Evaluación de la deformación longitudinal global y segmentaria del ventrículo derecho con ecocardiografía bidimensional speckle-tracking con la elevación de las piernas

Evaluation of the global longitudinal strain and segmental strain of the right ventricle with two-dimensional speckle-tracking echocardiography with elevation of the legs

Zaira Y. García-López^{1*} y Jesús Vargas-Barrón²

¹Departamento de Hospitalización, Unidad Médica de Alta Especialidad, Hospital de Cardiología del Centro Médico Nacional Siglo XXI, IMSS;

²Departamento de Ecocardiografía, Instituto Nacional de Cardiología Dr. Ignacio Chávez, Ciudad de México, México

Resumen

Introducción y objetivos: La ecocardiografía speckle-tracking (EST) ha mostrado su utilidad en la evaluación del ventrículo derecho (VD) en sujetos sanos y en hipertensión pulmonar. Se desconoce si esta técnica es sensible para evaluar el VD en sujetos sanos con aumento en la precarga. **Método:** Se evaluaron sujetos consecutivos sin evidencia de enfermedad cardiopulmonar. Se realizó EST con equipo General Electric Vivid 7®. La deformación longitudinal segmentaria (DLS) y la deformación longitudinal global (DLG) del VD se determinaron en reposo y con incremento en la precarga mediante la elevación de las piernas a 45°. **Resultados:** Analizamos 31 sujetos, 16 hombres y 15 mujeres. Edad: 16-53 años. Basal de la pared libre del VD: -29.1 ± 3.3 vs. $-32.7 \pm 5.5\%$, $p = 0.0002$. Medio de la pared libre del VD: -28.6 ± 6.4 vs. $-31.5 \pm 4.9\%$, $p = 0.001$. Apical de la pared libre del VD: -21.9 ± 6.5 vs. -23.3 ± 6.1 , $p = 0.118$. Basal septum inferior: -19.40 ± 3.2 vs. $-18.9 \pm 3.0\%$, $p = 0.204$. Medio septum inferior: -19.3 ± 3.2 vs. $-19 \pm 3.1\%$, $p = 0.249$. Apical septal $-17.1\% \pm 5.1$ vs. -17 ± 5.4 , $p = 0.457$. DLG del VD: -23.06 ± 3.4 vs. $-24.5 \pm 2.9\%$, $p = 0.002$. CCI: 0.773, IC 95%: 0.534-0.890, $p < 0.001$. **Conclusiones:** El método fue sensible para detectar diferencias en la DLG y DLS basal y media de la pared libre del VD.

Palabras clave: Ecocardiografía speckle-tracking. Deformación longitudinal segmentaria. Ventrículo derecho. Precarga. Deformación longitudinal global. Elevación de las piernas. México.

Abstract

Introduction: Speckle-tracking echocardiography has shown its usefulness in the evaluation of the right ventricle (RV) in healthy subjects and in pulmonary hypertension. It is unknown whether this technique could be sensitive to assess healthy RV with increases in preload. **Methods:** Consecutive subjects were studied without evidence of cardiopulmonary disease. They underwent speckle-tracking echocardiography in General Electric Vivid 7® equipment. The "segmental longitudinal strain" (SLS)

Correspondencia:

*Zaira Yadira García-López

Av. Cuauhtémoc, 330

Col. Doctores, Del. Cuauhtémoc

C.P. 06720, Ciudad de México, México

E-mail: z_garcia75@hotmail.com

Fecha de recepción: 13-04-2018

Fecha de aceptación: 10-10-2018

DOI: 10.24875/ACM.M19000001

Disponible en internet: 19-03-2019

Arch Cardiol Mex. 2019;89(1):20-24

www.archivoscardiologia.com

1405-9940 © 2019 Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez. Publicado por Permayer México SA de CV. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

and “global longitudinal strain” (GLS) of the RV was determined at rest and with an increase in the preload through elevation the legs to 45°. **Results:** We analyzed 31 subjects, 16 men and 15 women, aged 16-53 years, in which were measured SLS and GLS. Basal of the RV free wall: -29.1 ± 3.3 versus $-32.7 \pm 5.5\%$, $p = 0.0002$. Mid of the RV free wall: -28.6 ± 6.4 versus $-31.5 \pm 4.9\%$, $p = 0.001$. Apical of the free wall of the RV: -21.9 ± 6.5 versus $-23.3 \pm 6.1\%$, $p = 0.118$. Basal inferoseptum: -19.40 ± 3.2 versus $-18.9 \pm 3.0\%$, $p = 0.204$. Mid inferoseptum: -19.3 ± 3.2 versus $-19 \pm 3.1\%$, $p = 0.249$. Apical septum: -17.1 ± 5.1 versus $-17 \pm 5.4\%$, $p = 0.457$. GLS of the RV: -23.06 ± 3.4 versus $-24.5 \pm 2.9\%$, $p = 0.002$. ICC: 0.773, 95% CI: 0.534-0.890, $p < 0.001$. **Conclusions:** This method was sensitive to detect differences in the GLS and SLS basal and mid of the RV free wall.

Key words: Speckle-tracking echocardiography. Segmental longitudinal strain. Right ventricle. Preload. Global longitudinal strain. Elevation of the Legs. México.

Introducción

El ecocardiograma es un procedimiento no invasivo para estimar la morfología y función del corazón; la ecocardiografía *speckle-tracking* (EST) bidimensional (2D) es una técnica ecocardiográfica que se utiliza como herramienta para medir la deformación longitudinal, circunferencial, radial y global de ambos ventrículos¹⁻³. La EST utiliza marcadores acústicos naturales que son motas vistas en las imágenes en modo 2D, en escala de grises, como consecuencia de la retrodispersión aleatoria de los pulsos sonoros en un plano tisular explorado por ecografía, de estructuras más pequeñas que la longitud de onda del ultrasonido⁴. Con esta tecnología el ruido aleatorio se filtra, da seguimiento y análisis preciso cuadro a cuadro de estas motas. La ventaja con relación a otras técnicas ecocardiográficas son: su alta resolución espacial y temporal, que es independiente del ángulo de incidencia del haz sonoro (lo que permite analizar segmentos que están fuera de alineación paralela con el haz ultrasónico), su disponibilidad, asequibilidad, portabilidad y seguridad. Principios que son similares a los utilizados en la resonancia magnética⁵.

La EST permite una rápida y exacta evaluación de la función miocárdica, el *Strain* ϵ describe la deformación del miocardio, es decir, el cambio fraccional en la longitud de un segmento de miocardio. No tiene unidad y generalmente se expresa como porcentaje (%), puede tener valores positivos o negativos que reflejan alargamiento o acortamiento respectivamente. El término «deformación global» o más precisamente «deformación longitudinal global» o «deformación circunferencial global» generalmente se refiere a los componentes longitudinales o circunferenciales promedio de la deformación en todo el miocardio, que se puede aproximar por los componentes de deformación segmentaria promedio en segmentos individuales de la pared del miocardio. Los valores de la deformación se pueden

expresar para cada segmento (deformación segmentaria, DLS) o como valor promedio para todos los segmentos (deformación global, DLG)⁴.

En la evaluación hemodinámica por ecocardiografía 2D no es habitual evaluar la precarga, sin embargo, varios estudios en animales han mostrado que la evaluación con EST de la mecánica de la deformación en el ventrículo izquierdo (VI) es sensible a cambios en condiciones de carga y esto debe enfatizarse, ya que la mecánica de la deformación del VI no puede ser considerada independiente de la carga, indicadores de contractilidad o lusitropismo⁶.

La EST ha demostrado su utilidad en la evaluación del VD en sujetos sanos⁷ y en hipertensión pulmonar⁸. Se desconoce si esta técnica es suficientemente sensible para evaluar cambios en los parámetros del VD sin compromiso cardiopulmonar con maniobras que incrementan la precarga, como la elevación de las piernas a 45°. La elevación de las piernas es una técnica que se ha utilizado para aumentar la precarga en sujetos sanos⁹⁻¹¹, postrasplante cardíaco¹², en estado de choque e hipotensión¹³.

La precarga es uno de los principales determinantes del gasto cardíaco. Clásicamente se ha definido como el máximo grado de estiramiento o tensión de la fibra miocárdica antes de empezar la contracción ventricular y está determinada por la longitud media del sarcómero al final de la diástole. Clínicamente esta definición no es práctica y es difícil de aplicar, como resultado se sustituye por medidas de llenado ventricular más accesibles, tales como las presiones intracavitarias o volúmenes diastólicos finales. Aunque ninguno de estos parámetros refleja la elongación de la fibra muscular cardíaca, ofrecen una aproximación aceptada del valor real de la precarga¹⁴.

Se ha confirmado que los cambios en la precarga o poscarga afectan la mecánica de la deformación del VI¹⁵.

Por esta razón nuestro objetivo fue describir con EST cuál sería el comportamiento de la DLG y de la DLS

Tabla 1. Diferencias en porcentaje de la deformación longitudinal segmentaria y deformación longitudinal global en reposo y con elevación de las piernas a 45°

Segmento evaluado	DLS y DLG % basal n = 31	DLS y DLG % con elevación de las piernas a 45° n = 31	p
Basal de la pared libre del VD	-29.1 ± 3.3	-32.7 ± 5.5	0.0002
Medio de la pared libre del VD	-28.6 ± 6.4	-31.5 ± 4.9	0.001
Apical de la pared libre del VD	-21.9 ± 6.5	-23.3 ± 6.1	0.118
Basal <i>septum</i> inferior	-19.4 ± 3.2	-18.9 ± 3.0	0.204
Medio <i>septum</i> inferior	-19.3 ± 3.2	-19 ± 3.1	0.249
Apical septal	-17.1 ± 5.1	-17 ± 5.4	0.457
DLG	-23.06 ± 3.4	-24.5 ± 2.9	0.002

DLG: deformación longitudinal global; DLS: deformación longitudinal segmentaria; VD: ventrículo derecho.

del VD en aproximación de cuatro cámaras ante el cambio de posición de las piernas como un estimado que sugeriría cambios en la precarga en sujetos sin patología cardiopulmonar previa.

Método

Mediante un diseño de series de casos, se estudiaron sujetos consecutivos sin evidencia de enfermedad cardiopulmonar.

Criterios de inclusión

Sujetos sanos de ambos sexos, con edad entre los 16 y 53 años. Criterios de exclusión: mala ventana acústica, diagnóstico de enfermedad cardíaca y pulmonar, no autorizar la realización del ecocardiograma.

Se realizó ecocardiograma transtorácico, modo 2D, Doppler color pulsado y continuo. Posteriormente se adquirieron imágenes 2D en escala de grises en cuatro, tres y dos cámaras con un equipo General Electric Vivid 7® con un transductor de 3 MHz. Se posprocesaron las imágenes con EST en el programa EchoPac.

Maniobra

Estando los sujetos en reposo con posición supina y posteriormente con elevación de ambas piernas a 45° durante 5 minutos, se adquirieron imágenes en modo 2D, en aproximación de cuatro cámaras antes y después de la maniobra, y se determinó con EST la DLG y DLS basal de la pared libre del VD, medio de la pared libre del VD, apical de la pared libre del VD, basal *septum* inferior, medio *septum* inferior y apical

septal. Las variables que se obtuvieron fueron: DLG y DLS antes y después a la elevación de las piernas.

Análisis estadístico

Las variables continuas se expresan como media ± desviación estándar. Las diferencias antes y después de la maniobra (elevación de las piernas a 45°) se analizaron con la prueba t de Student para muestras dependientes. Una $p < 0.05$ se consideró estadísticamente significativa. Se estimó la variabilidad intraobservador de la DLG y DLS con el coeficiente de correlación intraclass y su respectivo intervalo de confianza al 95%. El análisis estadístico se realizó con los programas estadísticos Excel® y SPSS® versión 16.

Resultados

Se analizaron 31 sujetos, 16 hombres y 15 mujeres con límites de edad entre 16 y 53 años. El comportamiento de la DLG y la DLS antes y después a la elevación de las piernas a 45° grados se muestra en la [tabla 1](#) y la [figura 1](#); un gráfico de caja y bigotes muestra la diferencia en las medias y observamos que la distribución es mayor (es decir mayor dispersión), así como un sesgo positivo para los sujetos en reposo ([Fig. 2](#)). Se calculó el coeficiente de correlación intraclass: 0.773, con un intervalo de confianza (IC) 95%: 0.534-0.890, $p < 0.001$.

Discusión

La EST 2D mide la DLG y la DLS en el VD en aproximación de cuatro cámaras. Nosotros la medimos en sujetos sanos en reposo y con cambios en la posición

Figura 1. Deformación longitudinal global y segmentaria del ventrículo derecho con ecocardiografía *speckle-tracking*, en aproximación de cuatro cámaras. También observamos la deformación en gráfica y en modo M. **A:** reposo. **B:** elevación de las piernas a 45°.

Figura 2. Gráfico de caja y bigotes que muestra la diferencia en las medias y sesgo. Distribución de la deformación longitudinal global del ventrículo derecho en porcentaje, en reposo y con elevación de las piernas a 45°.

(elevación de las piernas a 45°), maniobra que se utilizó con el objetivo de aumentar la precarga. No existen estudios previos en VD realizando esta maniobra. Existen estudios en VI donde se ha calculado que la deformación longitudinal y circunferencial con EST son afectadas por cambios agudos en la precarga inducida

por la infusión de solución salina¹⁶. Nosotros obtuvimos diferencias significativas en la DLG y en la DLS en el segmento basal y medio de la pared libre del VD. Encontramos que la deformación es más negativa con la elevación de las piernas a 45°, lo que sustenta que a mayor estiramiento de la fibra miocárdica por aumento

en la precarga genera una deformación más negativa, indicándonos que existe un mayor acortamiento de la fibra y este método puede medir esas diferencias.

Conclusiones

A pesar de las limitaciones del método para analizar el VD en sujetos sin compromiso cardiopulmonar, este método fue sensible para detectar diferencias en la DLG y la DLS en los segmentos basal y medio de la pared libre del VD.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses ni haber recibido financiación para llevar a cabo este estudio.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales

Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos

Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado

Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Bibliografía

1. Cui X, Washio T, Chono T, Baba H, Okada JI, Sugiura S, et al. Deformable regions of interest with multiple points for tissue tracking in echocardiography. *Med Image Anal.* 2017;35:554-69.
2. Claus P, Omar AMS, Pedrizzetti G, Sengupta PP, Nagel E. Tissue tracking technology for assessing cardiac mechanics principles, normal values, and clinical applications. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2015; 8(12):1444-60.
3. Burri MV, Gupta D, Kerber RE, Weiss RM. Review of novel clinical applications of advanced, real-time, 3-dimensional echocardiography. *Transl Res.* 2012;159(3):149-64.
4. Mor-Avi V, Lang R, Badano L, Belohlavek M, Cardim NM, Derumeaux G, et al. Current and evolving echocardiographic techniques for quantitative evaluation of cardiac mechanics: ASE/EAE consensus statement on methodology and indications endorsed by Japanese Society of Echocardiography. *Eur J Echocardiogr.* 2011;12(3):167-205.
5. Sun JP, Lee AP, Wu C, Lam YY, Hung MJ, Chen L, et al. Quantification of left ventricular regional myocardial function using two-dimensional speckle tracking echocardiography in healthy volunteers — A multi-center study. *Int J Cardiol.* 2013;167(2):495-501.
6. Stöhr EJ, Shave RE, Bagdish AL, Weiner RB. Left ventricular twist mechanics in the context of normal physiology and cardiovascular disease: a review of studies using speckle tracking echocardiography. *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 2016;311(3):H633-44.
7. Stefani L, Toncelli L, Gianassi M, Manetti P, Di Tante V, Vono MR, et al. Two-dimensional tracking and TDI are consistent methods for evaluating myocardial longitudinal peak strain in left and right ventricle basal segments in athletes. *Cardiovasc Ultrasound.* 2007;5:7.
8. Teske AJ, De Boeck BWL, Melman PG, Sieswerda GT, Doeveendans PA, Cramer MJ. Echocardiographic quantification of myocardial function using tissue deformation imaging, a guide to image acquisition and analysis using tissue Doppler and speckle tracking. *Cardiovascular Ultrasound.* 2007;5:27.
9. McDaniel J, Fjeldstad AS, Ives S, Hayman M, Kithas P, Richardson RS. Central and peripheral contributors to skeletal muscle hyperemia: response to passive limb movement. *J Appl Physiol* (1985). 2010;108(1):76-84.
10. McDaniel J, Hayman MA, Ives S, Fjeldstad AS, Trinity JD, Wray DW, et al. Attenuated exercise induced hyperaemia with age: mechanistic insight from passive limb movement. *J Physiol.* 2010;588(Pt 22):4507-17.
11. Trinity JD, McDaniel J, Venturelli M, Fjeldstad AS, Ives SJ, Witman MA, et al. Impact of body position on central and peripheral hemodynamic contributions to movement induced hyperemia: implications for rehabilitative medicine. *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 2011;300(5):H1885-91.
12. Hayman MA, Nativi JN, Stehlik J, McDaniel J, Fjeldstad AS, Ives SJ, et al. 2010. Understanding exercise-induced hyperemia: central and peripheral hemodynamic responses to passive limb movement in heart transplant recipients. *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 2010;299(5):H1653-9.
13. Chadi BH. Cardiac arrest: Vascular resuscitation by leg elevation. *Resuscitation.* 2013;84(5):e59.
14. Sabatier C, Monge I, Maynar J, Ochagavia A. Assessment of cardiovascular preload and response to volume expansion. *Med Intensiva.* 2012; 36(1):45-55.
15. Dong SJ, Hees PS, Huang WM, Buffer SA Jr, Weiss JL, Shapiro EP. Independent effects of preload, afterload and contractility on left ventricular torsion. *Am J Physiol.* 1999;277(3):H1053-60.
16. Burns AT, La Gerche A, D'Hooge J, Maclsaac AI, Prior DL. Left ventricular strain and strain rate characterization of the effect of load in human subjects. *Eur J Echocardiogr.* 2010;11(3):283-9.