

# Impacto dos Métodos de Avaliação dos Tempos de Eventos Valvares no Cálculo do Trabalho Miocárdico pela Ecocardiografia

*Impact of Valvular Event Time Assessment Methods on Myocardial Work Calculation by Echocardiography*

Marcio Mendes Pereira,<sup>1</sup> Francisco das Chagas Monteiro Júnior,<sup>2</sup> Sayuri Yamamura<sup>2</sup>

UDI Hospital,<sup>1</sup> São Luis, MA – Brasil

Universidade Federal do Maranhão,<sup>2</sup> São Luis, MA – Brasil

## Resumo

**Fundamento:** A fração de ejeção do ventrículo esquerdo (FEVE) é o parâmetro tradicional na avaliação da função cardíaca, porém apresenta limitações na detecção precoce de disfunção. O *Strain* Longitudinal Global (SLG) e o Trabalho Miocárdico (TM) são alternativas promissoras, sendo este último menos influenciado pelas condições de carga. O cálculo do TM depende dos tempos dos eventos valvares (TEV), obtidos por métodos que podem gerar resultados divergentes.

**Objetivos:** Comparar o impacto das diferentes formas de aferição dos TEV, sendo elas: análise visual (AV), Doppler tecidual (TDI) e Doppler pulsátil (DP) nos Índice de Trabalho Miocárdico Global (ITMG), Trabalho Miocárdico Construtivo Global (TMCG), Trabalho Miocárdico Desperdiçado Global (TMDG) e Eficiência do Trabalho Miocárdico Global (ETMG).

**Método:** Estudo clínico transversal com 35 pacientes saudáveis, que foram submetidos a ecocardiografia entre outubro de 2022 e março de 2023. O TM foi avaliado por meio do software EchoPAC, com aferição dos TEV por AV, TDI e DP. Os resultados foram analisados por testes de ANOVA e Friedman, seguidos de análises post-hoc com nível de significância de 5%.

**Resultados:** O ITMG apresentou variação significativa entre os métodos de aferição dos TEV, sendo menor pela AV em comparação ao TDI e DP ( $p < 0,001$ ). Os índices TMCG, TMDG e ETMG não demonstraram diferença estatisticamente significativa entre os métodos.

**Conclusões:** O método de aferição dos TEV implica em diferença estatisticamente significativa no ITMG, mas não afeta os demais índices de TM.

**Palavras-chave:** Ecocardiografia; Disfunção Ventricular Esquerda; Função Ventricular.

## Abstract

**Background:** Left ventricular ejection fraction (LVEF) is the traditional parameter for assessing cardiac function, but it has limitations in the early detection of dysfunction. Global Longitudinal Strain (GLS) and myocardial work (MW) are promising alternatives, the latter being less influenced by load conditions. The calculation of MW depends on valvular event times (VET), obtained by methods that may generate divergent results.

**Objectives:** To compare the impact of different methods of VET measurement – visual analysis (VA), tissue Doppler imaging (TDI) and pulsed Doppler (PD) – on global work index (GWI), global constructive work (GCW), global wasted work (GWW) and global work efficiency (GWE).

**Method:** Cross-sectional clinical study with 35 healthy patients who underwent echocardiography between October 2022 and March 2023. MW was assessed using the EchoPAC software, with VET measurement by VA, TDI and DP. The results were analyzed by ANOVA and Friedman tests, followed by post-hoc analyses with a significance level of 5%.

**Results:** GWI showed significant variation between the VET measurement methods, being lower by AV compared to TDI and DP ( $p < 0.001$ ). The GCW, GWW and GWE indexes did not demonstrate statistically significant differences between the methods.

**Conclusions:** The VET measurement method significantly impacts the GWI, but does not affect the other MW indexes.

**Keywords:** Echocardiography; Left Ventricular Dysfunction; Ventricular Function.

Full texts in English - <https://www.abcimaging.org/>

Correspondência: Marcio Mendes Pereira •

UDI Hospital. Av. Prof. Carlos Cunha, 2000. CEP: 65076-820. Jaracati, São Luis, MA – Brasil

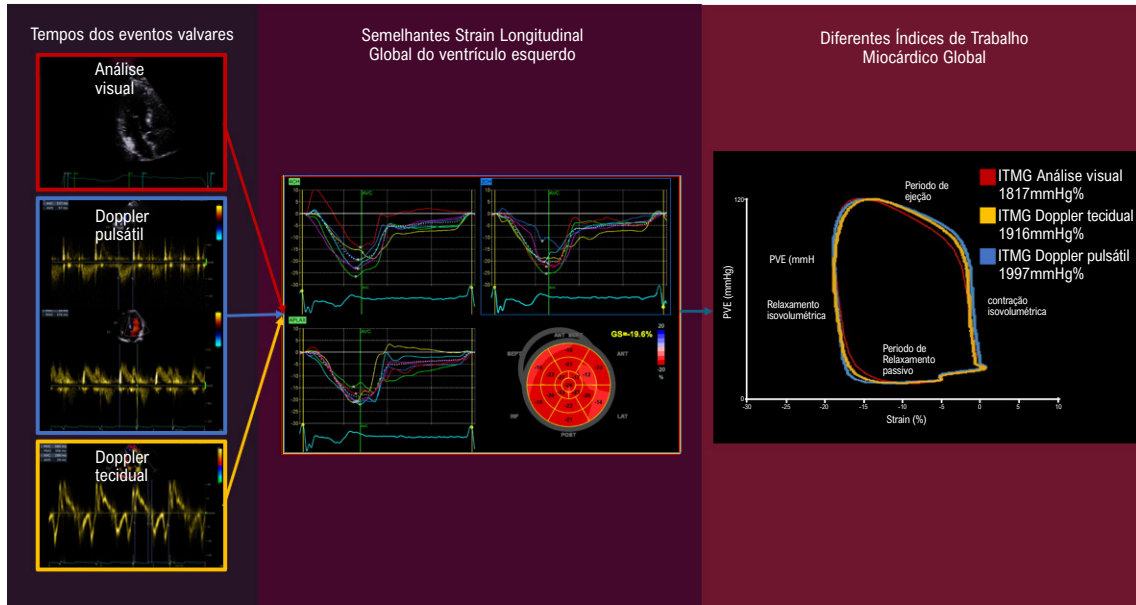
E-mail: marciomp50@hotmail.com

Artigo recebido em 07/10/2024; revisado em 9/10/2024; aceito em 10/10/2024.

Editor responsável pela revisão: Marcelo Tavares

DOI: <https://doi.org/10.36660/abcimg.20240093>

**Figura Central:** Impacto dos Métodos de Avaliação dos Tempos de Eventos Valvares no Cálculo do Trabalho Miocárdico pela Ecocardiografia



Arq Bras Cardiol: Imagem cardiovasc. 2024;37(4):e20240093

Determinação do TM. Obtenção dos tempos eventos valvares pela AV, DP do fluxo mitral e da via de saída do VE e TDI do anel mitral. Usando a imagem de função automatizada, o SLG do VE é gerado pelas janelas apical 2, 3 e 4 câmaras. O ITMG usando os marcadores de eventos pela AV é menor que os obtidos pelo TDI e pulsátil. PVE: Pressão Ventricular Esquerda; ITMG: Índice de Trabalho Miocárdico Global.

## Introdução

A Fração de Ejeção do Ventrículo Esquerdo (FEVE) tem sido amplamente utilizada na avaliação da função sistólica em diversas condições clínicas, especialmente nas doenças cardíacas. No entanto, estudos demonstram que a FEVE apresenta limitações, especialmente na detecção precoce de disfunção cardíaca em pacientes com fração de ejeção preservada, mas com comprometimento funcional subclínico. Diante disso, novas técnicas ecocardiográficas, como o *Strain* Longitudinal Global (SLG), vêm ganhando espaço, proporcionando uma avaliação mais sensível da deformação miocárdica.<sup>1,2</sup>

Mais recentemente, a introdução do conceito de Trabalho Miocárdico (TM) trouxe um avanço na capacidade de avaliar a função cardíaca de maneira mais completa, considerando a interação entre a deformação e a pós-carga que o miocárdio enfrenta durante o ciclo cardíaco. Ao contrário do SLG, o TM é menos influenciado pelas condições de pré e pós-carga, o que pode fornecer uma estimativa mais robusta da função miocárdica.<sup>3,4</sup>

Para calcular o TM, é essencial a identificação precisa dos tempos dos eventos valvares (TEV), especialmente os relacionados à abertura e fechamento da valva aórtica. Esses tempos podem ser obtidos por diferentes métodos, incluindo análise visual (AV), Doppler Tecidual (TDI, do inglês *tissue doppler imaging*) e Doppler pulsado (DP). No entanto, não há consenso sobre qual método é mais acurado e quais as

implicações nos índices de TM, sendo eles Índice de Trabalho Miocárdico Global (ITMG), Trabalho Miocárdico Construtivo Global (TMCG), Trabalho Miocárdico Desperdiçado Global (TMDG) e Eficiência do Trabalho Miocárdico Global (ETMG) permanecem pouco exploradas.<sup>5-8</sup>

O objetivo do presente estudo foi comparar avaliar se há diferença significativa entre as distintas formas de medição dos TEV na determinação do TM.

## Metodologia

Foi realizado um estudo clínico transversal com 35 pacientes em um hospital privado de São Luís, no Estado do Maranhão, entre outubro de 2022 e março de 2023. Os pacientes, maiores de 18 anos e sem comorbidades, foram submetidos a exames de ecocardiografia. As avaliações ecocardiográficas seguiram as recomendações da *American Society of Echocardiography* (ASE), com imagens bidimensionais gravadas em três ciclos, sincronizadas pelo complexo QRS, para análise offline no software EchoPAC (versão 202, GE Vingmed Ultrasound). A FEVE foi determinada pelo método de Simpson.

O ITMG foi quantificado calculando a taxa de encurtamento regional por diferenciação do traçado do *strain* longitudinal e multiplicando pela pressão instantânea do Ventrículo Esquerdo (VE). Essa medida instantânea foi integrada ao longo do tempo, para medir o TM em função do tempo durante a sístole (intervalo de tempo desde o fechamento da valva

## Artigo Original

mitral até a abertura da valva mitral). Durante a ejeção do VE, os segmentos foram analisados para TMD e/ou TMC, com valores globais determinados como as médias de todos os valores segmentares e exibidos no diagrama de circuito pressão-deformação do VE.

Os principais parâmetros calculados foram: ITMG (mmHg%), área da curva de pressão do VE; TMCG (mmHg%), estimativa do trabalho dos segmentos do VE; TMDG (mmHg%), estimativa do trabalho negativo dos segmentos do VE; e ETMG (mmHg%), definida pela razão entre TMCG e a soma de TMCG e TMDG.

As variáveis categóricas foram expressas como frequências absolutas e relativas, e as contínuas como médias e desvio-padrão, ou medianas, dependendo da distribuição. O teste de Shapiro-Wilk foi aplicado para verificar a normalidade dos dados ( $p < 0,05$ ).

O tamanho amostral foi calculado para detectar uma diferença de 123mmHg% no ITMG entre os métodos, com poder de 90% e nível de significância de 5%. As comparações de médias foram realizadas com ANOVA para dados paramétricos e o teste de Friedman para dados não paramétricos. Testes post-hoc, como comparações de pares de predições lineares marginais e o teste de Bonferroni, foram aplicados para identificar diferenças significativas. A análise estatística foi realizada no Stata® Intercooled versão 18.0.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética do Hospital e Maternidade São Domingos (CAAE 71514222.1.0000.5085).

## Resultados

A média de idade foi de 38,9 anos (variação de 18 a 60 anos), com predominância masculina (57,1%). Os parâmetros clínicos e ecocardiográficos estão resumidos na Tabela 1. As médias das medidas ecocardiográficas estavam dentro dos limites de normalidade, refletindo o perfil saudável dos participantes de escolha da amostragem.

A Tabela 2 apresenta a comparação entre os índices de TM conforme o método utilizado para estimativa dos TEV. Observou-se que os valores obtidos pelo método de AV foram significativamente diferentes ( $p < 0,001$ ) que os obtidos pelos dois métodos derivados do Doppler (TDI e DP). Especificamente, a média dos valores de ITMG foi menor com a AV, quando comparada ao TDI e DP. Entretanto, os outros índices miocárdicos não apresentaram variação significativa entre si, conforme demonstrado nas Tabelas 2 e 3. Esses resultados foram distribuídos no gráfico de Bland-Altman para demonstração visual do grau de concordância entre os valores pelos diferentes métodos de TEV. Na Figura 1, é possível observar uma maior dispersão de pontos nos quadros A e B, o que significa que há menor grau de concordância entre os valores coletados. As Figuras 2, 3 e 4 corroboram a ausência de diferença estatística nos índices de TM obtidos por diferentes métodos.

Na Tabela 4, foram relacionados os resultados encontrados no estudo, evidenciando uma diferença estatística significativa nos tempos de fechamento mitral e abertura aórtica entre os três métodos de aferição do TEV. O TDI e o

**Tabela 1 – Características gerais e ecocardiográficas dos pacientes avaliados**

| Variáveis                                  | TOTAL (n = 35)    |
|--------------------------------------------|-------------------|
| <b>Perfil clínico</b>                      |                   |
| Idade                                      | 38,88 (18; 60)    |
| Sexo (%)                                   |                   |
| Homens                                     | 57,14             |
| Mulheres                                   | 42,86             |
| Superfície corpórea (cm <sup>2</sup> )     | 1,87 ± 0,21       |
| Altura (m)                                 | 1,68 (1,50; 1,88) |
| Peso (Kg)                                  | 77 (51; 124)      |
| Pressão arterial sistólica (mmHg)          | 114 ± 9           |
| Pressão arterial diastólica (mmHg)         | 72 ± 7            |
| Frequência cardíaca (bpm)                  | 67 (47; 94)       |
| <b>Dados ecocardiográficos</b>             |                   |
| Diâmetro diastólico final (mm)             | 4,84 ± 0,44       |
| Diâmetro sistólico final (mm)              | 2,98 ± 0,35       |
| Espessura do septo (mm):                   | 0,82 ± 0,08       |
| Volume Diastólico Final (mmHg):            | 90 ± 25           |
| Volume Sistólico Final (mmHg)              | 32 ± 12           |
| Volume do AE (mmHg)                        | 24 ± 4            |
| Fração de Ejeção (mmHg)                    | 65 ± 3            |
| Índice de Massa de VE, (g/m <sup>2</sup> ) | 71 (48; 95,9)     |
| Taxa de quadros, (quadros/s)               | 73 ± 52           |
| SLG (%)                                    | 19 ± 1,8          |

SLG: Strain Longitudinal Global; AE: átrio esquerdo; VE: ventrículo esquerdo.

DP detectaram o fechamento mitral de forma mais tardia e a abertura aórtica de forma mais precoce, em comparação à AV.

## Discussão

Este estudo avaliou o impacto dos diferentes métodos de obtenção dos TEV nos índices de TM. Os resultados indicaram que o ITMG foi influenciado pela forma de aferição dos TEV, com valores menores obtidos pelo método da AV em comparação ao TDI e ao DP, que mostraram concordância entre si. Na Figura Central, é demonstrado um exemplo em que o ITMG foi calculado utilizando os três métodos, reforçando a variação significativa observada quando a AV foi utilizada. No entanto, para os demais índices, como o TMCG, TMDG e a ETMG, não foram identificadas diferenças significativas entre os métodos de obtenção dos TEV, sugerindo menor sensibilidade desses índices à variabilidade metodológica aplicada.

As diferenças observadas podem ser explicadas pela maior suscetibilidade da AV a erros, devido à subjetividade do avaliador e menor resolução temporal, em contraste com a precisão objetiva do TDI e DP, resultando em diferenças nas medidas dos TEV e, consequentemente, na estimativa

Tabela 2 – Comparação dos índices de TM de acordo com as formas diferentes de aferição dos TEV

| Índices miocárdicos | Avaliação visual | TDI         | DP           | p       |
|---------------------|------------------|-------------|--------------|---------|
| ITMG, mmHg%         | 1748 ± 258       | 1910 ± 264  | 2098 ± 279   | <0,001* |
| TMCG, mmHg%         | 2072 ± 242       | 2098 ± 279  | 2087 ± 264   | 0,296*  |
| TMDG, mmHg%         | 103 (38; 529)    | 79 (39;455) | 75 (39; 375) | 0,092†  |
| ETMG, %             | 94 (80; 98)      | 96 (82; 98) | 96 (84;98)   | 0,208†  |

\*Teste de ANOVA. †Teste de análise de variância de Friedman; ITMG: Índice de Trabalho Miocárdico Global; TMCG: Trabalho Miocárdico Construtivo Global; TMDG: Trabalho Miocárdico Desperdiçado Global; ETMG: Eficiência do Trabalho Miocárdico Global; TDI: Doppler tecidual; DP: Doppler pulsado; ITMG: Índice de Trabalho Miocárdico Global; TMCG: Trabalho Miocárdico Construtivo Global; TMDG: Trabalho Miocárdico Desperdiçado Global; ETMG: Eficiência do Trabalho Miocárdico Global.

Tabela 3 – Comparação das diferenças das médias entre os índices de TM de acordo com as formas diferentes de aferição dos eventos valvares, análise post-hoc

|         | Avaliação visual | TDI            |
|---------|------------------|----------------|
| ITMG    |                  |                |
| TDI     | 162 (p<0,001*)   | -----          |
| Doppler | 350 (p<0,001*)   | 168 (p=0,216*) |
| TMCG    |                  |                |
| TDI     | 26 (p=0,121*)    | -----          |
| Doppler | 15 (p=0,383*)    | -11 (p=0,492*) |
| TMDG    |                  |                |
| TDI     | -24 (p=0,202†)   | -----          |
| Doppler | -28 (p=0,051†)   | -4 (p=0,793†)  |
| ETMG    |                  |                |
| TDI     | 2 (p=0,359†)     | -----          |
| Doppler | 2 (p=0,123†)     | 0 (p=0,862†)   |

\*Teste de comparações de pares de previsões lineares marginais. †Teste de Bonferroni  
ITMG: Índice de Trabalho Miocárdico Global; TDI: Doppler tecidual; TMCG: Trabalho Miocárdico Construtivo Global; TMDG: Trabalho Miocárdico Desperdiçado Global; ETMG: Eficiência do Trabalho Miocárdico Global.

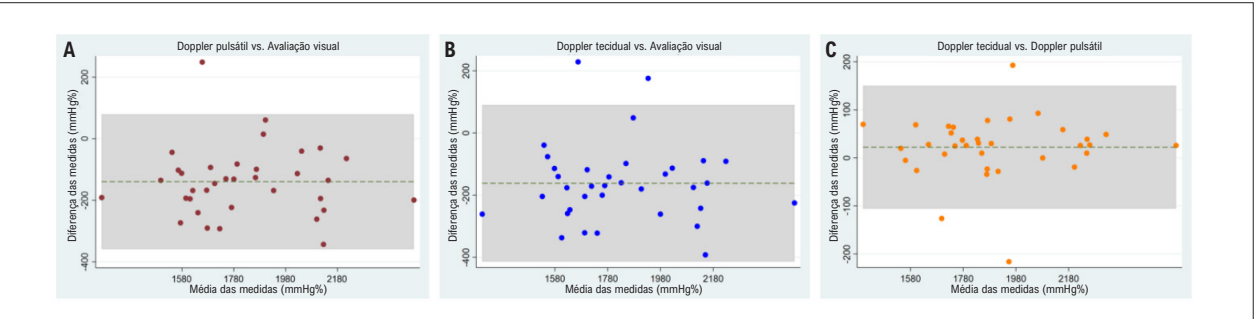
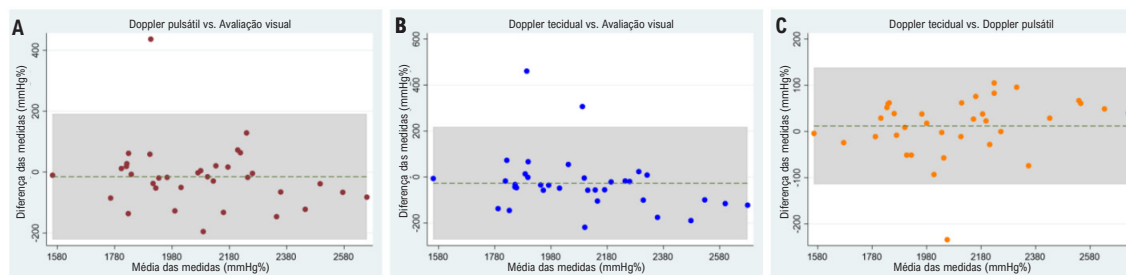


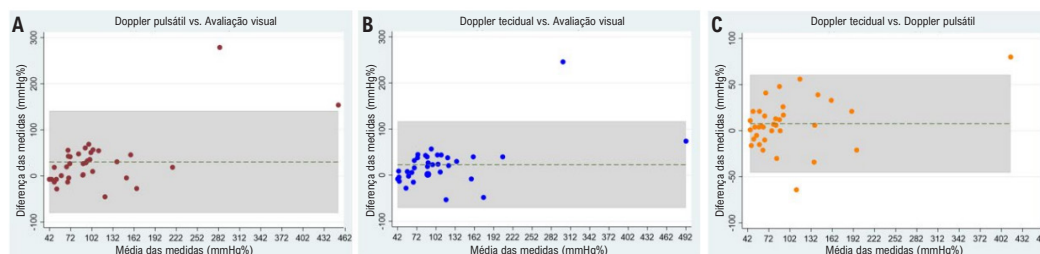
Figura 1 – Concordância geral para o ITMG. Gráficos de Bland-Altman mostrando a concordância do ITMG para as modalidades de DP versus avaliação visual (A), TDI versus avaliação visual (B) e TDI versus DP (C)

do TM. Alterações nos tempos valvares, como o tempo de abertura da valva aórtica, podem ter influenciado o ITMG com a AV, reduzindo o tempo de ejeção em comparação aos outros métodos. Uma vez que todos os outros fatores relacionados com a curva de pressão-strain foram mantidos constantes e que o SLG foi o mesmo em todos os grupos,

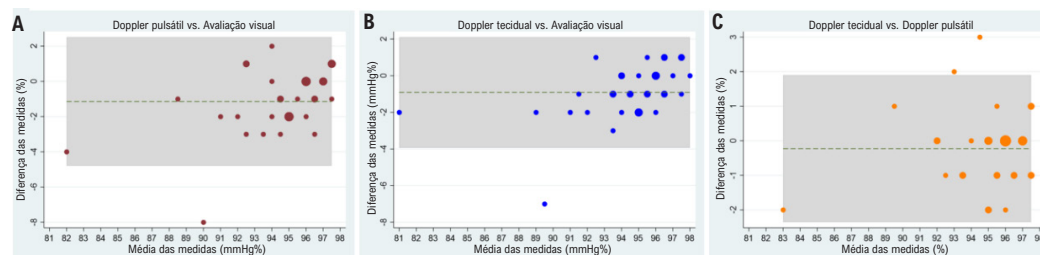
as diferenças nos valores de ITMG obtidos pelos três métodos podem ser atribuídas aos diferentes TEV. Russell et al.<sup>7</sup> observaram que mudanças nos tempos de abertura e fechamento da válvula aórtica não alteraram os resultados do ITMG, diferentemente do que foi observado no nosso estudo e no estudo de Olsen et al.<sup>6</sup>



**Figura 2** – Concordância geral para o índice de TMCG. Gráficos de Bland–Altman mostrando a concordância do TMCG para DP versus avaliação visual (A), TDI versus avaliação visual (B) e TDI versus DP (C)



**Figura 3** – Concordância geral para o trabalho miocárdico global desperdiçado. Gráficos de Bland–Altman mostrando a concordância do TMDG para DP versus avaliação visual (A), TDI versus avaliação visual (B) e TDI versus DP (C)



**Figura 4** – Concordância geral para a eficiência do TM. Gráficos de Bland–Altman mostrando a concordância da eficiência do TM para DP versus avaliação visual (A), TDI versus avaliação visual (B) e TDI versus DP (C)

O estudo de Olsen et al.<sup>6</sup> foi a única publicação semelhante que incluiu na avaliação quatro subtipos de pacientes, sendo eles: saudáveis, com aterosclerose, com fibrilação atrial no momento da ecocardiografia e com FE reduzida. As diferentes metodologias abordadas no estudo foram a AV, DP e TDI modo M. Os resultados obtidos em nosso estudo foram consistentes com os descritos pelos autores, verificando que o ITMG obtido pela AV foi, em média, mais baixo que o estimado pelos outros métodos, que são baseados em Doppler. Esses resultados foram semelhantes em todos os subgrupos de indivíduos analisados, inclusive na amostra de indivíduos saudáveis.<sup>6</sup>

Um importante estudo sobre valores de normalidade de índices de TM demonstrou uma variação intra e inter-

observador para o ITMG de respectivamente 42,2mmHg% e 34,6mmHg%.<sup>9</sup> No nosso estudo, ao utilizar a AV para o cálculo do ITMG, houve uma diferença estatisticamente significativa de 162mmHg% (9,2%) em relação ao TDI, e de 350mmHg% (20%) em relação DP. Essas diferenças foram bem maiores do que a variação intra-observador relatada por Manganaro et al.,<sup>9</sup> que pode ser considerada grande o suficiente para impactar na interpretação clínica de pacientes com uma cardiopatia.<sup>7,9</sup> Por isso, ressalta-se a importância de padronizar um único método, de preferência os derivados do Doppler, devido a sua melhor resolução temporal.

As principais limitações deste estudo foram: o fato de haver sido realizado em um único centro e por um único



Tabela 4 – Comparação dos TEV de acordo com as formas diferentes de aferição dos TEV.

| Tempo dos eventos valvares (ms) | Visual        | TDI           | Doppler       | p       |
|---------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------|
| Abertura mitral                 | 462 (363;529) | 416 (326;537) | 434 (358;492) | 0,979*  |
| Fechamento mitral               | 3 (0;33)      | 20 (1;45)     | 15 (0;43)     | 0,021*  |
| Abertura aórtica                | 93 (36;128)   | 48 (11;98)    | 53 (13;358)   | <0,001* |
| Fechamento aórtico              | 370 (274;449) | 347 (277;402) | 342 (65;389)  | 0,989*  |

\*Teste de análise de variância de Friedman. TDI: Doppler tecidual.

observador pode introduzir viés de seleção, pois a população estudada pode não ser representativa de outras regiões ou sistemas de saúde; o estudo foi realizado exclusivamente com pacientes sem comorbidades, o que restringe a aplicabilidade dos resultados para indivíduos com condições cardiológicas mais complexas, como insuficiência cardíaca, hipertensão ou doenças isquêmicas; todas as medições foram realizadas por um único observador, o que limita a avaliação da variabilidade inter-observador, um parâmetro importante para validar a reprodutibilidade dos resultados.

Devido à escassez de dados na literatura, estudos futuros serão necessários para confirmar ou não os resultados, possibilitando a padronização e a validação do melhor modo de realizar a medida dos TEV, potencializando o uso do TM.

Conclusão

Este estudo demonstrou que o ITMG é sensível à forma de aferição dos TEV, com diferenças significativas entre os AV, TDI e DP. A AV resultou em uma subestimação do ITMG em relação aos métodos baseados em Doppler, que apresentaram maior concordância. No entanto, os outros índices miocárdicos (TMCG, TMDG e ETMG) não foram afetados pelos diferentes métodos de aferição. A padronização dos métodos de obtenção dos TEV, preferencialmente aqueles baseados em Doppler, é recomendada para melhorar a precisão do cálculo do TM, principalmente em estudos que envolvem populações saudáveis e cardiopatas. Estudos futuros serão necessários para confirmar esses achados e estabelecer uma metodologia mais adequada.

Referências

1. Stanton T, Leano R, Marwick TH. Prediction of All-Cause Mortality from Global Longitudinal Speckle Strain: Comparison with Ejection Fraction and Wall Motion Scoring. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2009;2(5):356-64. doi: 10.1161/CIRCIMAGING.109.862334.

2. Galli E, Leclercq C, Fournet M, Hubert A, Bernard A, Smiseth OA, et al. Value of Myocardial Work Estimation in the Prediction of Response to Cardiac Resynchronization Therapy. *J Am Soc Echocardiogr*. 2018;31(2):220-30. doi: 10.1016/j.echo.2017.10.009.

3. Chan J, Edwards NFA, Khandheria BK, Shiino K, Sabapathy S, Anderson B, et al. A New Approach to Assess Myocardial Work by Non-invasive Left Ventricular Pressure-Strain Relations in Hypertension and Dilated Cardiomyopathy. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2019;20(1):31-9. doi: 10.1093/ehjci/jez131.

4. Huang J, Yang C, Yan ZN, Fan L, Ni CF. Global Myocardial Work: A New Way to Detect Subclinical Myocardial Dysfunction with Normal Left

Contribuição dos Autores

Concepção e desenho da pesquisa e redação do manuscrito: Pereira MM, Monteiro Júnior FC, Yamamura S; obtenção de dados e análise estatística: Pereira MM; análise e interpretação dos dados: Pereira MM, Yamamura S; revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Pereira MM, Monteiro Júnior FC.

Potencial Conflito de Interesse

Declaro não haver conflito de interesses pertinentes.

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 estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética do Hospital São Domingos sob o número de protocolo 6.777.966. Todos os procedimentos envolvidos nesse estudo estão de acordo com a Declaração de Helsinki de 1975, atualizada em 2013. O consentimento informado foi obtido de todos os participantes incluídos no estudo.

Ventricle Ejection Fraction in Essential Hypertension Patients: Compared with Myocardial Layer-Specific Strain Analysis. *Echocardiography*. 2021;38(6):850-60. doi: 10.1111/echo.15063.

5. Li X, Zhang P, Li M, Zhang M. Myocardial Work: The Analytical Methodology and Clinical Utilities. *Hellenic J Cardiol*. 2022;68:46-59. doi: 10.1016/j.hjc.2022.07.007.

6. Olsen FJ, Bjerregaard CL, Skaarup KG, Lassen MCH, Johansen ND, Modin D, et al. Impact of Echocardiographic Analyses of Valvular Event Timing on Myocardial Work Indices. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2023;24(3):314-23. doi: 10.1093/ehjci/jeac171.

7. Russell K, Eriksen M, Aaberge L, Wilhelmsen N, Skulstad H, Remme EW, et al. A Novel Clinical Method for Quantification of Regional Left Ventricular Pressure-Strain Loop Area: A Non-Invasive Index of Myocardial Work. *Eur Heart J*. 2012;33(6):724-33. doi: 10.1093/eurheartj/ehs016.

8. Roemer S, Jaglan A, Santos D, Umland M, Jain R, Tajik AJ, et al. The Utility of Myocardial Work in Clinical Practice. *J Am Soc Echocardiogr*. 2021;34(8):807-18. doi: 10.1016/j.echo.2021.04.013.
9. Manganaro R, Marchetta S, Dulgheru R, Ilardi F, Sugimoto T, Robinet S, et al. Echocardiographic Reference Ranges for Normal Non-Invasive Myocardial Work Indices: Results from the EACVI NORRE Study. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2019;20(5):582-90. doi: 10.1093/ehjci/jez188.



Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da licença de atribuição pelo Creative Commons