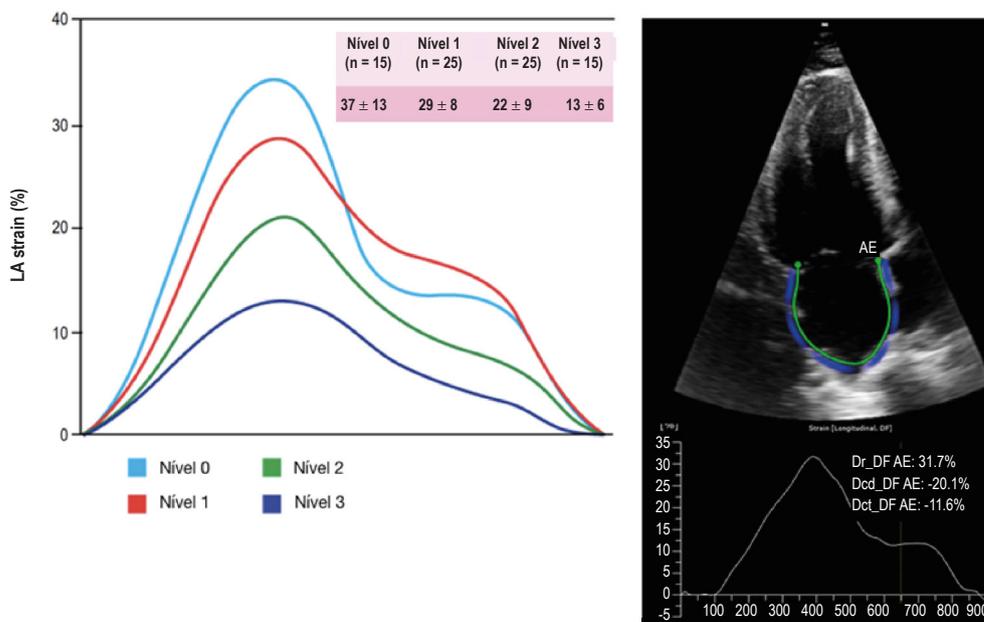
Lundberg et al.¹¹ mostraram que o *strain* de átrio esquerdo apresentou desempenho superior ao algoritmo atual ASE/EACVI para a estimativa das pressões de enchimento do ventrículo esquerdo (Figura 6).

Propomos, aqui, o valor de corte da fase de reservatório do átrio (LAR) *strain* < 20%, baseados em estudos com medidas invasivas, nos quais o *strain* do átrio esquerdo mostrou desempenho superior comparado ao algoritmo vigente da ASE.¹¹



LAS_r: strain de átrio esquerdo reservatório; LAS_{cd}: strain de átrio esquerdo conduto; LAS_{ct}: strain de átrio esquerdo contração; MVC: fechamento da valva mitral; MVO: abertura da valva mitral.

Figura 4 – Fases do strain de átrio esquerdo de acordo com EACVI/ASE/Industry Task Force: reservatório, conduto e contração.



Fonte: adaptado de Singh et al.¹². LA: átrio esquerdo.

Figura 5 – Categorização da disfunção diastólica pelo strain do átrio esquerdo. (B) Exemplo de disfunção diastólica grau I.

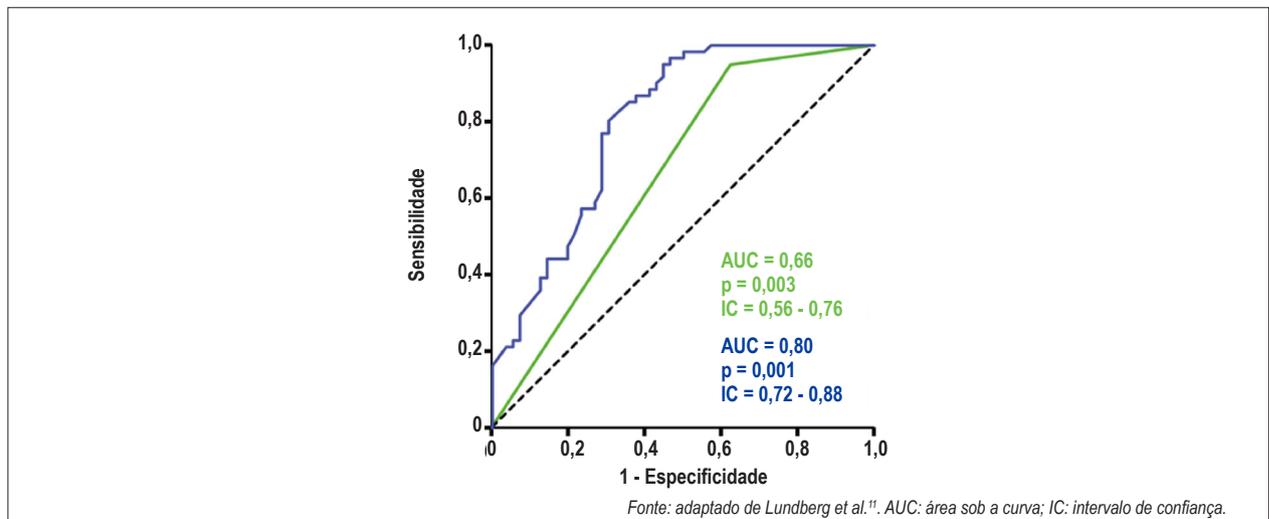


Figura 6 – Comparação entre o desempenho do strain artéria esquerda e o algoritmo da American Society of Echocardiography para predição das pressões de enchimento do ventrículo esquerdo. Curva ROC em verde representa a diretriz ASE 2016, enquanto a curva ROC azul representa a fase de reservatório do átrio esquerdo.

Nível valva mitral

Doppler do fluxo de entrada transmitral: buscando a onda L e explorando o padrão de fluxo de entrada sob diferentes condições de carga

A presença de um fluxo mitral mesodiastólico (onda L) com velocidade > 20 cm/s sugere relaxamento ativo anormal com elevação das pressões de enchimento, embora pequena onda L com velocidade < 20 cm/s possa ocorrer em corações normais com bradicardia (Figura 7).

Por outro lado, o uso de manobras provocativas, no intuito de produzir alterações das condições de carga, pode desmascarar estados de anormalidade em diversas situações da prática clínica cardiológica.

Observar o comportamento do padrão de Doppler mitral, quando exposto a essas variações, fornece informação valiosa sobre como as câmaras esquerdas se enchem.

Ao mantermos a manobra de Valsalva efetiva por 10 segundos, reduzimos a pré-carga. A resposta fisiológica esperada é a diminuição concordante de ambas as ondas E e A, com redução da razão E/A < 50% (Figura 8A).

A resposta patológica é o movimento discordante, com redução da onda E e aumento da onda A, junto de redução global da razão E/A > 50%. Esse comportamento tem alta especificidade para disfunção diastólica, com elevação das pressões de enchimento (Figura 8B). Entretanto, mudanças inferiores a 50% da relação E/A não necessariamente indicam função diastólica normal.

O mesmo racional nos permite inferir que o efeito oposto deveria ser esperado quando realizamos manobras que aumentam a pré-carga, como elevação passiva das pernas (*passive leg raising*) por 3 minutos a 45°. Isso pode ser útil para pacientes com E/A < 1 e que não preenchem todos os critérios para disfunção diastólica – entretanto isso não substitui o teste de estresse diastólico, quando indicado.

Nível anel mitral

Velocidades protodiastólicas do anel mitral por TDI

Relatar as velocidades protodiastólicas septal e lateral do *annulus* mitral nos laudos ecocardiográficos pode oferecer informação valiosa para os cardiologistas: valores < 7 cm/s (septal) e < 10cm/s (lateral) sugerem disfunção diastólica, embora estados de pré-carga reduzida possam produzir resultados falso-negativos.

Adicionalmente, quando as velocidades e', a' e s' são todas ≤ 5 cm/s, isso é altamente sugestivo de doença miocárdica (*triple five sign*).

Nível ventrículo esquerdo

Global longitudinal *strain* do ventrículo esquerdo: combinando o foco da hemodinâmica com o grau de acometimento miocárdico

Ao longo do sistema cardiovascular, a pressão dentro das diferentes câmaras é relacionada a dois fatores principais: a resistência e o fluxo/a volemia.

Logo, para um dado cenário de aumento das pressões de enchimento de câmaras esquerdas e FEVE preservada, podemos ter como causa básica uma cardiomiopatia restritiva (por exemplo, amiloidose cardíaca), mas também podemos ter como elemento causal um estado de hipervolemia (insuficiência renal aguda, por exemplo) produzindo um perfil hemodinâmico similar.

Além disso, também é possível imaginar um mosaico de possibilidades entre essas duas condições extremas com diferentes níveis de acometimento miocárdico.

A avaliação de quanto de acometimento miocárdio explica o perfil hemodinâmico é tão importante (ou até mais importante) como a caracterização das pressões de enchimento do ventrículo esquerdo.¹²⁻¹⁴

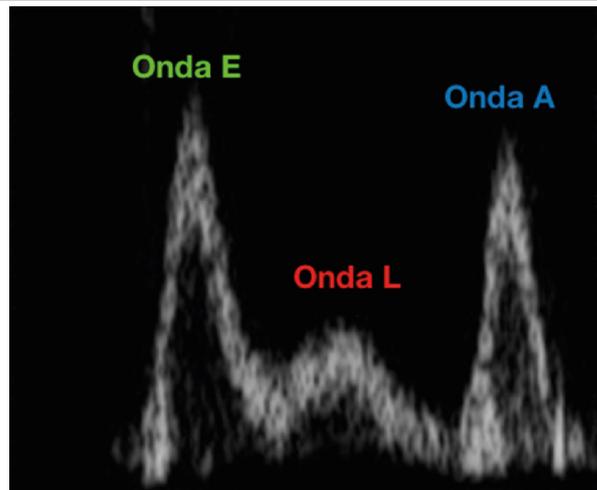


Figura 7 – Onda L patológica.

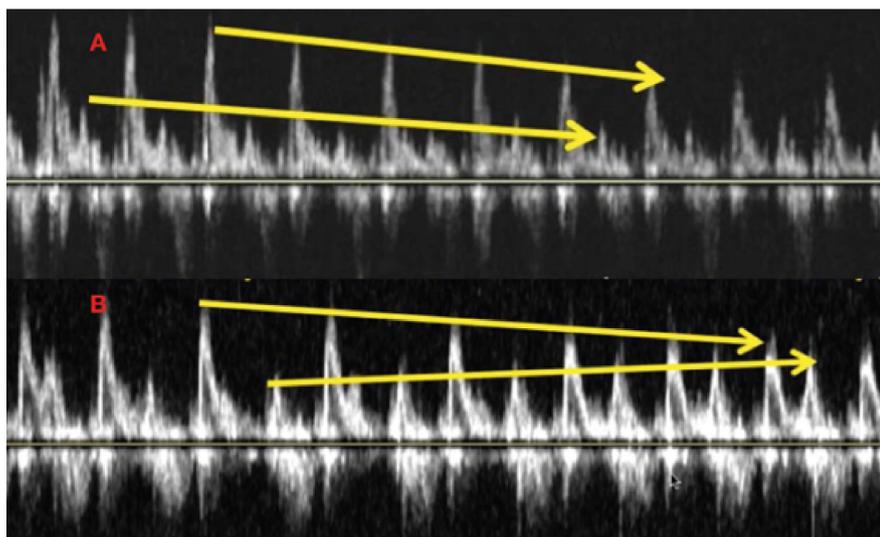


Figura 8 – Fase de strain da manobra de Valsalva (10s). (A) Resposta fisiológica; (B) resposta patológica.

Dados recentes sugerem que a deformação do ventrículo esquerdo acessada por *speckle tracking* pode ser útil para esse propósito. Esse racional foi recentemente apresentado por um excelente artigo escrito pelo Shah et al.¹⁵

Por essa razão, propomos combinar a avaliação do GLS do ventrículo esquerdo (quanto de acometimento miocárdico?) com outros parâmetros que avaliam a hemodinâmica cardiovascular supracitados (há sinais de aumento das pressões de enchimento?). A Figura 9 resume tais parâmetros propostos.

Limitações

A avaliação que propomos tem uma série de limitações e deveria ser utilizada apenas com suporte inicial para organizar

todos os parâmetros disponíveis para esse propósito.

Alguns cenários fisiopatológicos, como os relacionados a um acoplamento ventrículo-arterial anômalo, bem como a disfunção de ventrículo direito, podem não ser contemplados por essa abordagem.

Finalmente, podemos fazer uma prospecção de um futuro próximo, no qual devem ser possíveis análises mais complexas guiadas por ferramentas de *machine learning*, as quais permitem lidar com um grande número de variáveis e selecionar as mais relevantes para cada paciente em um cenário de inteligência aumentada.

Conflito de interesses

Os autores declararam não terem conflito de interesse.

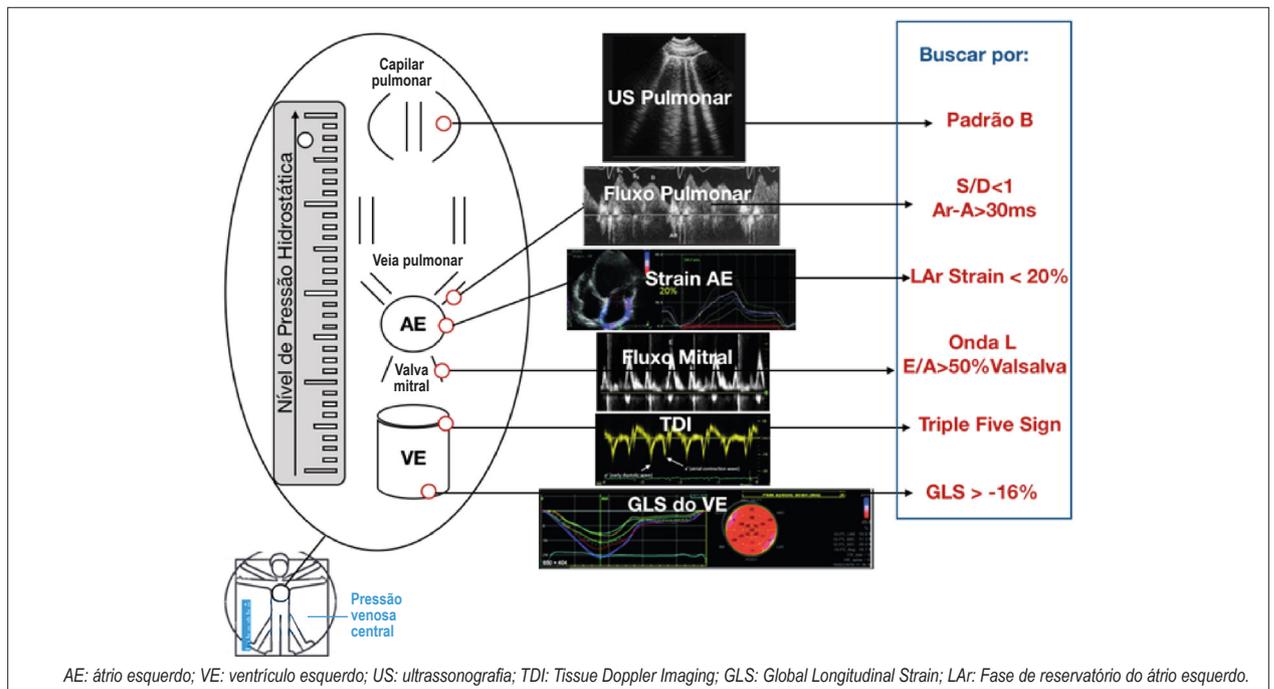


Figura 9 – Configuração topográfica dos parâmetros para acessar casos indeterminados de disfunção diastólica pelos critérios da American Society of Echocardiography de 2016.

Referências

- Hortegal R, Abensur H. Strain echocardiography in patients with diastolic dysfunction and preserved ejection fraction: are we ready? *Arq Bras Cardiol: Imagem Cardiovasc.* 2017;30(4):132-9.
- Nagueh SF, Smiseth OA, Appleton CP, Byrd BF, Dokainish H, Edvardsen T, et al. Recommendations for the evaluation of left ventricular diastolic function by echocardiography: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J Am Soc Echocardiogr.* 2016;29(4):277-314.
- Oh JK, Miranda WR, Bird JC, Kane GC, Nagueh SF. The 2016 Diastolic Function Guideline: is it already time to revisit or revise them? *JACC Cardiovasc Imaging.* 2020;13(1 Pt 2):327-35.
- Volpicelli G, Elbarbary M, Blaivas M, Lichtenstein DA, Mathis G, Kirkpatrick AW, Melniker L, Gargani L, Noble VE, Via G, Dean A, Tsung JW, Soldati G, Copetti R, Bouhemad B, Reissig A, Agrícola E, Rouby JJ, Arbelot C, Liteplo A, Sargsyan A, Silva F, Hoppmann R, Breikreutz R, Seibel A, Neri L, Storti E, Petrovic T; International Liaison Committee on Lung Ultrasound (ILC-LUS) for International Consensus Conference on Lung Ultrasound (ICC-LUS). International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound. *Intensive Care Med.* 2012;38(4):577-91.
- Lichtenstein DA, Mezière GA. Relevance of lung ultrasound in the diagnosis of acute respiratory failure the BLUE protocol. *Chest.* 2008;134(1):117-25.
- Picano E, Pellikka PA. Ultrasound of extravascular lung water: A new standard for pulmonary congestion. *Eur Heart J.* 2016;37(27):2097-104.
- Tabata T, Thomas JD, Klein AL. Pulmonary venous flow by Doppler echocardiography: Revisited 12 years later. *J Am Coll Cardiol.* 2003;41(8):1243-50.
- Badano LP, Kolas TJ, Muraru D, Abraham TP, Aurigemma G, Edvardsen T, D'Hooge J, Donal E, Fraser AG, Marwick T, Mertens L, Popescu BA, Sengupta PP, Lancellotti P, Thomas JD, Voigt JU; Industry representatives; Reviewers: This document was reviewed by members of the 2016-2018 EACVI Scientific Documents Committee. Standardization of left atrial, right ventricular, and right atrial deformation imaging using two-dimensional speckle tracking echocardiography: a consensus document of the EACVI/ASE/Industry Task Force to standardize deformation imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging.* 2018;19(6):591-600.
- Barbier P, Solomon SB, Schiller NB, Glantz SA. Left atrial relaxation and left ventricular systolic function determine left atrial reservoir function. *Circulation.* 1999;100(4):427-36.
- Singh A, Addetia K, Maffessanti F, Mor-Avi V, Lang RM. LA strain for categorization of lv diastolic dysfunction. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2017;10(7):735-743.
- Lundberg A, Johnson J, Hage C, Bäck M, Merkely B, Venkateshvaran A, et al. Left atrial strain improves estimation of filling pressures in heart failure: a simultaneous echocardiographic and invasive haemodynamic study. *Clin Res Cardiol.* 2019;108(6):703-715.
- Gillebert TC. Prediction of filling pressures and outcome in heart failure: can we improve E/e'? *Eur Heart J - Cardiovasc Imaging.* 2019;20(6):655-7.
- Leite-Moreira AF, Correia-Pinto J, Gillebert TC. Afterload induced changes in myocardial relaxation: A mechanism for diastolic dysfunction. *Cardiovasc Res.* 1999;43(2):344-53.
- Gillebert TC, De Buyzere ML, Rietzschel ER. The use of cardiovascular imaging in prognostic stratification. *Eur Heart J - Cardiovasc Imaging [Internet].* 2015;16(12):1320-2.
- Shah SJ. 20th Annual Feigenbaum Lecture: Echocardiography for Precision Medicine—Digital Biopsy to Deconstruct Biology. *J Am Soc Echocardiogr [Internet].* 2019 [cited 2020 Jun 17];32(11):1379–1395.e2. Available from: [https://www.onlinejase.com/article/S0894-7317\(19\)30913-7/fulltext](https://www.onlinejase.com/article/S0894-7317(19)30913-7/fulltext).