

## Medidas del Strain Longitudinal Endocárdico y Epicárdico por la Técnica del Xstrain®: ¿Existen Diferencias entre sus Valores?

Renata Rejane Linhares<sup>1,2</sup>, Ane Caroline Marques de Paula<sup>2</sup>, Luciana Braz Peixoto<sup>2</sup>, Claudia G. Monaco<sup>1</sup>, Manuel A. Gil<sup>1</sup>, Luiz Darcy C. Ferreira<sup>1</sup>, Carlos E. S. Silva<sup>1,2</sup>, Juarez Ortiz<sup>1</sup>.

OMNI-CCNI Medicina Diagnóstica<sup>1</sup>, São Paulo; DASA - Diagnósticos da América<sup>2</sup>, São Paulo, SP - Brasil

### Resumen

**Fundamento:** La ecocardiografía puede evaluar la función ventricular de diversas maneras: por la medida de la fracción de eyección ventricular, por el análisis visual de la contractilidad, o por la cuantificación de la deformidad miocárdica. *Strain* es la variable preferida para la descripción de la función local.

**Objetivo:** Comparar los valores del *strain* longitudinal endocárdico y epicárdico del ventrículo izquierdo por la técnica del Xstrain® en voluntarios saludables.

**Material y métodos:** Fueron evaluados 32 pacientes hígidos con edad promedio de  $31,6 \pm 9,8$  años, siendo 18 masculinos (56%). Utilizamos el ecocardiógrafo modelo MyLab60® de la Esaote (Florenzia, Italia) con sonda multi-frecuencial (1,5 MHz a 2,6 MHz), y programa de computador para realización de las nuevas técnicas ecocardiográficas (MyLab Desk, v 8.0, Esaote). Se midió el *strain* en las capas endocárdica y epicárdica a los cortes apicales de 2, 3 y 4 cámaras.

**Resultados:** Se observó diferencia estadística entre los valores de *strain* longitudinal endocárdico y *strain* longitudinal epicárdico en todos los segmentos estudiados ( $p < 0,01$ ).

**Conclusión:** Los valores del *strain* longitudinal son diferentes en las capas endocárdica y epicárdica del ventrículo izquierdo.

**Palabras clave:** Contracción Miocárdica; Ecocardiografía; Disfunción Ventricular; Volumen Sistólico; Corazón/fisiopatología.

La evaluación de la función ventricular es una de las aplicaciones más importantes de la ecocardiografía. El grado de disfunción ventricular es un potente predictor de evolución clínica para un gran espectro de enfermedades cardiovasculares. La ecocardiografía puede evaluar la función ventricular de diversas maneras: por la medida de la fracción de eyección ventricular, por el análisis visual de la contractilidad, o por la cuantificación de la deformidad miocárdica. Esta última puede ser hecha por diversas técnicas (*speckle tracking* y *velocity vector imaging*, para cuantificar el *strain rate* y el *strain* miocárdico).

El concepto de *strain* significa la deformación de un tejido cuando a él es aplicada una determinada fuerza, expresando así la dinámica local del desempeño miocárdico<sup>1</sup>. Durante cada etapa del ciclo cardíaco el miocardio sufre una deformación en relación a su dimensión inicial, sus fibras pueden sufrir acortamiento (deformación negativa) o estiramiento (deformación positiva).

El *strain rate* mide la velocidad de deformación del tejido en relación al tiempo (es la tasa de deformidad), mientras el *strain* miocárdico representa el porcentual de deformación

de un dado segmento y es obtenido por medio de la integral del valor del *strain rate*<sup>2,3</sup>. El valor normal del porcentual de deformidad sistólica longitudinal de pico (*strain* longitudinal) es superior al  $18\% \pm 2^4$ .

*Strain* es la variable preferida para la descripción de la función local. Aunque exista un gran número de estudios experimentales y clínicos utilizando la tasa de deformidad (*strain rate*) y el *strain* miocárdico, pocos estudios abordaron la medición simultánea de la deformidad en las dos capas miocárdicas (epicardio y endocardio)<sup>5</sup>.

*Velocity Vector Imaging* (VVI) es un nuevo método de calcular la deformación miocárdica, y fue incorporado por algunos fabricantes de eco-cardiógrafos con diferentes nombres. En nuestro estudio estamos utilizando el Xstrain del fabricante italiano Esaote. Posibilita medir la deformación bidimensional por barradura puntual, siguiendo algoritmos que analizan el margen endocárdico o epicárdico<sup>6,7</sup>.

La evaluación automática de la velocidad en un punto específico del miocardio es obtenida de la conformación del desplazamiento de la imagen alrededor de tal punto en dos cuadros consecutivos. La velocidad es calculada como el cociente entre el desplazamiento y el intervalo de tiempo transcurrido.

Esta técnica permite el acompañamiento y el análisis independiente del endocardio y del epicárdico, seleccionando cada uno de los segmentos que serán estudiados, además de evaluar el gradiente fisiológico de contractilidad del VE

Correspondencia: Carlos Eduardo Suaide Silva •  
Rua Cubatão, 726, 04013-002, São Paulo - SP- BR  
E-mail: csuaide@cardiol.br  
Artículo recibido el 02/12/2013; acepto el 13/12/2013

que existe entre esas dos capas<sup>2</sup>. A partir de esta nueva técnica, evaluamos pacientes saludables a fin de observar las diferencias de deformidad entre el endocardio y el epicardio.

### Objetivo

Comparar los valores del *strain* longitudinal endocárdico y epicárdico del ventrículo izquierdo por la técnica del Xstrain® en voluntarios saludables.

### Material y métodos

Fueron evaluados 32 pacientes hígidos con edad promedio de  $31,6 \pm 9,8$  años, siendo 18 masculinos (56%).

Utilizamos el eco-cardiógrafo modelo MyLab60® de la Esaote (Florenca, Italia) con sonda multi-frecuencial (1,5 MHz a 2,6 MHz) y programa de computador para realización de las nuevas técnicas eco-cardiográficas (MyLab Desk, v 8.0, Esaote). Las imágenes fueron recolectadas en la sala de examen y el análisis fue realizado posteriormente en estación de trabajo (Figuras 1 a 3).

Se midió el *strain* en las capas endocárdica y epicárdica a los cortes apicales de 2, 3 y 4 cámaras (segmentos basal, medio y apical de las paredes septal, lateral, inferior, anterior, posterior y anteroseptal), totalizando 1.152 segmentos analizados.

Las medidas del *strain* longitudinal epicárdico fueron comparadas con las del endocárdico en cada uno de los segmentos. En seguida fue hecho el promedio de los valores por segmento. El análisis estadístico fue hecho por medio del

test *t* de Student y fijamos el valor del error alfa en el 0,05 o el 5%.

### Resultados

Se observó diferencia estadística entre los valores de *strain* longitudinal endocárdico (SLEndo) y *strain* longitudinal epicárdico (SLEpi) en todos los segmentos estudiados (todos con  $p < 0,01$ ), aunque con comportamientos diferentes: en los segmentos basales y medios el SLEndo fue menor que el SLEpi (-19,1% x 26,0% y -19,5% x 22,2%), al contrario de lo observado en la región apical donde el SLEndo fue mayor (-23,1% x -15,9%). Los valores medios del *strain* en cada segmento están presentados en la Figura 4.

### Discusión

Los manojos musculares que forman las paredes ventriculares poseen una disposición circunferencial en el mesocardio, mientras en el epicardio y en el endocardio están orientadas en sentido predominantemente longitudinal. La arquitectura de las fibras miocárdicas, junto con los movimientos de rotación y torsión del ventrículo izquierdo, contribuye para generar los gradientes de contracción y relajación a lo largo del ciclo cardíaco<sup>8,9</sup>.

Se cree que, en un corazón normal, la deformación longitudinal sub-endocárdica es mayor que la sub-epicárdica, y la explicación fisiopatológica para esto puede estar en la compleja orientación de las fibras miocárdicas y en las características del tejido no compresivo<sup>2</sup>. En condiciones normales durante la sístole ventricular, las fibras longitudinales

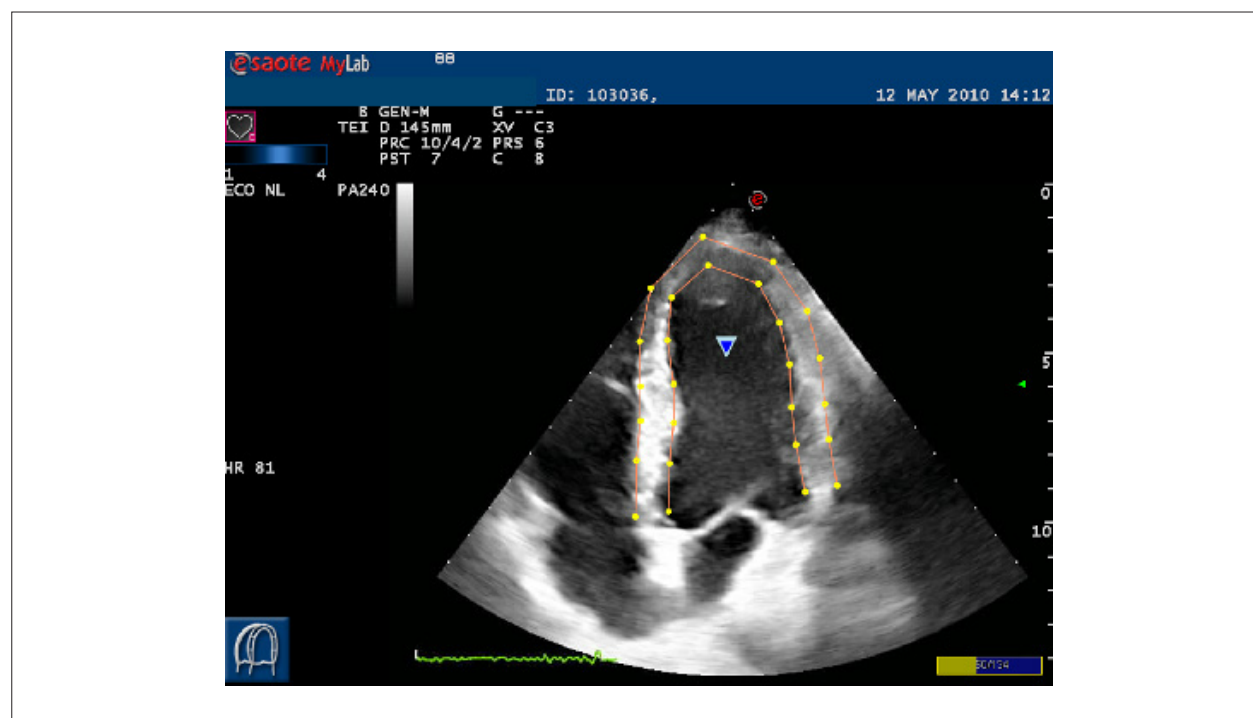


Figura 1 - Ejemplo de demarcación de los puntos de referencia a partir de los cuales fueron trazados los vectores de intersección con el endocardio y el epicardio.

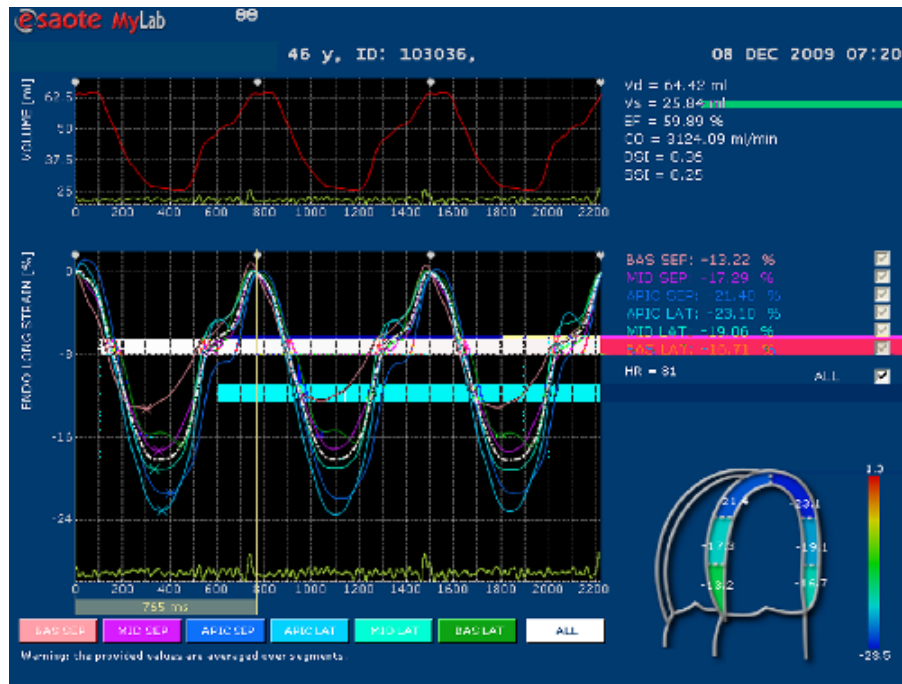


Figura 2 - Curvas del strain endocárdico longitudinal en el corte de 4 cámaras.

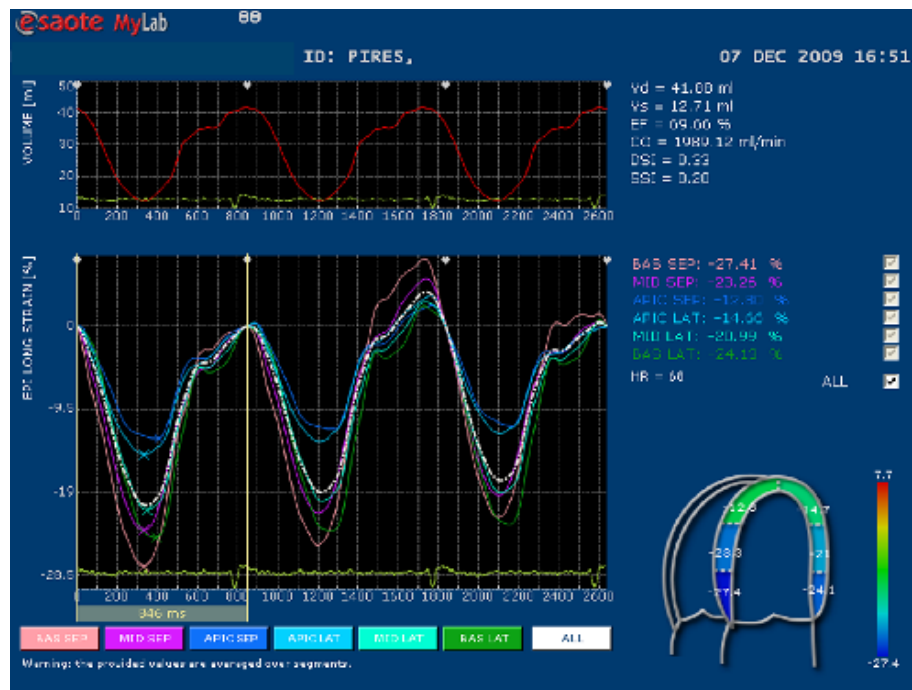


Figura 3 - Curvas del strain epicárdico longitudinal en el corte de 4 cámaras.

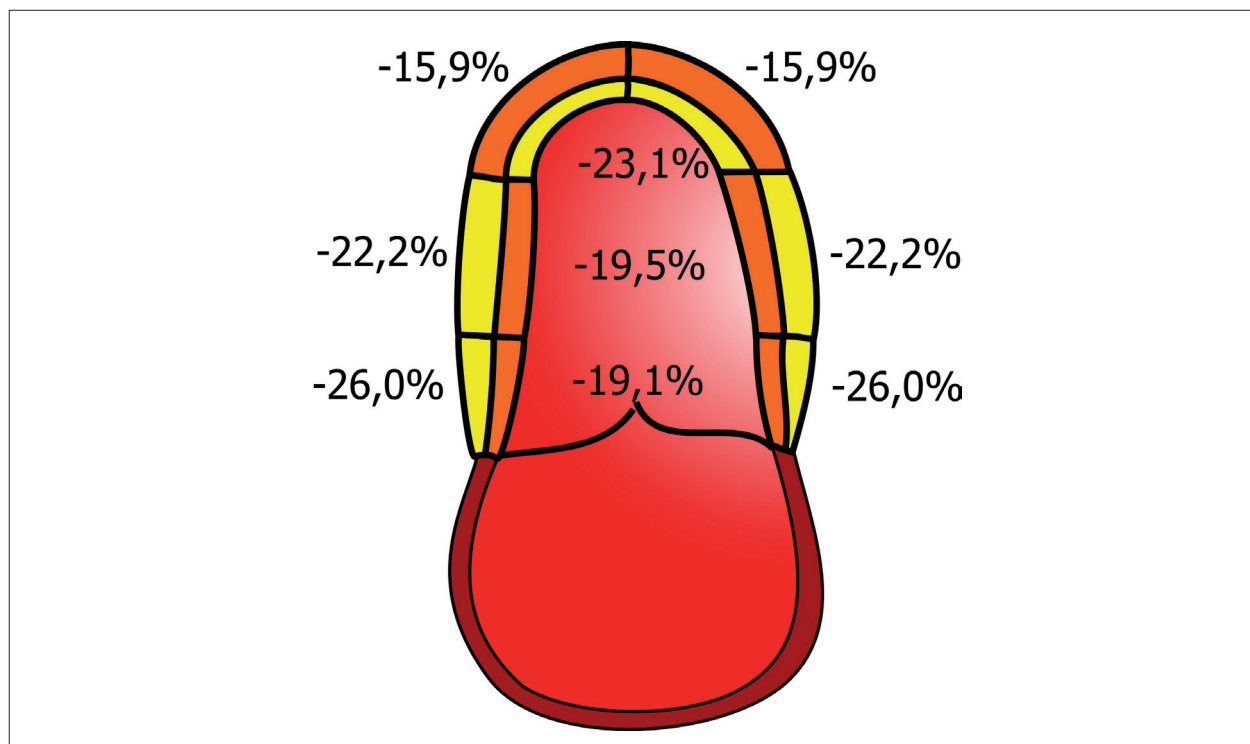


Figura 4 - Valores medios del strain longitudinal endocárdico y epicárdico en los diferentes segmentos estudiados.

se acortan hasta el ápice y engruesan en sentido radial, mientras las fibras transversales convergen para el centro, reduciendo la cavidad ventricular<sup>5</sup>.

Ese gradiente entre las capas endocárdica y epicárdica fue demostrado por resonancia magnética cardíaca y puede ser evidenciado nítidamente con la técnica de análisis de la velocidad vectorial.

Esta técnica también puede ser utilizada en las varias enfermedades cardíacas y se debe atender para la diferencia del movimiento de las tres capas dependiendo de la localización regional en el miocardio (región basal o apical). Matre et al<sup>5</sup>, evaluaron la diferencia de la movilidad induciendo isquemia en la arteria descendente anterior en el corte radial en corazones de cerdos con circulación extracorpórea.

Di Bella et al<sup>10</sup>, utilizaron la técnica de *strain* para estudiar 11 pacientes con amiloidosis cardíaca y el mismo número de pacientes con cardiomiopatía hipertrófica, todos con clase funcional < II por la New York Heart Association (NYHA). Los autores evaluaron la deformación longitudinal, circunferencial y radial entre los pacientes de los dos grupos y observaron comprometimiento de los *strain* epicárdico y endocárdico a pesar de la fracción de eyección normal, siendo un comprometimiento mayor de la capa epicárdica por el análisis circunferencial en portadores de amiloidosis cardíaca<sup>10</sup>.

Leitman et al<sup>11</sup>, evaluaron por el método del *speckle tracking* el *strain* longitudinal y circunferencial, de las tres capas cardíacas, en 20 pacientes normales, por medio de la ecocardiografía, y observaron que el *strain* longitudinal y

el circunferencial son mayores en el endocardio y menores en el epicardio; también observaron, como nosotros, que el *strain* longitudinal del endocardio y del mesocardio es mayor en el ápice y menor en la base, sin embargo no observaron diferencias del *strain* epicárdico longitudinal, al contrario de nuestros hallazgos<sup>11</sup>.

La técnica de velocidad vectorial puede estudiar, de forma independiente, el endocardio y el epicardio, por eso permite estudiar el llamado "esqueleto septal". Los dos márgenes del septo interventricular son formados por fibras miocárdicas con diferentes orientaciones espaciales, pertenecientes a diferentes componentes del rango miocárdico helicoidal ventricular, además de presentar un distinto estándar de deformación longitudinal límite entre el septo derecho y el izquierdo, visible en los preparados anatómicos como en las proyecciones ecocardiográficas<sup>2,7</sup>.

Las fibras septales izquierdas pertenecen al segmento descendiente de la hélice interna que cubre casi toda la porción izquierda del septo, y están orientadas en sentido anterosuperior. La porción derecha es formada por el segmento ascendente de la hélice interna, por la región posterior, mientras en la porción anterior está ligada a la hélice externa, que se une a la vía de salida del ventrículo derecho: todas las fibras tienen un trayecto rectilíneo.

La pared lateral del ventrículo derecho es formada por fibras dispuestas casi que exclusivamente en sentido longitudinal, así como en la porción derecha del septo interventricular. Esta característica del arreglo de las fibras hace con que, en el septo derecho (que corresponde a la porción epicárdica en

nuestros hallazgos), los valores de deformación longitudinal sean siempre mayores que los de los septo izquierdo<sup>7</sup>.

Creemos que los valores observados en el epicardio basal y medio hayan sido mayores que los del endocardio por estar, de hecho, midiendo la deformidad de fibras longitudinales, mientras en el endocardio medimos un mixto de fibras longitudinales y transversales. Ya en la porción apical el valor mayor del *strain* endocárdico puede ser explicado por el movimiento de rotación cardíaca, que es mucho mayor en esta región.

## Referencias

1. Mirsky I, Parmley W. Assessment of passive elastic stiffness for isolated heart muscle and the intact heart. *Circ Res.*1973;33(2):233-43.
2. Cianciulli T, Prezioso H, Lax J. Ecocardiografía: novas técnicas. Rio de Janeiro:Revinter;2012.
3. Silva CES. Ecocardiografía: princípios e aplicações clínicas. Rio de Janeiro:Revinter;2012.
4. Mor-Avi V, Lang RM, Badier, Belohlavek M, Cardim, NMD, et al. Expert consensus statement. Current and evolving echocardiographic techniques for the quantitative evaluation of cardiac mechanics : ASE/EAE Consensus Statement on Methodology and Indications. *J Am Soc Echocardiogr.*2011;24(3):277-313.
5. Matre K, Moen C A, Fanelop T, Dahle G O, Grong K. Multilayer radial systolic strain can identify subendocardial ischemia: an experimental tissue Doppler imaging study of the porcine left ventricular wall. *Eur J Echocardiogr.*2007;8(6):420-30.
6. Jurcut R, Pappas CJ, Masci PG, Hermots L, Szulik M, Borgaert J, et al. Detection of regional myocardial dysfunction in patients with acute myocardial infarction using velocity vector imaging. *J Am Soc Echocardiogr.*2008;21(8):879-86.
7. Kim KH, Park JC, Yoon NS, Hong YJ, Park HW. Usefulness of aortic strain analysis by velocity vector imaging as a new echocardiographic measure of arterial stiffness. *J Am Soc Echoacardiogr.*2009;22(12):1382-8.
8. Kocica MJ, Corno AF, Carreras-Costa F, Ballester-Rodes M, Moghbel MC, Cueva CN, et al. The helical ventricular myocardial band: global, three-dimensional, functional architecture of the ventricular myocardium. *Eur J Cardiothorac Surg.*2006;29(Suppl 1):S21-40.
9. Torrent Guasp F. La mecánica agonista-antagonista de los segmentos descendente y ascendente de la banda miocárdica ventricular. *Rev Esp Cardiol.*2001;54(9):1091-102.
10. Di Bella G, Minutoli F, Pingitore A, Zito C, Mazzeo A, Aquaro G D, et al. Endocardial and epicardial deformations in cardiac amyloidosis and hypertrophic cardiomyopathy. *Circ J.*2011;75(5):1200-8.
11. Leitman M, Lysiansky M, Lysiansky P, Friedman Z, Tyomkin V, Fuchs T, et al. Circumferential and longitudinal strain in 3 myocardial layers in normal subjects and in patients with regional left ventricular dysfunction. *J Am Soc Echocardiogr.*2010;23(1):64-70.

## Conclusión

El ventrículo izquierdo es compuesto de tres capas. Hace poco tiempo, apenas la resonancia magnética era el método no invasivo capaz de realizar la evaluación de cada una. Actualmente, por la técnica del *Xstrain*, conseguimos evaluar individualmente las capas epicárdica y endocárdica. Nuestro trabajo evaluó individuos saludables, los resultados demostraron que los valores de *strain* longitudinal son diferentes en las capas endocárdica y epicárdica del ventrículo izquierdo.