

Comparação entre Técnicas de *Block-Matching* e *Optical Flow* na análise do *Strain* pela Ecocardiografia

Comparison of *Block-Matching* and *Optical Flow* in *Strain* Echocardiography Analysis

Renata Rejane Linhares, Rodrigo Bellio de Mattos Barreto, Carlos Eduardo Suaide Silva, David Costa de Souza Le Bihan, Luciana Braz Peixoto, Andresa Paes da Cruz, Luara Piovan Garcia, Claudia Gianini Monaco, Manuel Adán Gil

DASA - Diagnóstico das Américas SA, São Paulo, SP – Brasil

Resumo

Introdução: Diferentes tecnologias têm sido utilizadas para avaliar a função sistólica do ventrículo esquerdo. De particular interesse, está a ecocardiografia com *strain* bidimensional (2DSTE). Dois métodos diferentes têm sido usados para quantificar a deformação miocárdica (*strain* miocárdico) pela 2DSTE: *block matching* e *optical flow*. Ambos estão presentes em ecocardiógrafos comercialmente disponíveis. Entretanto, não há consenso a respeito se as medidas do *strain* longitudinal por estes métodos são sobreponíveis.

Objetivo: Comparar os valores de pico do *strain* miocárdico longitudinal obtidos através da 2DSTE pelos dois diferentes métodos (*block matching* x *optical flow*).

Método: Foram realizadas as medidas do *strain* em 16 segmentos miocárdicos do ventrículo esquerdo, conforme orientação da Sociedade Americana de Ecocardiografia pela técnica do *block matching* (Vivid 7, GE, Horten, Noruega) e, imediatamente após, pela técnica do *optical flow* (My Lab 60, Esaote, Florença, Itália) de forma randomizada e seus valores foram comparados.

Resultados: Houve 28 indivíduos com idade $27,9 \pm 7,7$ anos, sendo 50% do sexo masculino e todos com fração de ejeção superior a 55%. A medida do *strain* longitudinal global foi maior pela técnica de *block matching* ($p = 0,02$). Na análise dos 16 segmentos, houve 10 segmentos com valores diferentes, em especial os segmentos apicais.

Conclusão: Os valores do *strain* miocárdico longitudinal obtidos por métodos diferentes não são sobreponíveis e devem ser usados com cautela. Sendo assim, valores de normalidade também variam de acordo com o fabricante e o método utilizado. (Arq Bras Cardiol: Imagem cardiovasc. 2017;30(3):87-91)

Palavras-chave: Ecocardiografia Doppler/métodos; Cardiopatias; Diagnóstico por Imagem; Processamento de Imagem assistida por Computador /métodos.

Summary

Introduction: Different technologies have been used to evaluate left ventricular systolic function. Of particular interest is the two-dimensional strain echocardiography (2DSTE). Two different methods have been used to quantify myocardial strain by 2DSTE: *block matching* and *optical flow*. Both are present in commercially available echocardiographs. However, there is no consensus as to whether the longitudinal strain measures using these methods are overlapping.

Objective: To compare the longitudinal myocardial strain peak values obtained through 2DSTE using two different methods (*block matching* x *optical flow*).

Method: Strain measurements in 16 left ventricular myocardial segments were taken as recommended by the American Society of Echocardiography using *block matching* (Vivid 7, GE, Horten, Norway) and, immediately after, using *optical flow* (My Lab 60, Esaote, Florence, Italy) in a randomized way and their values were compared.

Results: There were 28 individuals aged 27.9 ± 7.7 , of whom 50% were male and all with an ejection fraction greater than 55%. Global longitudinal strain was higher using *block matching* ($p = 0.02$). In the analysis of the 16 segments, 10 segments had different values, especially the apical segments.

Conclusion: Longitudinal myocardial strain values obtained by different methods are not overlapping and must be used with caution. Normality values also vary according to the manufacturer and the method used. (Arq Bras Cardiol: Imagem cardiovasc. 2017;30(3):87-91)

Keywords: Echocardiography, Doppler/methods; Heart Diseases; Diagnostic Imaging; Image Processing Computer-Assisted/methods.

Full texts in English - <http://departamentos.cardiol.br/dic/publicacoes/revistadic/>

Correspondência: Renata Rejane Linhares •

Endereço: Rua Vergueiro, nº 7165, apto 173. CEP 04273-100, Vila Firmiano Pinto, São Paulo, SP - Brasil

E-mail: relinhars1977@gmail.com

Artigo recebido em 07/10/2016; revisado em 25/12/2016; aceito em 06/02/2017

DOI: 10.5935/2318-8219.20170019

Introdução

Avanços da ecocardiografia bidimensional permitiram a avaliação da deformação miocárdica, denominada *strain* miocárdico. Esta medida tem se tornado uma importante ferramenta na avaliação da função ventricular, em especial da performance sistólica do ventrículo esquerdo sendo o seu uso recomendado pelas últimas diretrizes da Sociedade Americana de Ecocardiografia e Associação Europeia de Imagem Cardiovascular.¹ A medida da deformação parece ter valor prognóstico melhor até do que a fração de ejeção na avaliação da função ventricular, sendo o seu uso cada vez mais frequente na prática da ecocardiografia nos dias de hoje.²

A medida da deformação miocárdica baseia-se na possibilidade do equipamento interpretar a variação de um comprimento do músculo cardíaco ao longo do ciclo cardíaco, podendo ser realizada nos seus eixos longitudinal, circunferencial, radial, e até mesmo de cisalhamento.³ Na prática diária, há mais robustez nas medidas do *strain* longitudinal por uma série de motivos: a menor variabilidade intra-observador e inter-observador; a possibilidade de detecção de disfunção subclínica, isto é, aquela não manifesta com queda dos valores da fração de ejeção ventricular esquerda, pois as fibras subendocárdicas são as primeiramente comprometidas e estão dispostas preferencialmente no eixo longitudinal do coração; e por fim a informação prognóstica consistente nas determinação dos valores do *strain* longitudinal.⁴

Diversas empresas de equipamento desenvolveram softwares para quantificar a deformação miocárdica a partir da imagem ecocardiográfica bidimensional, usando técnicas diferentes para sua obtenção. Uma delas é chamada *block matching* e outra *optical flow*. A primeira tecnologia é realizada por meio de uma varredura pontual, a qual utiliza uma região de interesse (ROI), de aproximadamente 40 pixels, e somente fornece dados médios transmuralis agrupados por segmentos, sem poder separar o endocárdio e o epicárdio. Já a segunda, *optical flow*, é uma tecnologia derivada da velocidade vetorial que utiliza a região de interesse (ROI), de aproximadamente 16 pixels, o que lhe permite acompanhar a deformação ventricular pela análise de regiões do miocárdio muito menores que aquelas examinadas com a varredura pontual.^{5,6}

A técnica do *Block-matching*,⁷ escolhe uma dada região da imagem (chamada de kernel) e procura, no próximo quadro, o grupo de pixels que mais se assemelha com o da região anterior. Quando o encontra, estabelece a nova posição para aquele *speckle*. O outro método, chamado de *Optical Flow*,⁸⁻¹¹ é baseado no princípio de conservação do valor de cinza. Esse princípio assume que um valor de cinza não se modifica em relação ao tempo, a não ser que esse pixel tenha se movimentado para outro local. Dessa forma é possível estimar o vetor de velocidade de cada pixel da imagem. Assim como no *Block-matching*, esse procedimento é repetido quadro a quadro para se obter um campo dinâmico de vetores de velocidade e, dessa forma, quantificar a deformidade miocárdica (*strain* e *strain rate*), a velocidade de movimentação do músculo e seu deslocamento através da análise vetorial.

Tais tecnologias estão incorporadas em ecocardiógrafos comercialmente disponíveis. No entanto, há poucas evidências sobre a equivalência das medidas obtidas por

estes métodos, tampouco sobre os valores de normalidades. Este estudo tem por objetivo comparar os valores do pico de *strain* longitudinal dos segmentos miocárdicos obtidos por meio da ecocardiografia bidimensional pelos dois diferentes métodos (*block matching* x *optical flow*).

Métodos

O estudo esteve em concordância com os princípios enunciados na Declaração de Helsinki, sendo o termo de consentimento livre e esclarecido assinado por todos os indivíduos.

Foram selecionados 28 voluntários hígidos e sem fatores de riscos cardiovasculares associados. Todos estavam em ritmo sinusal e não apresentavam imagem ecocardiográfica que inviabilizava a realização do exame. Os exames ecocardiográficos foram realizados pelo mesmo operador, um imediatamente ao outro de forma randomizada nos equipamentos GE Vivid 7® (Horten, Noruega) e Esaote MyLab60® (Florença, Itália). Seguiram-se as recomendações internacionais para a obtenção dos cortes apicais.¹ Para cada imagem foi obtida uma sequência de 3 ciclos consecutivos. A resolução temporal foi ajustada entre 40-80Hz para o equipamento GE e entre 40-64Hz para do equipamento Esaote. Após a aquisição dos cliques digitais, realizaram-se as medidas de *strain*. O software de análise do equipamento GE Vivid7® (*block matching*) foi o GE Echopac 6.1®, sendo feita a análise da velocidade de pico do *strain* sistólico nos 16 segmentos miocárdicos conforme recomendações internacionais.⁴ As imagens obtidas no equipamento Esaote MyLab60® (*optical flow*) foram analisadas de forma semelhante no software XStrain® (Figura 1).

Análise Estatística

As distribuições das variáveis contínuas foram expressas como média $\pm$ desvio padrão. As distribuições das variáveis nominais foram expressas em seus valores absolutos assim como frequências e/ou porcentagens.

Utilizou-se o teste t para a comparação das variáveis com distribuição paramétrica e o teste de Wilcoxon para aquelas com distribuição não paramétricas. As análises usaram testes bicaudais com nível de significância em $\alpha = 0,05$. O software para análise dos dados foi o Epi Info versão 3.5.2. (Atlanta, E.U.A.).

Resultados

Os 28 voluntários apresentavam idade média de $27,9 \pm 7,7$ anos, sendo 50% do sexo masculino e todos com fração de ejeção do ventrículo esquerdo superior a 55%.

Todos os 896 segmentos foram analisados. O valor médio do *strain* global longitudinal (em valores absolutos) foi maior quando obtido pela medida do *block matching* ($21,5 \pm 2,6\%$ vs $19,5 \pm 1,9\%$, $p = 0,02$). Quando comparados os 16 segmentos houve diferença do valor da medida em dez dos 16 segmentos, correspondendo a 62,5% dos segmentos analisados. Em nove dos dez segmentos com medidas diferentes, o valor obtido pela técnica de *optical flow* foi menor. Houve maior inconsistência das medidas nos segmentos apicais como demonstrado na Tabela 1.

Não houve diferença de valores quanto a gênero ou idade.

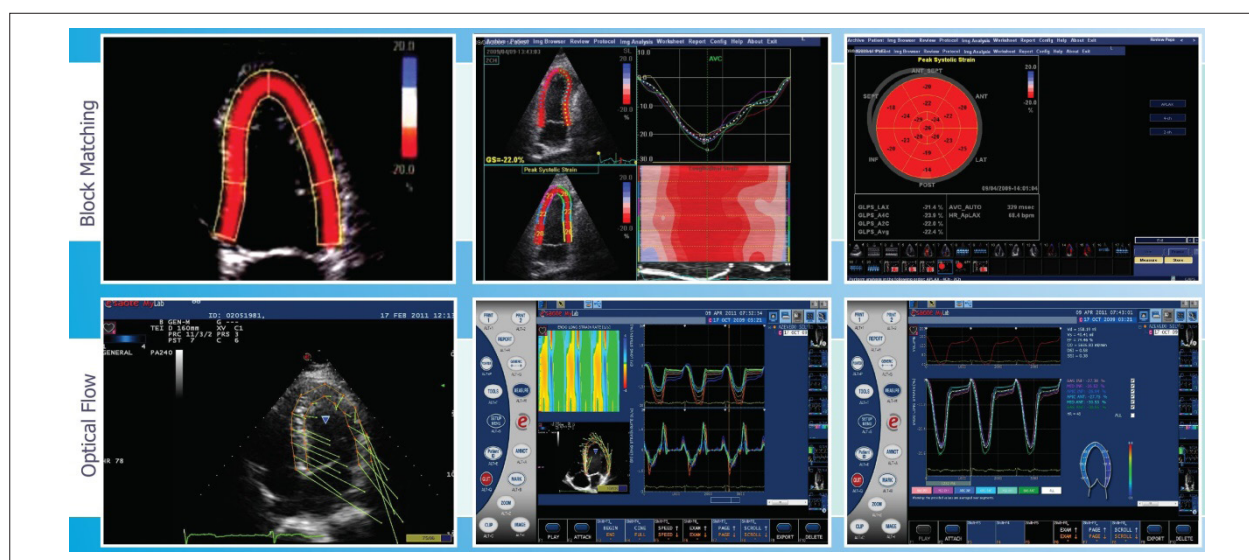


Figura 1 – Estudos com Ecocardiograma Bidimensional realizados para quantificação do strain sistólico longitudinal pelas técnicas do Block Matching da GE (painel superior) e Optical Flow da Esaote (painel inferior).

Tabela 1 – Valores do strain em cada segmento segundo as técnicas

Segmento	Valor de Pico SL(%) <i>block matching</i>	Valor de Pico SL (%) <i>optical flow</i>	p
Basal anterior	-18,9	-22,4	> 0,05
Basal inferior	-19,8	-16,7	< 0,05
Basal septal	-18,3	-18,1	> 0,05
Basal anterolateral	-18,1	-22,6	< 0,05
Basal inferolateral	-19,0	-17,3	> 0,05
Basal anterosseptal	-21,7	-18,2	< 0,05
Medial anterior	-21,5	-19,7	> 0,05
Medial inferior	-21,7	-18,2	< 0,01
Medial septal	-20,1	-19,5	> 0,05
Medial anterolateral	-20,7	-21,1	> 0,05
Medial inferolateral	-21,2	-18,2	< 0,05
Medial anterosseptal	-21,7	-18,4	< 0,01
Apical anterior	-25,5	-18,0	< 0,01
Apical inferior	-26,7	-22,2	< 0,01
Apical septal	-24,1	-21,6	< 0,05
Apical lateral	-24,4	-19,4	< 0,01

SL: strain longitudinal.

Discussão

O estudo demonstrou que em pacientes hígidos há diferença entre os valores do pico de strain longitudinal obtido por meio de duas técnicas distintas, com valor maior ocorrendo na técnica de optical flow. A avaliação ventricular é uma das aplicações mais importantes da ecocardiografia.

Na avaliação da função ventricular esquerda, a medida de strain longitudinal global é atualmente considerada

uma informação de grande valia diagnóstica e prognóstica. Nas últimas diretrizes americana/europeia¹ ficou determinado que este índice deve ser utilizado, sendo que os valores inferiores a -20% (deformação percentual do segmento > 20%) asseguram a ausência de disfunção sistólica, mesmo subclínica. Tal fato é concordante com nosso estudo pois este corte de valor encaixa-se com os dados obtidos. Desta forma, independentemente do método utilizado assegura-se uma informação de grande confiança.

Os softwares de medida do *strain* miocárdico são habitualmente validados por estudos experimentais com sonomicrometria ou pela ressonância magnética. No entanto, apesar desta validação, já se reconhece que diferentes softwares podem apresentar valores díspares e se faz necessário um esforço entre as empresas produtoras destes programas para que haja uma superposição dos valores obtidos.¹²

Farsalinos *et al.*¹³ estudaram 62 indivíduos e compararam os valores do *strain* longitudinal global utilizando 7 softwares distintos. De forma semelhante ao nosso estudo, os valores da deformação global longitudinal foram diferentes entre as técnicas de *block matching* e *optical flow*,¹³ com valores de cada um bastante semelhantes ao obtido em nosso estudo.

Uma possível explicação seria estados hemodinâmicos diferentes dos indivíduos estudados quando foram realizados os exames em diferentes ecocardiógrafos.¹⁴ Entretanto, o desenho do estudo não permite esta suposição, já que os exames foram feitos imediatamente um após o outro. Acreditamos que tais diferenças ocorram muito mais pelos diferentes algoritmos utilizados nos diferentes softwares.

Alguns estudos compararam os resultados do *strain* longitudinal obtidos pelas duas técnicas expostas de forma regional. Castel *et al.*,¹⁵ examinaram 57 pacientes com diversas cardiopatias e sete indivíduos comparando as duas técnicas, observando-se valores frequentemente diferentes quando confrontado segmento a segmento. A despeito de usar duas técnicas distintas, somente para as medidas derivadas da técnica de *block matching* utilizou-se o mesmo software deste estudo, sendo que a do *optical flow* foi mensurada por software diferente do XStrain®.

Semelhante ao estudo acima utilizando os mesmos programas de análise do *strain* miocárdico, Patrianakos *et al.*¹⁶ realizaram ecocardiograma com as duas técnicas em 32 indivíduos sem cardiopatias, tendo, no entanto, uma melhor relação dos valores de pico de *strain* sistólico segmento a segmento.¹⁶ Mais uma vez, o software de análise não foi o XStrain®.

Nas diretrizes ecocardiográficas mais recentes, que aborda a quantificação das câmaras cardíacas,¹ o comitê responsável descreve que há diferenças nos resultados devido à variabilidade inter-software de cada equipamento utilizado. Portanto recomenda-se que caso haja necessidade de realizar exames seguidos de cada paciente deve-se utilizar o equipamento e software de um único fornecedor

nas análises consecutivas, fato evidenciado neste estudo. Aconselhamos também, desde que possível, procurar realizar com o mesmo observador.

O presente estudo apresenta limitações tais como a baixa variabilidade dos valores de *strain*, pois todos os pacientes eram saudáveis com função ventricular sistólica dentro dos limites da normalidade e a impossibilidade de realização de exames seriados para aferir a reprodutibilidade das medidas.

Todavia, este estudo destaca-se por ser um dos poucos na literatura que comparou duas técnicas com softwares GE e Esaote.

Conclusão

Os valores de pico do *strain* sistólico longitudinal obtidos por métodos diferentes não são sobreponíveis e devem ser usados com cautela. Sendo assim, valores de normalidade também variam de acordo com o fabricante e o método utilizado.

Contribuição dos autores

Concepção e desenho da pesquisa Linhares RR, Silva CES, Monaco CG, Gil MA; Obtenção de dados: Linhares RR, Silva CES, Monaco CG, Gil MA; Análise e interpretação dos dados: Linhares RR, Barreto RBM, Silva CES, Peixoto LB, Cruz AP, Monaco CG, Gil MA; Análise estatística: Linhares RR, Barreto RBM, Silva CES, Le Bihan DCS, Peixoto LB, Cruz AP, Garcia LP; Redação do manuscrito: Linhares RR, Barreto RBM, Silva CES, Le Bihan DCS, Peixoto LB, Cruz AP, Garcia LP; Revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Linhares RR, Barreto RBM, Silva CES, Le Bihan DCS, Peixoto LB, Cruz AP, Garcia LP.

Potencial Conflito de Interesses

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.

Referências

1. Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, Afzalpoor J, Armstrong A, Erman 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.
2. Kalam K, Otahal P, Marwick TH. Prognostic implications of global LV dysfunction: a systematic review and meta-analysis of global longitudinal strain and ejection fraction. *Heart* 2014;100(21):1673-80.
3. Silva CES. Ecocardiografia: princípios e aplicações clínicas. 2nd ed. Rio de Janeiro: Revinter;2012.
4. 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.
5. Bussadori C, Moreo A, Di Donato M, De Chiara B, Negura D, Dall'Aglio E, et al. A new 2D-based method for myocardial velocity strain and strain rate quantification in a normal adult and paediatric population: assessment of reference values. *Cardiovasc Ultrasound*. 2009;7:8.

6. Perk G, Tunick PA, Kronzon I. Non-Doppler two-dimensional strain imaging by echocardiography--from technical considerations to clinical applications. *J Am Soc Echocardiogr.* 2007;20(3):234-43.
7. Langeland S, D'hooge J, Torp H, Bijmens B, Suetens P. Comparison of time-domain displacement estimators for two-dimensional RF tracking. *Ultrasound Med Biol* 2003;29(8):1177-86.
8. Horn BK, Schunk BG. Determining optical flow. *Artificial Intelligence.* 1981;17:185-203.
9. Mailloux G, Bleau A, Bertrand M, Petitclerc R. Computer analysis of heart motion from 2-dimensional echocardiograms. *IEEE Trans Biomed Eng* 1987;34(5):356-64.
10. Meunier J, Bertrand M, Mailloux G. Local myocardial deformation computed from speckle motion. *Proceedings of the IEEE Meeting on Computers in Cardiology*; 25-28 Aug 1988; Chicago(IL). *Computers in Cardiology.Proceedings*;1988;p.133-6.
11. Suhling M, Arigovindan M, Jansen C, Hunziker P, Unser M. Myocardial motion analysis from B-mode echocardiograms. *IEEE Trans Image Process* 2005; 14(4):525-36.
12. Voigt JU, Pedrizzetti G, Lysyansky P, Marwick TH, Houle H, Baumann R, et al. Definitions for a common standard for 2D speckle tracking echocardiography: consensus document of the EACVI/ASE/ Industry Task Force to standardize deformation imaging. *J Am Soc Echocardiogr.* 2015;28(2):183-93.
13. Farsalinos KE, Daraban AM, Unlu S, Thomas JD, Badano LP, Voigt JU. Head-to-head comparison of global longitudinal strain measurements among nine different vendors: The EACVI/ASE Inter-Vendor Comparison Study. *J Am Soc Echocardiogr.* 2015;28(10):1171-81,e2.
14. Yingchoncharoen T, Agarwal S, Popovic ZB, Marwick TH. Normal ranges of left ventricular strain: a meta-analysis. *J Am Soc Echocardiogr.* 2013;26(2):185-91.
15. Castel AL, Szymanski C, Delelis F, Levy F, Menet A, Mailliet A, et al. Prospective comparison of speckle tracking longitudinal bidimensional strain between two vendors. *Arch Cardiovasc Dis.* 2014;107(2):96-104.
16. Patrianakos AP, Zacharaki AA, Kalogerakis A, Solidakis G, Parthenakis FI, Vardas PE. Two-dimensional global and segmental longitudinal strain: are the results from software in different high-end ultrasound systems comparable? *Echo Res Pract.* 2015;2(1):29-39.