

Aumento do Trabalho Miocárdico Desperdiçado como Indicador de Lesão Coronariana Significativa

Increased Wasted Myocardial Work as an Indicator of Significant Coronary Lesion

Márcio Mendes Pereira¹ , Amanda Castro Barroso¹ , Marco Túlio Hercos Juliano¹ , Márcio Mesquita Barbosa¹ , Gustavo Travassos Gama¹ , Rodrigo de Jesus Louzeiro Melo¹ , José Bonifácio Barbosa¹ , Carlos Alberto Vieira Gama¹ , José Xavier de Melo Filho¹ , Auridesio Cutrim de Araujo¹

¹UDI Hospital Rede D'Or São Luiz, São Luís, MA, Brasil.

Resumo

Introdução: A avaliação dos índices de trabalho miocárdico global em condições basais pode ser útil para a estratificação clínica de pacientes com suspeita de obstrução coronariana.

Objetivo: Correlacionar o valor do índice de trabalho miocárdico global e a presença de lesões obstrutivas coronarianas significativas.

Método: Estudo transversal, com pacientes encaminhados para cinecoronariangiografia eletiva. Foi realizado ecocardiograma com obtenção das medidas para cálculo do valor do trabalho miocárdico, sendo avaliada a presença de lesões obstrutivas coronarianas significativas à cinecoronariangiografia.

Resultados: A amostra foi composta de 30 pacientes, com a idade média de $64,2 \pm 12,8$ anos, sendo a maioria do sexo masculino (63,3%), dos quais 68,4% apresentaram lesões obstrutivas coronarianas significativas. O índice de trabalho miocárdico global foi de $1.876 \text{ mmHg}\% \pm 253,8$ no grupo com lesões obstrutivas coronarianas significativas e de $2.054,2 \text{ mmHg}\% \pm 417,3$ naqueles sem lesões significativas ($p=0,089$). O trabalho miocárdico construtivo global nos pacientes sem lesões obstrutivas coronarianas significativas foi maior ($2.329,3 \text{ mmHg}\% \pm 462,9$) do que naqueles com lesões obstrutivas coronarianas significativas ($2.109,5 \text{ mmHg}\% \pm 332,3$; $p=0,064$). O trabalho miocárdico desperdiçado global foi maior nos pacientes com lesões obstrutivas coronarianas significativas ($103,7 \text{ mmHg}\% \pm 47,1$ versus $68,3 \text{ mmHg}\% \pm 33,8$; $p=0,038$). O ponto de corte de $115 \text{ mmHg}\%$ foi aquele com a melhor área sob a curva (0,625), com sensibilidade de 83,3%.

Conclusão: O aumento do trabalho miocárdico desperdiçado global se correlacionou com a presença de lesões obstrutivas coronarianas significativas em nossa amostra.

Palavras-chave: Função cardíaca; Ecocardiografia; Cardiopatias congênicas; Estenose coronária.

Abstract

Introduction: The assessment of global myocardial work indices under baseline conditions may be useful for the clinical stratification of patients with suspected coronary obstruction.

Objective: To correlate the value of global myocardial work indices and the presence of significant obstructive coronary lesions.

Method: Cross-sectional study, with patients referred for elective coronary angiography. An echocardiogram was performed to obtain measurements to calculate the value of myocardial work and evaluated the presence or absence of significant obstructive coronary lesions at coronary angiography.

Results: The sample consisted of 30 patients, with a mean age of 64.2 ± 12.8 years, the majority being male (63.3%), of which 68.4% had significant obstructive coronary lesions. The global myocardial work indices was $1,876 \text{ mmHg}\% \pm 253.8$ in the group with significant obstructive coronary lesions and $2,054.2 \text{ mmHg}\% \pm 417.3$ in those without significant lesions ($p=0.089$). Global constructive myocardial work in patients without significant obstructive coronary lesions was higher ($2,329.3 \text{ mmHg}\% \pm 462.9$) than in those with significant obstructive coronary lesions ($2,109.5 \text{ mmHg}\% \pm 332.3$; $p=0.064$). Global wasted myocardial work was higher in patients with significant obstructive coronary lesions ($103.7 \text{ mmHg}\% \pm 47.1$ versus $68.3 \text{ mmHg}\% \pm 33.8$; $p=0.038$). The cutoff point of $115 \text{ mmHg}\%$ was the one with the best area under the curve (0.625), with a sensitivity of 83.3%.

Conclusion: The increase in global wasted myocardial work correlated with the presence of significant obstructive coronary lesions in our sample.

Keywords: Cardiac function; Echocardiography; Heart defects, congenital; Coronary stenosis.

Correspondência: Márcio Mendes Pereira •

Av. Prof. Carlos Cunha, 2000, Jaracaty, São Luís, MA, Brasil.

E-mail: marciomp50@hotmail.com

Artigo recebido em 20/9/2022; revisado em 28/10/2022; aceito em 3/11/2022

Editor responsável pela revisão: Daniela do Carmo Rassi Frota

DOI: 10.47593/2675-312X/20223504eabc346p



Introdução

A detecção precoce da doença arterial coronária (DAC) é crucial para seu adequado tratamento. Entretanto, esse ainda é um desafio para a ecocardiografia, uma vez que a fração de ejeção do ventrículo esquerdo (FEVE) geralmente encontra-se normal em estágios precoces da doença. O ecocardiograma de estresse é um método amplamente aceito para tal investigação, mas apresenta como desvantagens a subjetividade e a necessidade de atingir uma frequência cardíaca-alvo.¹

Avaliação da função sistólica ventricular é parte essencial do ecocardiograma, sendo a FEVE o parâmetro mais utilizado.² O *strain* longitudinal global (SLG) do ventrículo esquerdo (VE) ganhou espaço, pois foi capaz de detectar anormalidades subclínicas em pacientes com FEVE normal.³ Entretanto, esse método apresenta como limitação a dependência da pós-carga, que, uma vez elevada, é capaz de reduzir o valor do SLG, ocasionando erros na interpretação da função contrátil regional e global.⁴

O trabalho miocárdico foi proposto como nova ferramenta para estudar o desempenho do VE⁵, superando a FEVE e o SLG do VE quando utilizados isoladamente.⁶ O trabalho miocárdico incorpora a pressão do VE e adiciona informações à FEVE e ao *strain*,⁷ integrando a pós-carga a um parâmetro de função do VE.

O trabalho miocárdio é obtido pela multiplicação do SLG pelo estresse de parede, pois já é sabido que o trabalho é a multiplicação da força pela distância.⁶ A medida de trabalho miocárdico não invasivo mostrou forte correlação com as medidas invasivas, tanto experimentalmente quanto clinicamente.⁸ No trabalho de Russel et al., a área da curva de pressão do VE-*strain* foi significativamente reduzida nas áreas supridas por uma artéria coronária ocluída em comparação com as áreas com perfusão normal avaliadas por angiografia.⁸

Neste estudo, objetivamos avaliar a correlação entre o valor do trabalho miocárdico não invasivo avaliado pelo ecocardiograma e a presença de DAC grave avaliada pela cineangiografiografia (CAC).

Métodos

Avaliação ecocardiográfica

Estudo transversal realizado em um único centro, com pacientes prospectivamente recrutados, encaminhados eletivamente para realização de CAC para avaliação de DAC. Foram excluídos os pacientes que apresentaram dor torácica no momento da realização do ecocardiograma, história prévia de infarto agudo do miocárdio, FEVE <50%, alterações de contração segmentar do VE, valvopatias de grau maior ou igual a moderado, estenose aórtica, cardiomiopatia hipertrófica, prótese biológica ou metálica aórtica, ritmo de marca-passo ou ritmo irregular (extrassístoles frequentes, fibrilação ou flutter atrial). Por ser um estudo-piloto, arbitramos a amostra em 30 pacientes.

Foi aplicado o Termo de Consentimento Informado na chegada do paciente ao laboratório de hemodinâmica para a realização da CAC eletiva e, logo após, ele foi conduzido para a realização do ecocardiograma transtorácico com

monitorização eletrocardiográfica. Os exames foram realizados com o aparelho de ultrassom cardiovascular Vivid E95 (GE Medical Systems, Horten, Noruega), equipado com sondas do setor de arranjo faseado MS5 de 3,5 MHz.

As medidas e as avaliações ecocardiográficas foram obtidas de acordo com as recomendações da *American Society of Echocardiography* (ASE).⁹ Foram obtidas imagens padrões bidimensionais, com três ciclos, trigadas pelo complexo QRS e gravadas em formato digital para a análise *offline*, por meio do *software* EchoPAC (EchoPAC Version 202, GE Vingmed Ultrasound). A fração de ejeção foi calculada pelo método tridimensional.

O índice de trabalho miocárdico global (ITMG) foi quantificado calculando a taxa de encurtamento regional por diferenciação do traçado do *strain longitudinal* e multiplicando pela pressão instantânea do VE. Essa medida instantânea foi integrada ao longo do tempo, para medir o trabalho miocárdico em função do tempo durante a sístole (intervalo de tempo desde o fechamento da valva mitral até a abertura da valva mitral). Durante a ejeção do VE, os segmentos foram analisados para trabalho miocárdico desperdiçado global (TMDG) e/ou trabalho miocárdico construtivo global (TMCG), com valores globais determinados como as médias de todos os valores segmentares e exibidos no diagrama de circuito pressão-deformação do VE. Os seguintes parâmetros foram gerados pelo *software*: ITMG (mmHg%), área dentro da curva de pressão global do VE; TMCG (mmHg%), estimativa do trabalho realizado pelos segmentos do VE que consiste em encurtamento durante a sístole mais alongamento no relaxamento isovolumétrico; TMDG (mmHg%), estimativa do trabalho negativo dos segmentos do VE consistindo em alongamento miocárdico durante a sístole mais qualquer encurtamento durante o relaxamento isovolumétrico; eficiência do trabalho miocárdico global (ETMG; %), TMCG dividido pela soma de TMCG e TMDG, expressa em porcentagem (esses valores não são afetados pelo pico de pressão do VE).^{1,10,11}

A área de isquemia funcional (AIF) foi definida de acordo com o estabelecido por Boe et al.⁷ Em sua publicação, os segmentos adjacentes foram considerados isquêmicos quando o valor absoluto do SLG <14% e o ITMG <1.700mmHg%. De acordo com esses valores, definimos a AIF e, assim, a correlacionamos com a artéria coronária com obstrução significativa.

Avaliação pela cineangiografiografia

A CAC foi realizada por meio do aparelho de cateterismo Philips FD10, conforme as técnicas definidas pela Sociedade Brasileira de Hemodinâmica e Cardiologia Intervencionista (SBHCI).¹² DAC significativa foi definida como estreitamento luminal $\geq 50\%$ no tronco de coronária esquerda (TCE) e/ou $\geq 70\%$ nas artérias descendente anterior (DA), diagonal (DG), circunflexa (CX), marginal (MG) ou coronária direita (CD), por meio da avaliação visual do cardiologista hemodinamicista.

Análise estatística

Os dados foram tabulados e analisados no programa Stata® Intercooled versão 12.0.

As variáveis categóricas foram apresentadas como

frequência absoluta (n) e relativa (%). As variáveis contínuas foram apresentadas como média e desvio-padrão (DP) ou como mediana e intervalo interquartil, conforme os testes de normalidade de Skewness e Kurtosis.

A significância das diferenças entre os grupos foi avaliada por meio do teste *t* de Student para os dados com distribuição normal. O teste de Mann-O, teste de U de Whitney ou teste de Kruskal-Wallis foram usados para as variáveis que não foram normalmente distribuídas.

Para variáveis categóricas, foi utilizado o teste do qui-quadrado ou o teste exato de Fisher, quando apropriado.

A análise da curva Característica de Operação do Receptor (COR) foi utilizada para encontrar os pontos de corte ideais para cada parâmetro.

Um modelo de regressão logística foi realizado para determinar as variáveis independentes capazes de identificar os pacientes com doença coronária significativa. A AIF determinada pelo *strain* e pelo trabalho miocárdico foi analisada em modelos separados.

Valores de $p < 0,05$ foram considerados para indicar significância estatística.

Resultados

Características clínicas

Foram incluídos no estudo 30 pacientes, com idade média de $64,2 \pm 12,8$ anos, sendo a maioria do sexo masculino (63,3%), dos quais 68,4% possuíam lesões obstrutivas coronarianas significativas (LOCS) (Tabela 1).

A maioria dos pacientes era hipertensa e dislipidêmica (19 pacientes em cada grupo, representando 63,3% cada); 36,6% eram diabéticos; 30% eram obesos e nenhum paciente possuía história prévia de acidente vascular cerebral. Dos pacientes hipertensos, 63,2% possuíam lesões significativas na CAC, 73,7% dos dislipidêmicos, 63,6% dos diabéticos e 77,8% dos obesos.

Tabela 1 – Características clínicas.

Variáveis	Total (n=30)
Idade (anos)	$64,2 \pm 12,8^*$
Peso (kg)	$69,2 \pm 16,9^*$
PAS (mmHg)	$127,4 \pm 16,6^*$
PAD (mmHg)	$73 \pm 9,1^*$
FC (bpm)	$69,4 \pm 11,8^*$
Comorbidades	
Hipertensão	19 (63,3%)
DM 2	11 (36,7%)
DAC prévia	15 (50%)
AVC	0 (0%)
Dislipidemia	19 (63,3%)
Obesidade	9 (30%)
Tabagismo	2 (6,7%)

PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica; FC: frequência cardíaca; DM 2: diabetes mellitus tipo 2; DAC: doença arterial coronariana; AVC: acidente vascular cerebral; * média $\pm$ desvio padrão.

Características da cineangiocoronariografia

Do total de pacientes da amostra, 6 (20%) não tinham lesões à CAC e 24 (80%) apresentaram obstrução coronária maior que 50%. Dos pacientes com lesões coronarianas, 19 (63,3%) apresentaram LOCS. Nesse grupo, 68,4% eram do sexo masculino, com idade média de $65,4 \pm 10,6$ anos.

Quanto à localização do acometimento das artérias coronárias em nossa amostra, 18 pacientes (60%) apresentaram lesão em artéria DA, 1 (3,3%) em TCE, 7 (23,3%) em artéria DG, 5 (16,7%) em artéria CX, 4 (13,3%) em artéria MG e 6 (20%) artéria CD.

Características ecocardiográficas

As características ecocardiográficas da amostra estão descritas na Tabela 2.

Disfunção diastólica grau 1 esteve presente em 50% da amostra. Nenhum paciente apresentava disfunção diastólica grau 3 e todos possuíam função sistólica preservada. A FEVE média, calculada pelo método tridimensional, foi de $65,2 \pm 3,3\%$ nos pacientes com LOCS e de $63,6 \pm 4,6\%$ naqueles sem LOCS.

Conforme a Tabela 2, o SLG médio foi de $18,3 \pm 2\%$ na amostra com LOCS na CAC e de $19,1 \pm 2,9\%$ sem LOCS ($p=0,313$).

O ITMG foi de $1876 \pm 253,8$ mmHg% nos pacientes com LOCS portanto, menor do que naqueles sem LOCS, onde o valor encontrado foi de $2054,2 \pm 417,3$ mmHg% ($p=0,089$).

O TMCG nos pacientes sem LOCS na CAC foi maior do que naqueles com LOCS, sendo de $2.329,3$ mmHg% $\pm 462,9$ e $2.109,5$ mmHg% $\pm 332,3$, respectivamente ($p=0,064$).

Com relação ao TMDG, os valores médios foram maiores nos pacientes com LOCS do que nos pacientes sem LOCS ($103,7$ mmHg% $\pm 47,1$ versus $68,3$ mmHg% $\pm 33,8$; $p=0,038$).

A Figura 1 ilustra um exemplo de um paciente com lesão na DA em que o trabalho miocárdico desperdiçado do segmento basal do septo anterior é maior do que TMDG.

Tabela 2 – Características ecocardiográficas.

Variáveis	Total (n=30)	CAC com LOCS (=11)	CAC sem LOCS (=19)	Valor de p
Disfunção diastólica				0,167
Ausente	7 (23,3)	2 (28,6)	5 (71,4)	
Grau 1	15 (50)	4 (26,7)	11 (73,3)	
Indeterminado	7 (23,3)	5 (71,4)	2 (28,6)	
Grau 2	1 (3,3)	0 (0)	1 (100)	
FEVE 3D (%)	$64,6 \pm 3,8$	$63,3 \pm 4,6$	$65,2 \pm 3,3$	0,313
SLG (%)	$18,3 \pm 2,7$	$18,3 \pm 2,4$	$19,1 \pm 2,9$	0,377
ITMG (mmHg%)	$1989 \pm 371,2$	$1876 \pm 253,8$	$2054,2 \pm 417,3$	0,089
ETMG (%)	$95 \pm 2,2$	$95,6 \pm 2,0$	$94,7 \pm 2,2$	0,296
TMCG (mmHg%)	$2248 \pm 427,4$	$2109,5 \pm 332,3$	$2329,3 \pm 462,9$	0,064
TMDG (mmHg%)	$90,7 \pm 427,4$	$68,3 \pm 33,8$	$103,7 \pm 47,1$	0,039

CAC: cineangiocoronariografia; LOCS: lesões obstrutivas coronarianas significativas; FEVE: fração de ejeção do ventrículo esquerdo; SLG: strain longitudinal global; ITMG: índice do trabalho miocárdico global; ETMG: eficiência do trabalho miocárdico global; TMCG: trabalho miocárdico construtivo global; TMDG: trabalho miocárdico desperdiçado global.

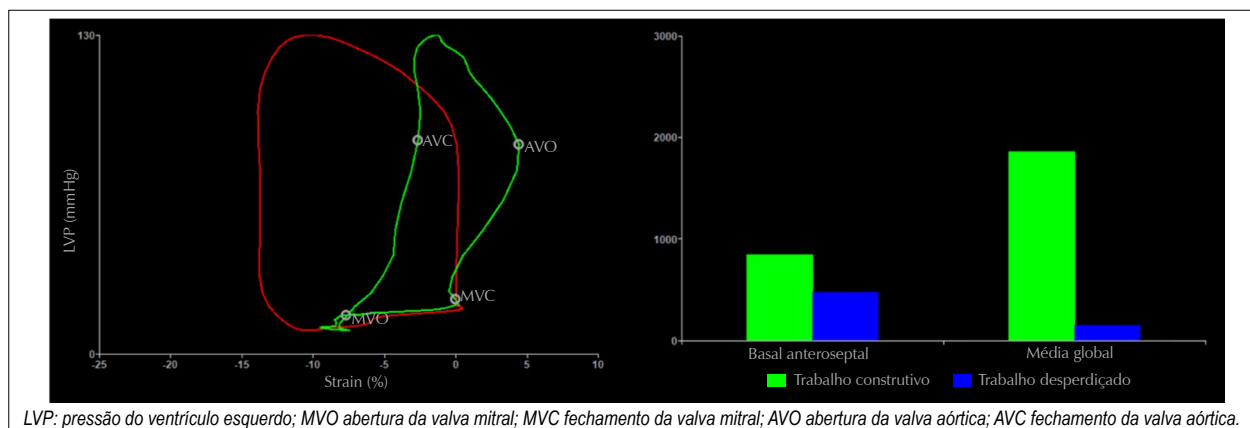


Figura 1 – Diagrama da curva pressão-strain do ventrículo esquerdo. (A) O trabalho miocárdico global é representado em vermelho e o trabalho regional do segmento basal do septal anterior em verde. (B) Observam-se diminuição do trabalho construtivo e aumento do trabalho desperdiçado do segmento basal septal anterior em relação à média global.

Não se observou diferença na ETMG entre os pacientes com ou sem lesão significativa ($95,6 \pm 2,0$ versus $94,7 \pm 2,2$; $p=0,296$).

O SLG não apresentou diferença estatisticamente significativa entre os pacientes com ou sem LOCS, ocorrendo o mesmo quando se analisou por território arterial (Tabela 3).

A presença de um valor do TMDG menor que 115mmHg% demonstrou com uma sensibilidade de 83,3% e especificidade de 41,7% para identificação de pacientes com LOCS, com uma área sob a curva de 0,625 (Tabela 4).

Separando os pacientes por territórios arteriais, observou-se que o TMDG apresentou melhor área sob a curva para identificar lesões significativas na artéria DA (0,643) do que na CD (0,432) e na CX (0,405), conforme demonstrado na Figura 2.

Tabela 3 – Relação entre lesões coronarianas e strain longitudinal global para cada território coronariano.

	CAC com LOCS (=11)	CAC LOCS (=19)	Valor de p
SLG (%)	$18,3 \pm 2,4$	$19,1 \pm 2,9$	0,377
Strain DA (%)	$19,5 \pm 2,6$	$19,4 \pm 3,2$	0,900
Strain CX (%)	$17,8 \pm 3,1$	$19,4 \pm 3,5$	0,359
Strain CD (%)	$18,2 \pm 3,1$	$21,5 \pm 3,0$	0,103

CAC: cineangiografias; LOCS: lesões obstrutivas coronarianas significativas; SLG: strain longitudinal global; DA: descendente anterior; CX: cuncunflexa; CD: coronária direita.

O SLG foi menor ou igual a 16,5% em oito pacientes, sendo que, desses, cinco possuíam LOCS no cateterismo, com sensibilidade de 62,5% para DAC obstrutiva na CAC.

Discussão

Neste estudo, foi demonstrado que o TMDG foi maior em pacientes que possuíam LOCS ao CAC do que naqueles sem LOCS.

O trabalho miocárdico não invasivo é uma nova ferramenta para avaliação da função sistólica do VE, como demonstrado em vários estudos, sendo superior ao valor isolado da FEVE e do SGL do VE.^{8,13} Os parâmetros de trabalho miocárdico podem ser utilizados para avaliar o desempenho do VE e, além disso, também para avaliar a função segmentar.

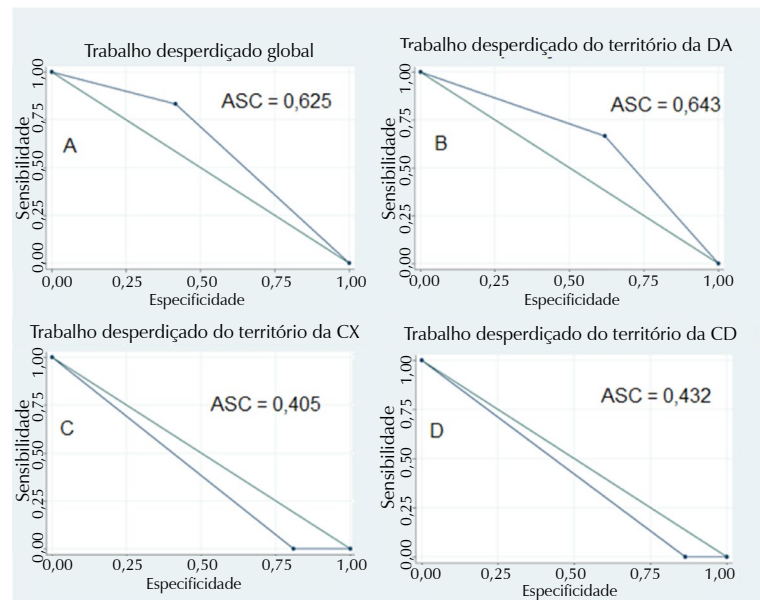
O trabalho desperdiçado é o gasto de energia medido como o trabalho consumido durante o alongamento segmentar (trabalho negativo) em porcentagem de trabalho durante o encurtamento segmentar (trabalho positivo).¹⁴ Portanto, a medida do trabalho desperdiçado pode ser considerada um método para quantificar o trabalho que é feito pelo ventrículo, mas que não contribui para a ejeção de sangue pelo VE.¹⁵

No presente trabalho, um valor de TMDG maior que 115mmHg% mostrou sensibilidade de 83,3% para identificação de obstruções coronárias significativas, sugerindo que essa variável pode ser utilizada para identificar lesões anatomicamente importantes. No estudo de Edwards et al., o ponto de corte de 80mmHg% para o TMDG foi

Tabela 4 – Parâmetros ecocardiográficos e detecção de obstrução significativa de artérias coronárias.

	SLG	ITMG	ETM	TCG	TDG
ASC	0,494	0,444	0,625	0,444	0,625
ASC IC 95%	0,312-0,687	0,254-0,625	0,438-0,801	0,255-0,626	0,438-0,801
Valor de cutoff	<16,5%	<1700mmHg%	<95%	<2000mmHg%	>115mmHg%
Sensibilidade (%)	62,5	55,6	75	55,5	83,3
Especificidade (%)	36,4	33,3	50	33,3	41,7

SLG: strain longitudinal global; ITMG: índice do trabalho miocárdico global; ETM: eficiência do trabalho miocárdico; TCG: trabalho construtivo global; TDG: trabalho desperdiçado global; ASC: área sob a curva; IC: intervalo de confiança.



ASC: área sob a curva; DA: descendente anterior; CX: circunflexa; CD: coronária direita.

Figura 2 – Área sob a curva do trabalho desperdiçado global e de cada território arterial. (A) Trabalho desperdiçado global. (B) Trabalho desperdiçado no território da artéria descendente anterior. (C) Trabalho desperdiçado no território da artéria circunflexa; (D) Trabalho desperdiçado no território da artéria coronária direita.

associado com sensibilidade de 89,3% para detecção de LOCS, sensibilidade semelhante à do nosso estudo, porém com menor ponto de corte.¹

Em um coração estruturalmente normal, existem poucas diferenças entre os tempos de contração dos diversos segmentos do VE.¹⁶ Todos os segmentos se contraem quase simultaneamente contra uma pressão do VE semelhante, com apenas pequenas diferenças fisiológicas no tempo de contração segmentar.^{15,14} Quando há alteração de contração segmentar, alguns segmentos iniciam o relaxamento no fim da sístole, sob alta pressão ventricular. Isso denota que uma parte do trabalho feito pelos segmentos que se contraem é desperdiçada no alongamento dos segmentos que se relaxam.¹⁵

Comparativamente ao valor global, quando separado de acordo com o território arterial acometido, observou-se, neste estudo, que o TMDG nos pacientes com lesões significativas na artéria DA foi maior do que nos que não tinham lesões significativas nessa artéria. De forma contrária, foi observado que o TMDG foi maior nos pacientes sem lesões significativas na CAC do que naqueles com LOCS.

O ITMG pode ser definido como o trabalho total, contabilizado pela área da curva pressão do VE-strain do VE, do fechamento até a abertura da valva mitral.¹⁷ O ITMG pode ajudar em interpretações equivocadas de redução da função sistólica do VE baseadas apenas na diminuição do strain de VE em pacientes com pós-carga alta e sem obstrução coronária.⁷ Diferente disso, no nosso trabalho, o ITMG foi consoante o SLG. Além disso, também observamos que o ITMG foi menor nos pacientes

que possuíam LOCS ao CAC, embora sem significância estatística com valor de p limítrofe.

A diminuição do valor do SLG do VE já foi demonstrada como preditora de doença arterial coronariana, mesmo sem obstrução significativa,¹⁸ além de ser superior à FEVE e à disfunção segmentar do VE como preditora de eventos cardiovasculares.¹⁹ No nosso estudo, a avaliação do SLG do VE demonstrou sensibilidade de 62,5% para LOCS.

Diante da boa sensibilidade do TMDG, este método pode vir a ser utilizado, se confirmado por outros estudos, como uma ferramenta de triagem para DAC com lesão significativa (estenose >70%), selecionando o paciente para o qual deve ser aprofundado a investigação.

Limitações do estudo

A amostra pequena de pacientes deste estudo pode ter contribuído para que a maioria dos resultados não tivesse relevância estatística. Além disso, a estratificação invasiva foi feita em pacientes com alta probabilidade de DAC, pois os pacientes referidos possuíam lesões coronarianas previamente diagnosticadas pela angiotomografia de coronárias ou teste funcional isquêmico, restringindo o número de pacientes jovens ou sem fatores de risco em nossa avaliação.

Conclusão

O TMDG apresentou correlação com a identificação de obstruções coronárias significativas. Esse dado do trabalho miocárdico pode ser ferramenta para detecção de LOCS. Estudos futuros são necessários para que esse dado promissor seja confirmado.

Contribuição dos autores

Concepção, desenho da pesquisa, redação do manuscrito, análise e interpretação dos dados, análise estatística: Pereira MM; redação do manuscrito, análise e interpretação dos dados: Barroso AC; revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Juliano MTH, Melo RJL,

Gama CAV, Barbosa JB e Melo Filho JX; obtenção de dados: Barbosa MM, Araujo AC e Gama GT.

Conflito de interesses

Os autores declaram não terem conflitos de interesse.

Referências

1. Edwards NFA, Scalia GM, Shiino K, Sabapathy S, Anderson B, Chamberlain R, et al. Global Myocardial Work Is Superior to Global Longitudinal Strain to Predict Significant Coronary Artery Disease in Patients With Normal Left Ventricular Function and Wall Motion. *J Am Soc Echocardiogr*. 2019;32(8):947-57. doi: 10.1016/j.echo.2019.02.014. Erratum in: *J Am Soc Echocardiogr*. 2020;33(2):257.
2. Konstam MA, Abboud FM. Ejection Fraction: Misunderstood and Overrated (Changing the Paradigm in Categorizing Heart Failure). *Circulation*. 2017;135(8):717-9. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.116.025795
3. Mor-Avi V, Lang RM, Badano LP, Belohlavek M, Cardim NM, Derumeaux G, et al. Current and evolving echocardiographic techniques for the quantitative evaluation of cardiac mechanics: ASE/EAE consensus statement on methodology and indications endorsed by the Japanese Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*. 2011;24(3):277-313. doi: 10.1016/j.echo.2011.01.015
4. Addetia K, Miyoshi T, Amuthan V, Citro R, Daimon M, Gutierrez Fajardo P, et al.; WASE Investigators. Normal Values of Left Ventricular Size and Function on Three-Dimensional Echocardiography: Results of the World Alliance Societies of Echocardiography Study. *J Am Soc Echocardiogr*. 2022;35(5):449-59. doi: 10.1016/j.echo.2021.12.004
5. Manganaro R, Marchetta S, Dulgheru R, Sugimoto T, Tsugu T, Ilardi F, et al. Correlation between non-invasive myocardial work indices and main parameters of systolic and diastolic function: results from the EACVI NORRE study. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2020;21(5):533-41. doi: 10.1093/ehjci/jez203
6. van der Bijl P, Kostyukevich M, El Mahdoui M, Hansen G, Samset E, Ajmone Marsan N, et al. A Roadmap to Assess Myocardial Work: From Theory to Clinical Practice. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2019;12(12):2549-54. doi: 10.1016/j.jcmg.2019.05.028
7. Boe E, Russell K, Eek C, Eriksen M, Remme EW, Smiseth OA, et al. Non-invasive myocardial work index identifies acute coronary occlusion in patients with non-ST-segment elevation-acute coronary syndrome. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2015;16(11):1247-55. doi: 10.1093/ehjci/jev078
8. 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
9. Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, Afzalalo 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
10. Boe E, Skulstad H, Smiseth OA. Myocardial work by echocardiography: a novel method ready for clinical testing. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2019;20(1):18-20. doi: 10.1093/ehjci/jev156
11. 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
12. Feres F, Costa RA, Siqueira D, Costa Júnior JR, Staico R, Chaves AJ, Abizaid A, et al. Diretriz da sociedade brasileira de cardiologia e da sociedade brasileira de hemodinâmica e cardiologia intervencionista sobre intervenção coronária percutânea. *Arq Bras Cardiol*. 2017;109:2541-619.
13. El Mahdoui M, van der Bijl P, Abou R, Ajmone Marsan N, Delgado V, Bax JJ. Global Left Ventricular Myocardial Work Efficiency in Healthy Individuals and Patients with Cardiovascular Disease. *J Am Soc Echocardiogr*. 2019;32(9):1120-7. doi: 10.1016/j.echo.2019.05.002
14. Vecera J, Penicka M, Eriksen M, Russell K, Bartunek J, Vanderheyden M, et al. Wasted septal work in left ventricular dyssynchrony: a novel principle to predict response to cardiac resynchronization therapy. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2016;17(6):624-32. doi: 10.1093/ehjci/jev019
15. Russell K, Eriksen M, Aaberge L, Wilhelmsen N, Skulstad H, Gjesdal O, et al. Assessment of wasted myocardial work: a novel method to quantify energy loss due to uncoordinated left ventricular contractions. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2013;305(7):H996-1003. doi: 10.1152/ajpheart.00191.2013
16. Edwards NFA, Scalia GM, Shiino K, Sabapathy S, Anderson B, Chamberlain R, et al. Global Myocardial Work Is Superior to Global Longitudinal Strain to Predict Significant Coronary Artery Disease in Patients With Normal Left Ventricular Function and Wall Motion. *J Am Soc Echocardiogr*. 2019;32(8):947-57. doi: 10.1016/j.echo.2019.02.014. Erratum in: *J Am Soc Echocardiogr*. 2020;33(2):257.
17. Galli E, John-Matthews B, Rousseau C, Schnell F, Leclercq C, Donal E. Echocardiographic reference ranges for myocardial work in healthy subjects: A preliminary study. *Echocardiography*. 2019;36(10):1814-24. doi: 10.1111/echo.14494
18. Montgomery DE, Puthumana JJ, Fox JM, Ogunyankin KO. Global longitudinal strain aids the detection of non-obstructive coronary artery disease in the resting echocardiogram. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2012;13(7):579-87. doi: 10.1093/ehjcard/ehs282
19. 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.