

Comparación entre Técnicas de Block-Matching y Optical Flow en el análisis del Strain por Ecocardiografía

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

Resumen

Introducción: Diferentes tecnologías han sido utilizadas para evaluar la función sistólica del ventrículo izquierdo. De particular interés, está la ecocardiografía con *strain* bidimensional (2DSTE). Dos métodos diferentes han sido usados para cuantificar la deformación miocárdica (*strain* miocárdico) por la 2DSTE: *block matching* y *optical flow*. Ambos están presentes en ecocardiógrafos comercialmente disponibles. Entre tanto, no hay consenso respecto a si las medidas del *strain* longitudinal por estos métodos son superponibles.

Objetivo: Comparar los valores de pico del *strain* miocárdico longitudinal obtenidos por medio de la 2DSTE por los dos diferentes métodos (*block matching* x *optical flow*).

Método: Fueron realizadas las medidas del *strain* en 16 segmentos miocárdicos del ventrículo izquierdo, según orientación de la Sociedad Americana de Ecocardiografía por la técnica del *block matching* (Vivid 7, GE, Horten, Noruega) e, inmediatamente después, por la técnica del *optical flow* (My Lab 60, Esaote, Florença, Itália) de forma randomizada y sus valores fueron comparados.

Resultados: Hubo 28 individuos con edad $27,9 \pm 7,7$ años, siendo 50% del sexo masculino y todos con fracción de eyección superior a 55%. La medida del *strain* longitudinal global fue mayor por la técnica de *block matching* ($p = 0,02$). En el análisis de los 16 segmentos, hubo 10 segmentos con valores diferentes, en especial los segmentos apicales.

Conclusión: Los valores del *strain* miocárdico longitudinal obtenidos por métodos diferentes no son superponibles y deben ser usados con cautela. Siendo así, valores de normalidad también varían de acuerdo con el fabricante y el método utilizado. (Arq Bras Cardiol: Imagem cardiovasc. 2017;30(3):87-91)

Palabras clave: Ecocardiografía Doppler/métodos; Cardiopatías; Diagnóstico por Imagen; Processamento de Imagen assistida por Computador /métodos.

Introducción

Avances de la ecocardiografía bidimensional permitieron la evaluación de la deformación miocárdica, denominada *strain* miocárdico. Esta medida se ha vuelto una importante herramienta en la evaluación de la función ventricular, en especial de la performance sistólica del ventrículo izquierdo siendo su uso recomendado por las últimas directrices de la Sociedad Americana de Ecocardiografía y Asociación Europea de Imagen Cardiovascular.¹ La medida de la deformación parece tener valor pronóstico mejor hasta que la fracción de eyección en la evaluación de la función ventricular, siendo su uso cada vez más frecuente en la práctica de la ecocardiografía en los días de hoy.²

La medida de la deformación miocárdica se basa en la posibilidad de que el equipo interprete la variación de un largo

del músculo cardíaco a lo largo del ciclo cardíaco, pudiendo ser realizada en sus ejes longitudinal, circunferencial, radial, y aun de cizallamiento.³ En la práctica diaria, hay más robustez en las medidas del *strain* longitudinal por una serie de motivos: la menor variabilidad intraobservador e interobservador; la posibilidad de detección de disfunción subclínica, esto es, aquella no manifestada con caída de los valores de la fracción de eyección ventricular izquierda, pues las fibras subendocárdicas son las primeramente comprometidas y están dispuestas preferencialmente en el eje longitudinal del corazón; y por fin la información pronóstica consistente en la determinación de los valores del *strain* longitudinal.⁴

Diversas empresas de equipo desarrollaron softwares para cuantificar la deformación miocárdica a partir de la imagen ecocardiográfica bidimensional, usando técnicas diferentes para su obtención. Una de ellas es llamada *block matching* y otra *optical flow*. La primera tecnología es realizada por medio de una barradura puntual, la cual utiliza una región de interés (ROI), de aproximadamente 40 *pixels*, y solamente provee datos medios transmuralmente agrupados por segmentos, sin poder separar el endocardio y el epicardio. La segunda, *optical flow*, es una tecnología derivada de la velocidad vectorial que utiliza la región de interés (ROI), de aproximadamente

Correspondencia: Renata Rejane Linhares •

Rua Vergueiro, nº 7165, apto 173. Código postal 04273-100, Vila Firmiano Pinto, São Paulo, SP – Brasil

E-mail: relinhares1977@gmail.com

Artículo recibido el 7/10/2016; revisado el 25/12/2016; aceptado el 6/2/2017

DOI: 10.5935/2318-8219.20170019

16 pixels, lo que le permite acompañar la deformación ventricular por el análisis de regiones del miocardio mucho menores que aquellas examinadas con la barradura puntual.^{5,6}

La técnica del *Block-matching*,⁷ elige una dada región de la imagen (llamada de kernel) y procura, en el próximo cuadro, el grupo de pixels que más se asemeja con el de la región anterior. Cuando lo encuentra, establece la nueva posición para aquel *speckle*. El otro método, llamado de *Optical Flow*,⁸⁻¹¹ es basado en el principio de conservación del valor de gris. Ese principio asume que un valor de gris no se modifica en relación al tiempo, a no ser que ese pixel se haya movido para otro lugar. De esa forma es posible estimar el vector de velocidad de cada pixel de la imagen. Así como en el *Block-matching*, ese procedimiento es repetido cuadro a cuadro para obtener un campo dinámico de vectores de velocidad y, de esa forma, cuantificar la deformidad miocárdica (*strain* y *strain rate*), la velocidad de movimiento del músculo y su desplazamiento por medio del análisis vectorial.

Tales tecnologías están incorporadas en ecocardiógrafos comercialmente disponibles. Mientras tanto, hay pocas evidencias sobre la equivalencia de las medidas obtenidas por estos métodos, tampoco sobre los valores de normalidades. Este estudio tiene por objetivo comparar los valores del pico de *strain* longitudinal de los segmentos miocárdicos obtenidos por medio de la ecocardiografía bidimensional por los dos diferentes métodos (*block matching* x *optical flow*).

Métodos

El estudio estuvo en concordancia con los principios enunciados en la Declaración de Helsinki, siendo el término de consentimiento libre y aclarado firmado por todos los individuos.

Fueron seleccionados 28 voluntarios sanos y sin factores de riesgo cardiovascular asociados. Todos estaban en ritmo sinusal y no presentaban imagen ecocardiográfica que inviabilizaba la realización del examen. Los exámenes ecocardiográficos fueron

realizados por el mismo operador, uno inmediatamente al otro de forma randomizada en los equipos GE Vivid 7® (Horten, Noruega) y Esaote MyLab60® (Florenzia, Italia). Se siguieron las recomendaciones internacionales para la obtención de los cortes apicales.¹ Para cada imagen fue obtenida una secuencia de 3 ciclos consecutivos. La resolución temporal fue ajustada entre 40-80Hz para el equipo GE y entre 40-64Hz para el equipo Esaote. Después de la adquisición de los clips digitales, se realizaron las medidas de *strain*. El software de análisis del equipo GE Vivid7® (*block matching*) fue el GE Echopac 6.1®, siendo hecho el análisis de la velocidad de pico del *strain* sistólico en los 16 segmentos miocárdicos según recomendaciones internacionales.⁴ Las imágenes obtenidas en el equipo Esaote MyLab60® (*optical flow*) fueron analizadas de forma semejante en el software XStrain® (Figura 1).

Análisis Estadístico

Las distribuciones de las variables continuas fueron expresadas como media ± desviación estándar. Las distribuciones de las variables nominales fueron expresadas en sus valores absolutos así como frecuencias y/o porcentajes.

Se utilizó el test t para la comparación de las variables con distribución paramétrica y el test de Wilcoxon para aquellas con distribución no paramétricas. Los análisis usaron tests bicaudales con nivel de significación en $\alpha = 0,05$. El software para análisis de los datos fue el Epi Info versión 3.5.2. (Atlanta, EEUU.).

Resultados

Los 28 voluntarios presentaban edad media de $27,9 \pm 7,7$ años, siendo 50% del sexo masculino y todos con fracción de eyección del ventrículo izquierdo superior a 55%.

Todos los 896 segmentos fueron analizados. El valor medio del *strain* global longitudinal (en valores absolutos) fue mayor cuando fue obtenido por la medida del *block matching*

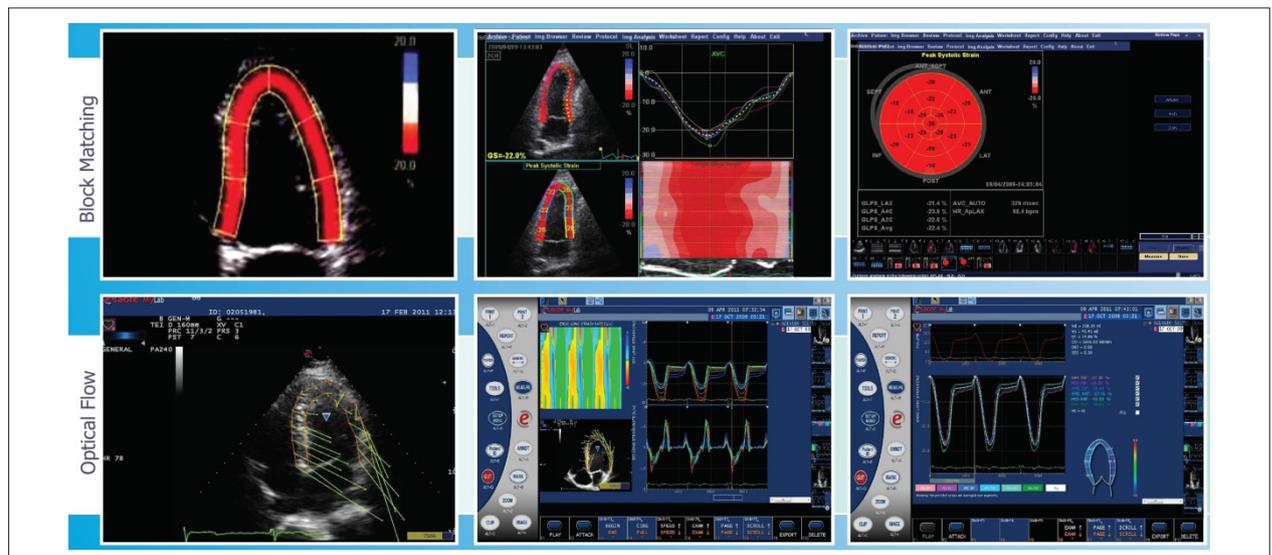


Figura 1 – Estudios con Ecocardiograma Bidimensional realizados para cuantificación del strain sistólico longitudinal por las técnicas del Block Matching de la GE (panel superior) y Optical Flow de la Esaote (panel inferior).

($21,5 \pm 2,6\%$ vs $19,5 \pm 1,9\%$, $p = 0,02$). Cuando fueron comparados los 16 segmentos hubo diferencia del valor de la medida en 10 de los 16 segmentos, correspondiendo a 62,5% de los segmentos analizados. En 9 de los 10 segmentos con medidas diferentes, el valor obtenido por la técnica de *optical flow* fue menor. Hubo mayor inconsistencia de las medidas en los segmentos apicales como es demostrado en la Tabla 1.

No hubo diferencia de valores respecto a género o edad.

Discusión

El estudio demostró que en pacientes sanos hay diferencia entre los valores del pico de *strain* longitudinal obtenido por medio de dos técnicas distintas, con valor mayor ocurriendo en la técnica de *optical flow*. La evaluación ventricular es una de las aplicaciones más importantes de la ecocardiografía.

En la evaluación de la función ventricular izquierda, la medida de *strain* longitudinal global es actualmente considerada una información de gran valor diagnóstico y pronóstico. En las últimas directrices americanas/europeas¹ quedó determinado que este índice debe ser utilizado, siendo que los valores inferiores a -20% (deformación porcentual del segmento > 20%) aseguran la ausencia de disfunción sistólica, aun subclínica. Tal hecho es concordante con nuestro estudio pues este corte de valor encaja con los datos obtenidos. De esta forma, independientemente del método utilizado se asegura una información de gran confianza.

Los softwares de medida del *strain* miocárdico son habitualmente validados por estudios experimentales con sonomicrometría o por la resonancia magnética. Mientras tanto, a pesar de esta validación, ya se reconoce que diferentes softwares pueden presentar valores dispares y se hace necesario un esfuerzo

entre las empresas productoras de estos programas para que haya una superposición de los valores obtenidos.¹²

Farsalinos *et al.*¹³ estudiaron 62 individuos y compararon los valores del *strain* longitudinal global utilizando 7 softwares distintos. De forma semejante a nuestro estudio, los valores de la deformación global longitudinal fueron diferentes entre las técnicas de *block matching* y *optical flow*,¹³ con valores de cada uno bastante semejantes al obtenido en nuestro estudio.

Una posible explicación serían estados hemodinámicos diferentes de los individuos estudiados cuando fueron realizados los exámenes en diferentes ecocardiógrafos.¹⁴ Entre tanto, el diseño del estudio no permite esta suposición, ya que los exámenes fueron hechos inmediatamente uno después del otro. Creemos que tales diferencias ocurran mucho más por los diferentes algoritmos utilizados en los diferentes softwares.

Algunos estudios compararon los resultados del *strain* longitudinal obtenidos por las dos técnicas expuestas de forma regional. Castel *et al.*,¹⁵ examinaron 57 pacientes con diversas cardiopatías y 7 individuos comparando las dos técnicas, observando valores frecuentemente diferentes cuando fue confrontado segmento a segmento. A despecho de usar dos técnicas distintas, solamente para las medidas derivadas de la técnica de *block matching* se utilizó el mismo software de este estudio, siendo que la del *optical flow* fue medida por software diferente del XStrain®.

Semejante al estudio encima utilizando los mismos programas de análisis del *strain* miocárdico, Patrianakos *et al.*¹⁶ realizaron ecocardiograma con las dos técnicas en 32 individuos sin cardiopatías, teniendo, mientras tanto, una mejor relación de los valores de pico de *strain* sistólico

Tabla 1 – Valores del *strain* en cada segmento según las 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 anteroseptal	-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 anteroseptal	-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.

segmento a segmento.¹⁶ Una vez más, el software de análisis no fue el XStrain®.

En las directrices ecocardiográficas más recientes, que aborda la cuantificación de las cámaras cardíacas,¹ el comité responsable describe que hay diferencias en los resultados debido a la variabilidad inter-*software* de cada equipo utilizado. Por lo tanto se recomienda que en caso de que haya necesidad de realizar exámenes seguidos de cada paciente se debe utilizar el equipo y software de un único proveedor en los análisis consecutivos, hecho evidenciado en este estudio. Aconsejamos también, desde que sea posible, procurar realizarlo con el mismo observador.

El presente estudio presenta limitaciones tales como la baja variabilidad de los valores de *strain*, pues todos los pacientes eran sanos con función ventricular sistólica dentro de los límites de la normalidad y la imposibilidad de realización de exámenes seriados para medir la reproductibilidad de las medidas.

Sin embargo, este estudio se destaca por ser uno de los pocos en la literatura que comparó dos técnicas con softwares GE y Esaote.

Conclusión

Los valores de pico del *strain* sistólico longitudinal obtenidos por métodos diferentes no son superponibles y deben ser usados con cautela. Siendo así, valores de normalidad también varían de acuerdo con el fabricante y el método utilizado.

Referencias

- Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, Afilalo J, Armstrong A, Ermande 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.
- 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.
- Silva CES. *Ecocardiografia: princípios e aplicações clínicas.* 2nd ed. Rio de Janeiro: Revinter;2012.
- 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.
- Bussadori C, Moreo A, Di Donato M, De Chiara B, Negura D, Dall'Agglio 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.
- 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.
- 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.
- Horn BK, Schunk BG. Determining optical flow. *Artificial Intelligence.*1981;17:185-203.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.

Contribución de los autores

Concepción y diseño de la investigación Linhares RR, Silva CES, Monaco CG, Gil MA; Obtención de datos: Linhares RR, Silva CES, Monaco CG, Gil MA; Análisis e interpretación de los datos: Linhares RR, Barreto RBM, Silva CES, Peixoto LB, Cruz AP, Monaco CG, Gil MA; Análisis estadístico: Linhares RR, Barreto RBM, Silva CES, Le Bihan DCS, Peixoto LB, Cruz AP, Garcia LP; Redacción del manuscrito: Linhares RR, Barreto RBM, Silva CES, Le Bihan DCS, Peixoto LB, Cruz AP, Garcia LP; Revisión crítica del manuscrito respecto al contenido intelectual importante: Linhares RR, Barreto RBM, Silva CES, Le Bihan DCS, Peixoto LB, Cruz AP, Garcia LP.

Potencial Conflicto de Intereses

Declaro no haber conflicto de intereses pertinentes.

Fuentes de Financiamiento

El presente estudio no tuvo fuentes de financiamiento externas.

Vinculación Académica

No hay vinculación de este estudio a programas de posgrado.

Artículo Original
