

## Parâmetros Ecocardiográficos de Avaliação do Ventrículo Direito em Pacientes com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica: Revisão de Literatura

*Echocardiographic Parameters for Evaluating the Right Ventricle in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease: Literature Review*

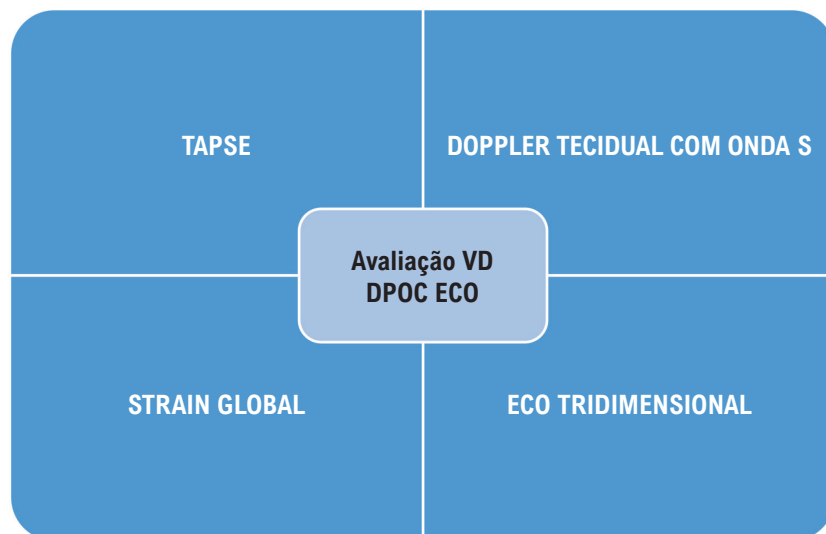
Irving Gabriel Araújo Bispo,<sup>1</sup><sup>ID</sup> Vitor Moraes Brambila,<sup>1</sup><sup>ID</sup> Gabriela Câmara Chagas,<sup>1</sup><sup>ID</sup> Maria Luisa Ribeiro Gonçalves Pereira,<sup>1</sup><sup>ID</sup> Maria Angélica Miqueri de Melo<sup>1</sup><sup>ID</sup>

Universidade Municipal de São Caetano do Sul,<sup>1</sup> São Caetano do Sul, SP – Brasil

**Figura Central:** Parâmetros Ecocardiográficos de Avaliação do Ventrículo Direito em Pacientes com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica: Revisão de Literatura



ABC Heart Failure & Cardiomyopathy



ABC Heart Fail Cardiomyop. 2025; 5(1):e20240046

### Resumo

A doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) é uma doença pulmonar com evolução muitas vezes indolente e repercussões sistêmicas. Sua principal causa é a exposição constante e prolongada à fumaça do cigarro ou outros gases.

### Palavras-chave

Disfunção Ventricular Direita; Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica; Ecocardiografia Doppler; Deformação Longitudinal Global

**Correspondência:** Irving Gabriel Araújo Bispo •

Avenida do Cursino 912, apt 23 B. CEP 04132-000, Saúde, São Paulo, SP - Brasil

E-mail: irvingbispo@yahoo.com.br

Artigo recebido em 02/08/2024, revisado em 24/10/2024,

aceito em 04/11/2024

Editor responsável pela revisão: Marcelo Garcia

**DOI:** <https://doi.org/10.36660/abchf.20240046>

Tais partículas levam à redução do fluxo de ar e consequente hiperinsuflação pulmonar com vários graus de obstrução das vias aéreas, também causando disfunção do músculo esquelético, insuficiência respiratória e diminuição do fluxo de sangue periférico. Pacientes com DPOC com doença cardiovascular (DCV) concomitante têm pior prognóstico do que simplesmente o prognóstico de cada doença isoladamente. No entanto, é difícil estabelecer qual é o risco para um determinado grupo de pacientes, devido à complexa rede de interações etiológicas e fisiopatológicas subjacente a ambas as doenças. A avaliação ecocardiográfica quantitativa e qualitativa da função ventricular direita está se tornando de crescente interesse em doenças cardíacas que afetam o ventrículo direito (VD), como doença cardíaca congênita e hipertensão pulmonar (HP), mas ainda é desafiador devido à anatomia complexa do VD. O objetivo é revisitar os parâmetros ecocardiográficos que avaliam o VD de forma funcional nos pacientes com DPOC mesmo que não apresentem sinais clínicos de disfunção ventricular.

## Introdução

Desde a primeira descrição da circulação pulmonar no século XVI, o conhecimento da interação complexa entre o coração e os pulmões melhorou bastante. A hipoxemia desempenha um papel clássico no desenvolvimento de complicações como hipertensão pulmonar e disfunção do ventrículo direito (VD) em pacientes que apresentam doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC). No entanto, resultados mais recentes revelaram a presença de alterações estruturais e funcionais vasculares da VD, mesmo em pacientes com DPOC leve sem hipoxemia ou hipertensão pulmonar. Em comparação com o ventrículo esquerdo, a anatomia do VD é única e complexa, o que torna sua avaliação mais difícil durante os exames de rotina.<sup>1</sup>

A DPOC é uma doença pulmonar crônica com evolução muitas vezes indolente e repercussões sistêmicas. Sua principal causa é a exposição constante e prolongada à fumaça do cigarro ou outros gases nocivos que levam à redução do fluxo de ar com hiperinsuflação pulmonar devido a vários graus de obstrução das vias aéreas, causando disfunção do músculo esquelético, insuficiência respiratória e diminuição do sangue periférico fluxo.<sup>1</sup>

Pacientes com DPOC com doença cardiovascular (DCV) concomitante têm pior prognóstico do que simplesmente o prognóstico de cada doença isoladamente. No entanto, é difícil estabelecer uma taxa de risco para um determinado paciente, devido à complexa rede de interações etiológicas e fisiopatológicas subjacente a ambas as doenças.<sup>2</sup>

A DPOC é uma condição clínica heterogênea e multifatorial com prevalência global estimada de 11,7%. As exacerbações são a principal causa de hospitalização pela DPOC, e diferentes variáveis são associadas com número significativamente alto de readmissões desses pacientes.<sup>3,4</sup>

As exacerbações da DPOC compreendem um evento agudo no curso natural da doença, com mudança na dispneia basal, tosse e/ou coloração do escarro com real necessidade de mudança da medicação regular. As exacerbações da DPOC representam um fator chave no aumento da morbidade, custos de saúde e mortalidade na DPOC e têm recebido atenção ainda maior nos últimos anos. A maioria destes pacientes apresenta pelo menos uma exacerbação por ano, e uma proporção considerável (cerca de 17%) apresenta três ou mais episódios por ano. A exacerbação da DPOC é classificada como grave para aqueles pacientes que necessitam de hospitalização, de acordo com a classificação GOLD.<sup>1,2</sup> Estes eventos, quando mais graves, resultam em sua maioria em internações e impacto negativo na qualidade de vida, função pulmonar e capacidade funcional. Estudos prévios apontam que as comorbidades associadas com a doença respiratória primária podem também se agravar durante o período da internação. É conhecido que os pacientes com DPOC, que exacerbam com mais frequência, apresentam qualidade de vida inferior e mortalidade significativamente maior quando comparado a outros pacientes com DPOC, além de risco aumentado para doenças cardiovasculares.<sup>3</sup>

A avaliação ecocardiográfica quantitativa da função ventricular direita está se tornando de crescente interesse em doenças cardíacas que afetam o ventrículo direito, como

cardiopatia congênita, hipertensão pulmonar (HP) e DPOC, mas ainda é desafiador devido à anatomia complexa do VD.<sup>4</sup>

Os métodos ecocardiográficos bidimensionais (2D) de análise do desempenho do VD empregam modelos geométricos que não representam o formato do VD com precisão. A ecocardiografia tridimensional em tempo real (3D) nos permite medir o volume diastólico final do VD e a fração de ejeção, independentemente de seu formato. O Doppler tecidual e a ecocardiografia pelo *strain* são novos meios de avaliação dos movimentos e deformações da parede do miocárdio, e foi sugerido que o uso de índices derivados do *strain* pode ser proposto como ferramenta adjuvante na avaliação geral da função ventricular direita. A ecocardiografia tridimensional fornece uma avaliação quantitativa rápida e abrangente da dinâmica ventricular do miocárdio e foi aplicada ao estudo do ventrículo direito principalmente com hipertensão pulmonar. No entanto, o valor hemodinâmico desses novos parâmetros ecocardiográficos no cenário clínico de disfunção de VD não foi claramente estabelecido.<sup>4,5</sup>

A diretriz disponibilizada pela Sociedade Americana de Ecocardiografia (ASE) aponta que o VD é muitas vezes negligenciado, sendo um exame majoritariamente quantitativo, devido a sua dificuldade de avaliar volumes e sua complexidade geométrica. Em relação à utilização da ecocardiografia com método de *strain*, a ASE aponta que dentre as vantagens de utilizar este método está a capacidade de fornecer uma estimativa da função regional e global da câmara observada, entretanto poucos estudos já foram realizados para a real avaliação do método no VD.<sup>5,6</sup>

## Objetivo

O objetivo é revisar os parâmetros ecocardiográficos que avaliam o VD de forma funcional nos pacientes com DPOC mesmo que não apresentem sinais clínicos de disfunção ventricular.

## Métodos

Este estudo foi realizado por meio de uma revisão integrativa da literatura, a fim de estabelecer um maior conhecimento sobre parâmetros ecocardiográficos do VD em pacientes com DPOC. Foi realizada uma revisão integrativa qualitativa com busca de artigos nas bases eletrônicas LILACS, Scielo, Cochrane Library e PubMed, utilizando descritores MeSH: "Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica", "Ventrículo Direito", "Ecocardiograma" e "Função Sistólica".

Foi realizada a análise dos artigos por pesquisadores independentes. Os dados incluíram: definição dos sujeitos, metodologia, tamanho da amostra, mensuração de variáveis, método de análise e conceitos embaixadores empregados. Neste protocolo, devem ser incluídos: as bases de dados que serão utilizadas, os critérios de inclusão e exclusão, os descritores utilizados, além de indicar como serão selecionados os estudos e os modelos para extrair os dados e avaliar a qualidade.

## Avaliação bidimensional do ventrículo direito

De acordo com as diretrizes atuais para quantificação da câmara cardíaca, os ecocardiografistas devem utilizar

## Artigo de Revisão

múltiplas janelas acústicas para visualizar o VD com precisão. Além disso, há uma grande necessidade de medir vários parâmetros (Figura central), uma vez que não existe um único índice de contratilidade que descreva perfeitamente o desempenho do VD.<sup>5,7</sup>

Na prática clínica diária, os índices mais comuns que podem ser utilizados para avaliar a função sistólica do VD são: excursão sistólica do plano anular tricúspide (TAPSE), velocidade sistólica do anel lateral tricúspide derivada de imagem tecidual Doppler (onda S'), índice de desempenho miocárdico do VD (IMP) e alteração de área fracionada (FAC).<sup>8</sup>

O TAPSE é uma medida da função longitudinal do VD. TAPSE <16 mm indica disfunção sistólica do VD. Essa medida é feita a partir do anel lateral tricúspide (figura 1). Embora o TAPSE expresse uma medida da função longitudinal, ele tem demonstrado boa correlação com as técnicas de estimativa de função sistólica global de VD como fração de ejeção derivada de radionuclídeo.<sup>7,8</sup>

A função sistólica do ventrículo direito pode ser significativamente prejudicada apesar do TAPSE normal em alguns casos de hipertensão arterial pulmonar importante. Por outro lado, o desempenho do VD pode ser preservado apesar da redução do TAPSE, como é frequentemente observado após cirurgia cardiovascular.<sup>7,8</sup>

Além disso, este parâmetro é relativamente dependente da carga e do ângulo; pode haver algumas variações nos valores de acordo com a rotação do eixo cardíaco. No entanto, o TAPSE é o índice mais frequentemente utilizado para avaliação do desempenho do VD, uma vez que é facilmente obtido e demonstra valores diagnósticos e prognósticos em muitos estágios de doenças cardiovasculares e pulmonares.<sup>8,9</sup>

Em pacientes com insuficiência cardíaca avançada e disfunção importante do VE, um TAPSE  $\leq 14$  mm previu mortalidade por todas as causas em análise multivariada.<sup>8,10</sup>

Além disso, um estudo de Alhamshari et al.<sup>11</sup> relatou que o TAPSE poderia ser uma ferramenta confiável para avaliação da função do VD em pacientes obesos internados com infarto agudo do miocárdio. Eles concluíram que indivíduos obesos apresentavam TAPSE mais elevado no momento do infarto agudo do miocárdio do que pacientes não obesos. Além disso, os autores relataram que pacientes obesos com melhor desempenho do VD desenvolveram insuficiência cardíaca aguda com menos frequência do que os demais.<sup>12</sup> Mc Laughlin et al.<sup>13</sup> demonstraram que crianças com cardiomiopatia dilatada tinham maior probabilidade de desenvolver disfunção sistólica do VD medida pelo TAPSE, o que também estava associado a piores prognósticos.<sup>13</sup>

Há um achado interessante de Ozpelit et al. no estudo em idosos com diagnóstico de hipertensão arterial pulmonar e DPOC. Os autores descobriram que os índices que influenciam o prognóstico em pacientes idosos eram diferentes dos de pacientes jovens (por exemplo, o TAPSE foi um preditor independente de morte apenas no grupo de idosos).<sup>14</sup>

A utilização da FAC como método de referência para função sistólica do VD deve-se a sua comprovada eficácia como parâmetro independente de idade, fração de ejeção do VE e insuficiência cardíaca, entre outros. Os resultados obtidos reforçam que a FAC é um método de alta acurácia também na população de chagásicos, confirmando os achados de Asmer et al.<sup>15</sup> Importante ressaltar também a acurácia semelhante da FAC em comparação com o TAPSE, método amplamente consagrado de avaliação da função sistólica do VD cuja execução também utiliza o modo-M como ferramenta.<sup>15,16</sup>

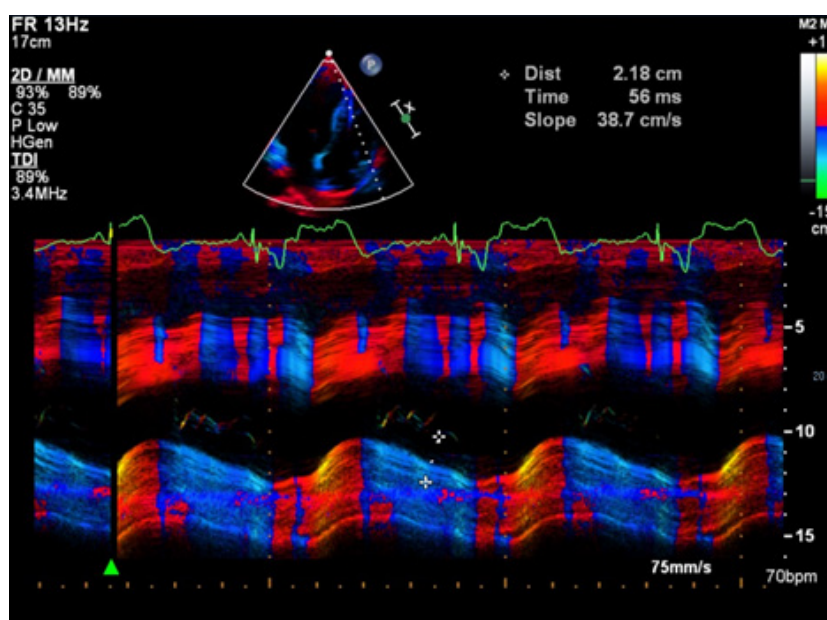


Figura 1 – TAPSE.

FAC bidimensional <35% indica disfunção sistólica do VD. É importante ter certeza que todo o ventrículo direito esteja incluído no corte, incluindo o ápice e a parede lateral tanto na sístole quanto na diástole. Deve-se ter cuidado para excluir trabeculações durante a planimetria da área de VD.<sup>12</sup>

A onda S' é de fácil medida, confiável e reproduzível. Velocidade de S' <10cm/s indica disfunção sistólica de VD. Essa medida apresenta boa correlação com as outras medidas da função sistólica global de VD. É importante manter o segmento basal e o anel alinhados com o cursor do Doppler para evitar erros.<sup>17</sup> Tal como acontece com o TAPSE, a onda S' reflete a função das fibras longitudinais, que desempenham um papel importante na contração do VD.

A onda S' geralmente é obtida pela abordagem apical 4 câmeras, colocando-se um cursor Doppler tecidual no anel tricúspide lateral ou no meio do segmento basal da parede livre do VD. Deve-se ter cuidado para conseguir o alinhamento paralelo do feixe Doppler com a direção da excursão longitudinal do VD. Além disso, é essencial medir a velocidade mais alta da onda de ejeção e não a onda de contração isovolumétrica anterior, que consiste no erro mais comum.<sup>17</sup>

As vantagens e desvantagens da onda S' (figura 2) são comparáveis às aquelas observadas durante a realização do TAPSE. É simples de obter e tem dados prognósticos, mas, por outro lado, é dependente do ângulo, influenciado pelo movimento geral do coração e nem sempre corresponde à função sistólica global do VD.<sup>18</sup>

Wang et al. relataram que S' derivado de doppler tecidual teve uma correlação mais forte com a fração de ejeção do VD medida por ressonância magnética cardiovascular (RNM) do que outros índices (TAPSE, FAC, aceleração miocárdica durante

a contração isovolumétrica) e o melhor parâmetro para detectar disfunção do VD com FE ≤ 20% foi S' < 8,79 cm/s.<sup>19</sup>

O valor de referência inferior para a onda S do Doppler tecidual pulsado é de 9,5cm/s. A medida da onda S' também pode ser realizada pelo Doppler tecidual colorido, mas não é prevalente. Neste caso, o valor de corte é baixo (6 cm/s), uma vez que os dados codificados representam velocidades médias.<sup>20</sup>

O IPM (índice de performance miocárdico do ventrículo direito) é um cálculo baseado nas velocidades do Doppler tecidual ou nas velocidades das ondas de pulso do VD (tempo de relaxamento isovolumétrico – tempo de contração isovolumétrica/tempo de ejeção do VD). Essas variáveis são medidas durante o fluxo e não requerem visualização completa do VD. O IMP é limitado em pacientes com frequência cardíaca irregular e quando a pressão do átrio direito (AD) está elevada, pois isso afeta o tempo de relaxamento isovolumétrico. Um IMP anormal é >0,43 se medido por Doppler de onda pulsada ou >0,54 se medido por Doppler tecidual.<sup>21</sup>

Estudos para validar a quantificação de Insuficiência Pulmonar (IP) por ecocardiografia bidimensional tendem a superestimar o valor em comparação com a ressonância magnética. A maior eficácia para quantificação por 2D é determinada pela análise conjunta de vários índices estabelecidos na literatura.<sup>21</sup>

Estudos para validação da quantificação da IP pelo ecocardiograma (2D) demonstram tendência a superestimar o valor quando comparado à RNM. A maior eficácia para quantificação pelo 2D é determinada pela análise conjunta de diversos índices estabelecidos na literatura. Mercer-Rosa et al. evidenciaram correlação moderada entre a relação da integral tempo-velocidade do fluxo pulmonar na diástole e sístole e a

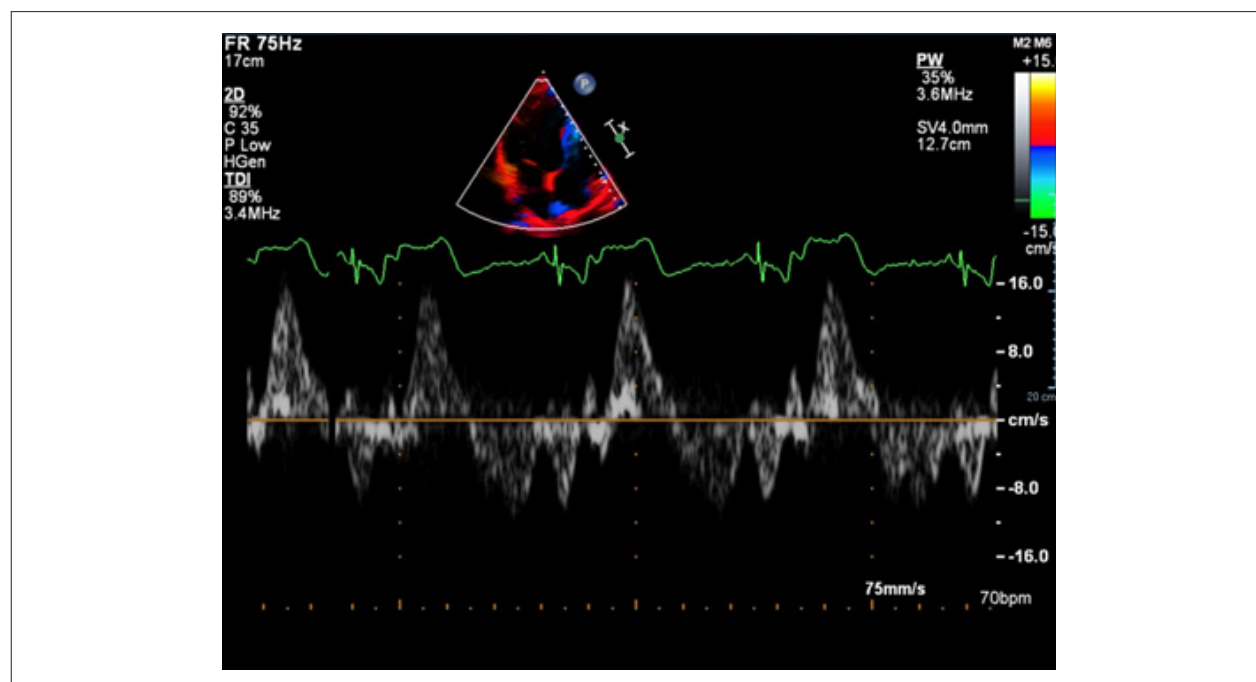


Figura 2 – Onda S.

## Artigo de Revisão

fração regurgitante pela RNM, estabelecendo um valor de corte para estratificar o grau importante sugerindo a incorporação deste índice aos demais parâmetros para maior eficácia.<sup>17,21</sup>

Em relação à avaliação da dimensão do VD, a literatura mostra fraca concordância entre as medidas lineares avaliadas pelo 2D e a RNM, com tendência do 2D a subestimar. (Tabela 1) Entretanto, dada à geometria complexa do VD que impede a visualização em um único plano, é notório que a medida linear isolada compromete a avaliação. A inclusão da planimetria da área diastólica final, associada às medidas bidimensionais nos planos apical de quatro câmaras e paraesternal eixo curto para avaliação da via de saída contribuem para a precisão. Nos estudos realizados por ambos os autores, Shiran et al. e Alghamdi et al., em adultos com hipertensão pulmonar com DPOC e crianças portadoras de cardiopatia congênita foi possível estimar os volumes por meio da medida da área diastólica indexada no bidimensional com boa correlação.<sup>22,23</sup>

Recentemente foi analisado um novo parâmetro para avaliar a função sistólica do VD, de simples aquisição, denominado excursão sistólica da via de saída do ventrículo direito (ES\_VSVD). Esse método mostrou-se acurado para avaliação da função sistólica do VD quando comparado com a variação fracional da área (FAC) e excursão sistólica do plano do anel tricúspide (TAPSE), além de confirmar pior prognóstico para aqueles pacientes com valores abaixo da linha de corte para disfunção do VD. Como essa entidade apresenta características próprias, incluindo alterações segmentares do VD, é fundamental a necessidade de comprovação da aplicabilidade da ES\_VSVD em mais estudos.<sup>23</sup>

Como se demonstrou, vários índices são utilizados rotineiramente como a mudança fracional da área (FAC), a excursão sistólica do anel tricúspide (TAPSE), a velocidade de pico sistólico do anel tricúspide e o índice de performance miocárdica. Cada um deles tem vantagens e limitações, variável exequibilidade e reprodutibilidade, com discutível eficácia diagnóstica e prognóstica.<sup>24</sup> Acredita-se que, no momento, nenhum deles seja, isoladamente, um bom indicador da

função sistólica do VD nos pacientes com DPOC. Uma vez que o vetor da contração longitudinal é o mais importante, pela orientação das fibras musculares longitudinais predominantes do anel tricúspide ao ápice, dar-se-á preferência aos índices que exploram a movimentação no eixo longitudinal na avaliação da função longitudinal regional ou global do VD.<sup>25</sup>

As diretrizes atuais da Sociedade Americana de Ecocardiografia (ASE) indicam realizar vários métodos quantitativos pelo ecocardiograma bidimensional para avaliar adequadamente o VD.

### Avaliação do ventrículo direito pelo método strain

Inicialmente, a avaliação do *strain* 2D mediante o método de *speckle-tracking* com softwares já disponíveis, restringiam-se à análise da deformação miocárdica do ventrículo esquerdo, sendo a avaliação do VD realizada por esses mesmos programas gerando resultados imprecisos.<sup>26</sup> Entretanto, por intermédio do avanço tecnológico e da inteligência artificial, atualmente é permitido executar, de modo inteiramente automatizado, a análise do *strain* longitudinal do ventrículo direito a partir de projeções bidimensionais (2D) e tridimensionais (3D).<sup>27</sup>

A avaliação do *strain* longitudinal de pico sistólico tem possibilitado maior acurácia na análise funcional do VD, com a peculiaridade de possibilitar a detecção precoce da disfunção que precede a redução da fração de ejeção convencional. A incorporação do *strain* aos demais parâmetros convencionais de avaliação funcional tem contribuído com a acurácia, sendo um avanço no desafio da ecocardiografia para avaliação do VD. (tabela 2) A palavra “*speckle*” refere-se à aparência granular da imagem gerada por um sistema de imagem de coerência óptica, tal como o laser, tomografia de coerência óptica ou ultrassonografia.<sup>28</sup>

O *Strain* oferece uma abordagem para avaliar a capacidade contrátil, que retifica imprecisões de deslocamento, resultando em menor sensibilidade à orientação do plano de imagem obtido. A aptidão operacional do método de *strain* bidimensional é condicionada pela qualidade intrínseca das imagens obtidas, com a correta identificação da borda endocárdica alcançando-se como o fator determinante.<sup>7</sup> A avaliação da deformação miocárdica por meio da técnica do *speckle tracking* (STE-2D) possui influências do movimento translacional cardíaco, ângulo Doppler e estados de pré e pós-carga.

**Tabela 1 – Parâmetros avaliados para função sistólica do ventrículo direito pelo ecocardiograma bidimensional**

| Parâmetro                              | Valor Normal                      | Limitações                                                                                      |
|----------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                        |                                   | Ângulo dependente                                                                               |
| Onda S de Doppler Tecidual             | Maior que 9.5 cm/s                | Não representa a avaliação completa da função do VD, principalmente em pacientes transplantados |
| TAPSE                                  | Maior que 17 mm                   | Ângulo dependente                                                                               |
| Alteração da área fracionada (FAC)     | Maior que 35%                     | Negligencia a contribuição do trato de saída do VD para a avaliação da função sistólica geral   |
| Índice de performance miocárdico (IPM) | Maior que 0.43 (doppler pulsátil) | Não confiável quando a pressão do átrio direito está elevada                                    |

TAPSE: excursão sistólica do plano anular tricúspide; VD: ventrículo direito.

**Tabela 2 – Achados mais frequentes ecocardiográficos dos pacientes portadores de doença pulmonar obstrutiva crônica com disfunção do ventrículo direito**

|                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Diminuição do TAPSE em pacientes com hipertensão pulmonar importante</b>                  |
| TAPSE como preditor independente de mortalidade em pacientes idosos com hipertensão pulmonar |
| <b>Avaliação da função do VD por vários métodos em pacientes portadores de DPOC</b>          |
| Uso do <i>strain</i> global longitudinal para detectar disfunção precoce do VD               |

TAPSE: excursão sistólica do plano anular tricúspide; VD: ventrículo direito; DPOC: doença pulmonar obstrutiva crônica.

A contração sistólica do ventrículo direito é predominantemente mediada pela deformação das fibras miocárdicas orientadas longitudinalmente, representativas de cerca de 75% da totalidade, enquanto o impacto da deformação das fibras radiais é notavelmente limitado. Esta circunstância reforça a contribuição recente do *strain* longitudinal do ventrículo direito como uma ferramenta de relevância na avaliação da função sistólica ventricular direita e direcionando a análise em especial às bordas endocárdicas e epicárdica.<sup>29</sup>

Ainda, é relevante destacar a avaliação do *strain* tridimensional do ventrículo direito, uma abordagem de significativa utilidade, pois ela oferece informações abrangentes não apenas sobre a função longitudinal, mas também sobre as funções circunferencial e radial dessa cavidade cardíaca. Contudo, vale evidenciar que as principais limitações das técnicas avançadas de avaliação da função do VD são a presença de janela torácica acústica limitada, resolução temporal inadequada e arritmias, bem como, no caso de índices de deformação, a variabilidade do software das diferentes marcas de equipamentos. Além disso, essa metodologia apresenta uma sólida concordância com os resultados obtidos através da RNM, reconhecida como padrão de referência.<sup>30</sup>

Essa técnica tem se destacado na detecção subclínica de disfunção do mesmo com o parâmetro de deformação longitudinal global (GLS) (figura 3) como o mais forte preditor em pacientes com DPOC. Sendo assim, em pacientes com DPOC é possível selecionar aqueles que necessitam de vigilância cuidadosa e intervenção precoce para prevenir o desenvolvimento de disfunção do VD e complicações cardiovasculares a partir da análise destes parâmetros ecocardiográficos, que poderiam desse modo levar a melhorar a expectativa de vida do paciente. Seu uso

também se demonstra consolidado tanto para diagnóstico quanto prognóstico, principalmente em pacientes com insuficiência cardíaca, hipertensão pulmonar, cardiopatia isquêmica, cardiopatias restritivas e valvopatias, respaldando o *strain* do VD como um artifício de grande relevância para a prática clínica.<sup>31</sup>

Ademais, a incorporação de soluções computacionais avançadas, impulsionadas pela inteligência artificial, não apenas aprimora a eficiência processual, mas também mitiga as disparidades entre observadores.<sup>32</sup>

#### Avaliação do ventrículo direito pelo ecocardiograma tridimensional

O ecocardiograma tridimensional, utilizado principalmente em ambientes experimentais, agora está disponível de forma ampla em hospitais. Seu método de funcionamento é descrito como “um pulso de ultrassom emitido que se propaga em linha reta, interagindo com as diferentes interfaces acústicas da cavidade torácica até atingir o coração”.<sup>33</sup>

A ecocardiografia tridimensional (3D) tem contribuído para avaliação volumétrica e funcional, possibilita a análise de todos os segmentos com ausência de contraindicação, mas requer equipamento específico não disponível em todos os laboratórios de ecocardiografia. Há significativa correlação entre o 3D e a RNM e certa tendência do 3D a subestimar os volumes quando há dilatação acentuada.<sup>34,35</sup>

Novas técnicas, como fração de ejeção 3D (FE) e deformação longitudinal do VD (RVLS)/taxa de deformação, nos permitem superar algumas imperfeições dos índices tradicionais, mas infelizmente nem sempre estão disponíveis.

Botelho et al. compararam a anatomia do VD e função sistólica avaliada por métodos tradicionais e avançados

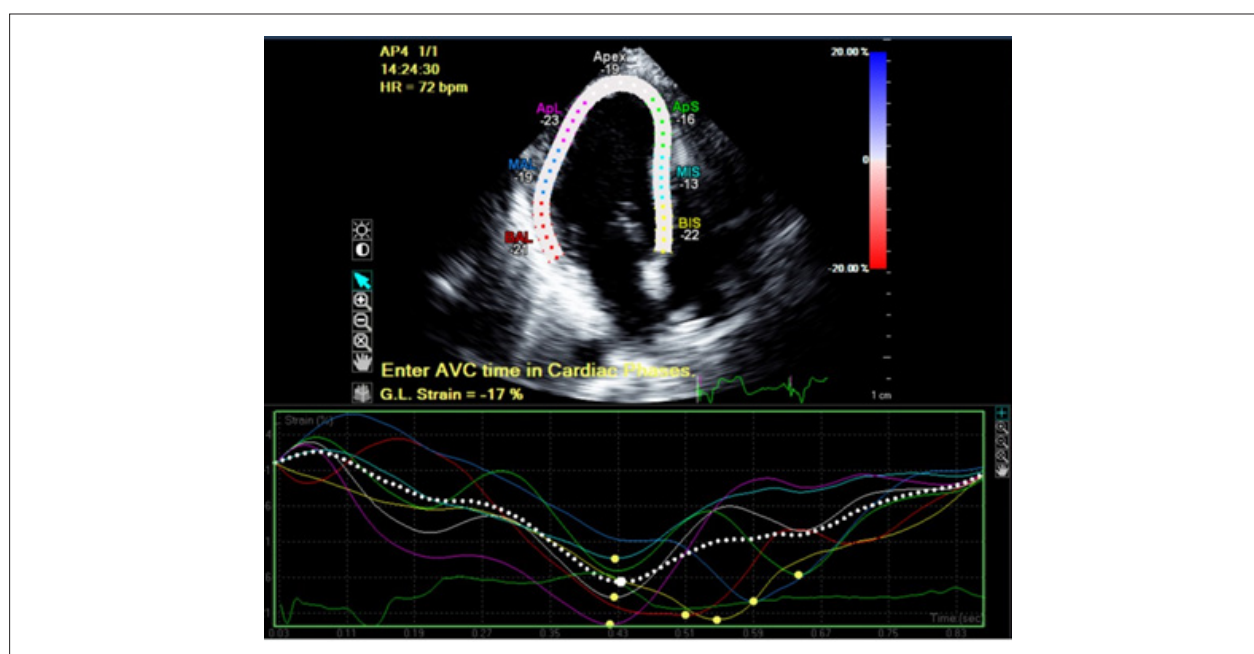


Figura 3 – Strain VD.

## Artigo de Revisão

parâmetros ecocardiográficos em 20 pacientes, principalmente homens com DPOC estável, moderada a grave com 20 pacientes controles. Pacientes com DPOC tiveram significativamente maior pressão sistólica da artéria pulmonar e espessura da parede livre do VD do que os controles. Em contrapartida, mostraram menor TAPSE, menor volume pelo ecocardiograma 3D e menores valores de *strain* do que controles. Apenas um (5%) paciente com DPOC não mostrou nenhuma alteração ecocardiográfica relacionada ao VD. Em conclusão, os seus resultados indicaram disfunção subclínica do VD nos pacientes com DPOC estável.<sup>24</sup>

### Conclusões

A avaliação do desempenho sistólico e diastólico do VD por meio de parâmetros ecocardiográficos é um poderoso indicador prognóstico em pacientes com DPOC, pois a disfunção de VD está relacionada à menor capacidade de exercício e a um prognóstico desfavorável, sendo fundamental para a estratificação do risco cardiovascular desses pacientes. Os métodos bidimensionais necessitam ser realizados de maneira concomitante e por diversos cortes. Desta forma, vale ressaltar que a atitude clínica para a tomada de decisão na avaliação do VD no paciente com DPOC depende da abordagem integrada entre os dados clínicos e os diferentes métodos ecocardiográficos, buscando desse modo a melhor perspectiva para o paciente. O uso do *strain* e do ecocardiograma tridimensional vêm ganhando cada vez mais espaço para a avaliação adequada da função do VD nessa população.

### Referências

1. Tannus-Silva DG, Rabahi MF. State of the Art Review of the Right Ventricle in COPD Patients: It is Time to Look Closer. *Lung*. 2017;195(1):9-17. doi: 10.1007/s00408-016-9961-5.
2. Grau CRPC. The Challenge of Echocardiography in the Accurate Assessment of the Right Ventricle and Pulmonary Insufficiency. *Arq Bras Cardiol*. 2021;117(4):699-700. doi: 10.36660/abc.20210744.
3. Kunisaki KM, Dransfield MT, Anderson JA, Brook RD, Calverley PMA, Celli BR, et al. Exacerbations of Chronic Obstructive Pulmonary Disease and Cardiac Events. A Post Hoc Cohort Analysis from the SUMMIT Randomized Clinical Trial. *Am J Respir Crit Care Med*. 2018;198(1):51-7. doi: 10.1164/rccm.201711-2239OC.
4. Knaut C, Mesquita CB, Caram LM, Ferrari R, Dourado VZ, Godoy I, et al. Assessment of Aerobic Exercise Adverse Effects during COPD Exacerbation Hospitalization. *Can Respir J*. 2017;2017:5937908. doi: 10.1155/2017/5937908.
5. Vitarelli A, Mangieri E, Terzano C, Gaudio C, Salsano F, Rosato E, et al. Three-Dimensional Echocardiography and 2D-3D Speckle-Tracking Imaging in Chronic Pulmonary Hypertension: Diagnostic Accuracy in Detecting Hemodynamic Signs of Right Ventricular (RV) Failure. *J Am Heart Assoc*. 2015;4(3):e001584. doi: 10.1161/JAHA.114.001584.
6. Addetia K, Muraru D, Badano LP, Lang RM. New Directions in Right Ventricular Assessment Using 3-Dimensional Echocardiography. *JAMA Cardiol*. 2019;4(9):936-44. doi: 10.1001/jamacardio.2019.2424.
7. Silva JBM, Silva DGST, Furtado RG, Silva CG Jr, Araújo FA, Costa SA, et al. Correlation between 2D Strain and Classic Echocardiographic Indices in the Diagnosis of Right Ventricular Dysfunction in COPD. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*. 2021;16:1967-76. doi: 10.2147/COPD.S290957.
8. Grau CRPC. Como eu Faço a Avaliação da Função do Ventrículo Direito. *Arq Bras Cardiol: Imagem Cardiovasc*. 2020;33(3):1-5. doi: 10.5935/2318-8219.20200045.
9. Ferrara F, Zhou X, Gargani L, Wierzbowska-Drabik K, Vriz O, Fadel BM, et al. Echocardiography in Pulmonary Arterial Hypertension. *Curr Cardiol Rep*. 2019;21(4):22. doi: 10.1007/s11886-019-1109-9.
10. Smolarek D, Gruchała M, Sobiczewski W. Echocardiographic Evaluation of Right Ventricular Systolic Function: The Traditional and Innovative Approach. *Cardiol J*. 2017;24(5):563-72. doi: 10.5603/CJ.a2017.0051.
11. Alhamshari YS, Alnabelsi T, Mulki R, Cepeda-Valery B, Figueredo VM, Romero-Corral A. Right Ventricular Function Measured by TAPSE in Obese Subjects at the Time of Acute Myocardial Infarction and 2year Outcomes. *Int J Cardiol*. 2017;232:181-5. doi: 10.1016/j.ijcard.2017.01.033.
12. Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, Afzal J, Armstrong A, Ernande L, et al. Recommendations for Cardiac Chamber Quantification by Echocardiography in Adults: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J Am Soc Echocardiogr*. 2015;28(1):1-39.e14. doi: 10.1016/j.echo.2014.10.003.
13. McLaughlin VV, Gaine SP, Howard LS, Leuchte HH, Mathier MA, Mehta S, et al. Treatment Goals of Pulmonary Hypertension. *J Am Coll Cardiol*. 2013;62(25 Suppl):73-81. doi: 10.1016/j.jacc.2013.10.034.
14. Özpeltit E, Akdeniz B, Özpeltit EM, Tas S, Alpaslan E, Bozkurt S, et al. Impact of Severe Tricuspid Regurgitation on Accuracy of Echocardiographic Pulmonary Artery Systolic Pressure Estimation. *Echocardiography*. 2015;32(10):1483-90. doi: 10.1111/echo.12912.

Mais estudos com maior número de indivíduos com DPOC leve a grave e com exacerbação da doença precisam ser realizados para validar novos métodos ecocardiográficos com uso do *strain* e ecocardiograma 3D.

### Contribuição dos autores

Concepção e desenho da pesquisa: Bispo IGA, Brambila VM; Obtenção de dados: Brambila VM, Chagas GC, Pereira MLRG, Melo MAM; Análise e interpretação dos dados e Revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo: Bispo IGA; Redação do manuscrito: Bispo IGA, Brambila VM, Chagas GC, Pereira MLRG, Melo MAM.

### Potencial conflito de interesse

Não há conflito com o presente artigo

### Fontes de financiamento

O presente estudo não teve fontes de financiamento externas.

### Vinculação acadêmica

Não há vinculação deste estudo a programas de pós-graduação.

### Aprovação ética e consentimento informado

Este artigo não contém estudos com humanos ou animais realizados por nenhum dos autores.

15. Asmer I, Adawi S, Ganaeem M, Shehadeh J, Shiran A. Right Ventricular Outflow Tract Systolic Excursion: A Novel Echocardiographic Parameter of Right Ventricular Function. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2012;13(10):871-7. doi: 10.1093/ehjci/jes055.
16. Badano LP, Kolias TJ, Muraru D, Abraham TP, Aurigemma G, Edvardsen T, et al. 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. doi: 10.1093/ehjci/jeu042.
17. Mercer-Rosa L, Parnell A, Forfia PR, Yang W, Goldmuntz E, Kawut SM. Tricuspid Annular Plane Systolic Excursion in the Assessment of Right Ventricular Function in Children and Adolescents after Repair of Tetralogy of Fallot. *J Am Soc Echocardiogr*. 2013;26(11):1322-9. doi: 10.1016/j.echo.2013.06.022.
18. Leong DP, Grover S, Molaee P, Chakrabarty A, Shirazi M, Cheng YH, et al. Nonvolumetric Echocardiographic Indices of Right Ventricular Systolic Function: Validation with Cardiovascular Magnetic Resonance and Relationship with Functional Capacity. *Echocardiography*. 2012;29(4):455-63. doi: 10.1111/j.1540-8175.2011.01594.x.
19. Sun X, Zhang H, Aike B, Yang S, Yang Z, Dong L, et al. Tricuspid Annular Plane Systolic Excursion (TAPSE) can Predict the Outcome of Isolated Tricuspid Valve Surgery in Patients with Previous Cardiac Surgery? *J Thorac Dis*. 2016;8(3):369-74. doi: 10.21037/jtd.2016.02.38.
20. Cabral MB, Kozak MF, Afiune JY. Can we Trust in Routine Echocardiography to Assess the Right Ventricle and Pulmonary Insufficiency? A Comparative Study with Cardiac Magnetic Resonance. *Arq Bras Cardiol*. 2021;117(4):690-8. doi: 10.36660/abc.20200377.
21. Menacho KD, Ramirez S, Perez A, Dragonetti L, Arenaza DP, Katekaru D, et al. Improving Cardiovascular Magnetic Resonance Access in Low- and Middle-Income Countries for Cardiomyopathy Assessment: Rapid Cardiovascular Magnetic Resonance. *Eur Heart J*. 2022;43(26):2496-507. doi: 10.1093/eurheartj/ehac035.
22. Shiran H, Zamanian RT, McConnell MV, Liang DH, Dash R, Heidary S, et al. Relationship between Echocardiographic and Magnetic Resonance Derived Measures of Right Ventricular Size and Function in Patients with Pulmonary Hypertension. *J Am Soc Echocardiogr*. 2014;27(4):405-12. doi: 10.1016/j.echo.2013.12.011.
23. Menacho K, Ramirez S, Segura P, Nordin S, Abdel-Gadir A, Illatopa V, et al. INCA (Peru) Study: Impact of Non-Invasive Cardiac Magnetic Resonance Assessment in the Developing World. *J Am Heart Assoc*. 2018;7(17):e008981. doi: 10.1161/JAHA.118.008981.
24. Botelho CMA, Pena PLP, Passos BR, Fortes PRL, Moreira MCV. Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica: O Papel dos Índices de Deformação do Miocárdio e da Ecocardiografia Tridimensional do Ventrículo Direito. *Int J Cardiovasc Sci*. 2022;35(3):329-39. doi: 10.36660/ijcs.20210004.
25. Demirkol S, Ozturk C, Unlu M, Arslan Z, Celik T. Tricuspid Annular Plane Systolic Excursion and Its Association with Mortality in Critically Ill Patients: Right Ventricular Function in Critically Ill Patients. *Echocardiography*. 2015;32(8):1330. doi: 10.1111/echo.12974.
26. Muraru D, Haugaa K, Donal E, Stankovic I, Voigt JU, Petersen SE, et al. Right Ventricular Longitudinal Strain in the Clinical Routine: A State-of-the-Art Review. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2022;23(7):898-912. doi: 10.1093/ehjci/jeac022.
27. Poon J, Leung JT, Leung DY. 3D Echo in Routine Clinical Practice - State of the Art in 2019. *Heart Lung Circ*. 2019;28(9):1400-10. doi: 10.1016/j.hlc.2019.04.003.
28. Almeida ALC, Melo MDT, Bihan DCSL, Vieira MLC, Pena JLB, Del Castillo JM, et al. Position Statement on the Use of Myocardial Strain in Cardiology Routines by the Brazilian Society of Cardiology's Department Of Cardiovascular Imaging - 2023. *Arq Bras Cardiol*. 2023;120(12):e20230646. doi: 10.36660/abc.20230646.
29. Özdemir E, Karagöz U, Emren SV, Altay S, Eren NK, Özdemir S, et al. Strain Echocardiographic Evaluation of Myocardial Involvement in Patients with Continuing Chest Pain after COVID-19 Infection. *Arq Bras Cardiol*. 2023;120(1):e20220287. doi: 10.36660/abc.20220287.
30. Ayach B, Fine NM, Rudski LG. Right Ventricular Strain: Measurement and Clinical Application. *Curr Opin Cardiol*. 2018;33(5):486-92. doi: 10.1097/HCO.0000000000000540.
31. França LA, Dutra LV. Strain Longitudinal do Ventrículo Direito com Softwares Automatizados 2D e 3D. *Arq Bras Cardiol: Imagem Cardiovasc*. 2023;36(1):e20230010. doi: 10.36660/abcimg.20230010.
32. Alghamdi MH, Grosse-Wortmann L, Ahmad N, Mertens L, Friedberg MK. Can Simple Echocardiographic Measures Reduce the Number of Cardiac Magnetic Resonance Imaging Studies to Diagnose Right Ventricular Enlargement in Congenital Heart Disease? *J Am Soc Echocardiogr*. 2012;25(5):518-23. doi: 10.1016/j.echo.2012.01.023.
33. Barberato, S H. Advanced Echocardiographic Techniques for the Diagnosis of Subclinical Right Ventricular Dysfunction in Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Int J Cardiovasc Sci*. 2022; 35(3):340-1. doi: 10.36660/ijcs.20220060.
34. Venkatachalam S, Wu G, Ahmad M. Echocardiographic Assessment of the Right Ventricle in the Current Era: Application in Clinical Practice. *Echocardiography*. 2017;34(12):1930-47. doi: 10.1111/echo.13651.
35. Hilde JM, Skjorten I, Grøtta OJ, Hansteen V, Melsom MN, Hisdal J, et al. Right Ventricular Dysfunction and remodeling in Chronic Obstructive Pulmonary Disease without Pulmonary Hypertension. *J Am Coll Cardiol*. 2013;62(12):1103-11. doi: 10.1016/j.jacc.2013.04.091.

