
ARTICULO ORIGINAL

DEFORMACIÓN MIOCÁRDICA BIDIMENSIONAL Y TRIDIMENSIONAL EN UNA POBLACIÓN PERUANA DE ADULTOS SANOS

Cupe Chacalcaje Kelly Medalid⁽¹⁾, Barrantes Alarcón Ciro⁽¹⁾, Meneses Flores, Giovanni⁽²⁾, Rafael Horna Eliana⁽³⁾, Levano Pachas, Gerald⁽¹⁾ y Baltodano Arellano, Roberto⁽¹⁾.

RESUMEN

Antecedentes: La valoración de la deformación miocárdica es una herramienta diagnóstica y pronóstica en patologías cardíacas específicas. Conocer los valores de normalidad de referencia en nuestra población mejorará su utilidad clínica. **Objetivos:** Obtener valores de referencia de la deformación miocárdica bidimensional y tridimensional en un grupo de sujetos sanos de nuestra población y evaluar su correlación con la edad, género, factores hemodinámicos y antropométricos. **Material y Métodos:** Es un estudio observacional, prospectivo, donde se realizó un ecocardiograma transtorácico a 50 sujetos sanos, mayores de 18 años. Se realizó la valoración de la deformación miocárdica bidimensional y tridimensional, mediante el método speckle tracking. **Resultados:** Las medias de la deformación miocárdica global longitudinal bidimensional y tridimensional fueron $-21,6\% \pm 7,2\%$ y $-19,9\% \pm 3,3\%$ respectivamente, siendo más negativa en (las) mujeres (en ambos análisis) ($p=0,002$). Se encontró una correlación significativa (moderada) entre la deformación miocárdica global longitudinal bidimensional con la (y) tridimensional ($r = 0,687$, $p < 0,01$). No se encontró correlación significativa con los factores hemodinámicos y sí se encontró (una) correlación con las medidas antropométricas. **Conclusiones:** Se presenta una primera referencia nacional de valores de normalidad de la deformación

miocárdica para una aplicación clínica más precisa. Se encontró correlación (influencia) del sexo femenino, peso, talla y área de superficie corporal en los valores de la deformación miocárdica.

INTRODUCCIÓN

La evaluación de la función miocárdica determina la supervivencia y el comportamiento terapéutico en la gran mayoría de patologías cardíacas. (1) La medida de la Fracción del Eyección del Ventrículo Izquierdo (FEVI) es el parámetro más utilizado para la cuantificación de esta función, considerado un potente predictor de mortalidad (2); sin embargo es un parámetro dependiente de la experiencia del operador y de los factores hemodinámicos (3). Además, evalúa la función de la cámara cardíaca detectando complicaciones tardías cuando el daño cardíaco ya es irreversible (1,3) Con el avance de la ecocardiografía se ha desarrollado una nueva técnica que mide de forma objetiva la función cardíaca regional y global, técnica llamada Deformación miocárdica de forma bidimensional (2D) y tridimensional (3D) (4,5). (Son métodos cuantitativos y automáticos que analizan) Es un método cuantitativo y automático que analiza la función de la fibra miocárdica de todos los segmentos cardíacos en las tres direcciones del espacio: radial (SR), circunferencial (SC) y longitudinal (SL), siendo esta última la más estudiada en diversas patologías cardíacas, detectando un daño miocárdico precoz en comparación con las medidas convencionales. (6). Sin embargo se han encontrados resultados heterogéneos de valores de normalidad según la población estudiada, con dependencia de género, edad, factores hemodinámicos y medidas antropométricas (7).

(1): Médico Cardiólogo del Hospital Nacional Guillermo Almenara, Lima Perú.

(2): Médico Estadista de la Facultad de Medicina de la Universidad Mayor de San Marcos.

(3): Médico Residente de Cardiología del Hospital Guillermo Almenara, Lima Perú

Para la utilidad clínica de esta nueva técnica se hace imprescindible disponer de valores de normalidad de referencia ajustados a nuestra población.

Al no existir estudios en nuestro país, realizamos un estudio prospectivo, observacional utilizando la deformación miocárdica 2D y 3D en voluntarios sanos para obtener valores de normalidad de referencia y evaluar su correlación con la edad, género, factores hemodinámicos y medidas antropométricas.

MÉTODO

Población de estudio: Se seleccionó una muestra de 50 sujetos sanos voluntarios, reclutados de manera prospectiva en el Hospital Nacional Guillermo Almenara entre empleados médicos y no médicos, médicos en formación y sus familiares. Los Criterios de inclusión fueron: edad >18 años, ausencia de síntomas cardiovasculares. Ausencia de factores de riesgo cardiovascular (hipertensión arterial, diabetes, dislipidemia y tabaquismo.), (ausencia) de enfermedades cardiovasculares o pleuropulmonares, autoinmunes, metabólicas o endocrinológicas, (ausencia) de cualquier tratamiento farmacológico crónico. Exploración física normal, incluyendo presión arterial (PA) normal y electrocardiograma (EKG) normal, ventana ecocardiográfica adecuada para valoración objetiva de (fracción de eyección del ventrículo izquierdo) FEVI y la deformación 2D y 3D. Los criterios de exclusión fueron el embarazo e índice de masa corporal (IMC) > 30 kg/m². Los factores hemodinámicos evaluados fueron la (presión arterial) PA sistólica, diastólica y la frecuencia cardíaca, que fueron medidos inmediatamente antes de realizar el estudio ecocardiográfico. Las medidas antropométricas consideradas fueron: talla, peso, IMC y área de superficie corporal (ASC). Se determinó la talla (cm) y el peso (kg) en un estadiómetro y báscula calibrada. Se calculó ASC con la fórmula de Du Bois y Du Bois y el IMC dividiendo el peso (Kg) por el cuadrado de talla en metros. Todos los participantes firmaron el consentimiento informado por escrito antes de ser reclutados en el estudio.

Estudio ecocardiográfico: Se examinó a los participantes mediante una ecocardiografía transtorácica en decúbito lateral izquierdo, utilizando un ecógrafo comercial (Vivid E95 GE), equipado con un transductor de 2,5 MHz. En el análisis de la deformación miocárdica, se analizó sólo la deformación miocárdica Longitudinal (SL) en 2D y 3D. Para el análisis del SL 2D se obtuvieron proyecciones bidimensionales (escala de grises) con un abordaje apical (proyecciones de cuatro, dos y tres cámaras). Los registros se obtuvieron en dos ciclos cardíacos consecutivos de cada proyección. Todas las

imágenes se obtuvieron con la misma frecuencia de fotogramas (50-80 cuadros/s). Todos los exámenes se registraron digitalmente y se transfirieron a una estación de trabajo para su posterior análisis. Se midieron los volúmenes telediastólico del Ventrículo Izquierdo (VID), Aurícula izquierda (AI) y FEVI mediante la regla de sumación de discos biplanar. El VID y el volumen de AI y la masa ventricular fueron indexados a ASC. El análisis de la SL 2D se realizó con la técnica del rastreo del moteado (speckle tracking) con el programa informático comercial AFI (EchoPAC BT 12), el programa dividió automáticamente cada proyección del VI en seis segmentos iguales y dio los valores de SL 2D expresados en porcentajes. Para el análisis del SL 3D, se utilizó un transductor matricial, se obtuvo una imagen volumétrica del VI con resolución temporal de 15 y 22 volúmenes por segundo. Se registraron digitalmente y se transfirieron a una estación de trabajo para su posterior análisis, se analizaron con el programa informático comercial (EchoPAC BT 12) que dividió automáticamente el VI en 17 segmentos y dio los valores de SL 3D expresados en porcentajes. Se excluyeron los estudios donde se encontraron más de tres segmentos con tracking inadecuado tanto para el SLG 2D y 3D.

Valoración de Reproducibilidad:

Interobservador: Se analizaron 10 estudios de forma aleatoria con dos observadores independientes, quienes realizaron un análisis de los datos sin conocer los resultados del otro. **Intraobservador:** Se analizaron 10 estudios de forma aleatoria por un observador, dos veces con dos semanas de separación.

Análisis Estadístico

Se empleó el programa estadístico IBM SPSS versión 25 (de prueba). Las variables fueron sometidas a prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra con el fin de determinar la normalidad de las distribuciones de los datos. Aquellas variables que tuvieron distribución normal se presentaron como media y desviación estándar, y comparadas mediante prueba T de Student para la diferencia de medias, R de Pearson y análisis de varianza de una vía (ANOVA) mientras que las demás fueron evaluadas mediante estadística no paramétrica (U de Mann-Whitney, Rho de Spearman, Kruskal-Wallis). Se compararon las variables clínicas y ecocardiográficas según (sexo) género y rangos de edad, que fueron recategorizados en función de los cuartiles encontrados. La asociación entre las variables cualitativas fue establecida mediante Chi cuadrado de Pearson. Se calculó el coeficiente de correlación intraclass. Se definió un nivel de significación estadística con un $\alpha=0,05$.

RESULTADOS

Datos Demográficos

Un total de 25 hombres (50%) y 25 mujeres fueron incluidos en el estudio. Se encontraron que las mujeres tuvieron significativamente menor talla ($p=0,000$), peso ($p=0,000$) ASC ($p=0,000$) PA sistólica ($p=0,003$) y diastólica ($p=0,000$). No se encontraron diferencias significativas en edad ($p=0,146$), IMC ($p=0,340$) ni frecuencia cardiaca ($p=0,876$). Los volúmenes de ventrículo izquierdo indexados en 2D como en 3D, fueron mayores en hombres ($p=0,01$ y $0,016$, respectivamente) mientras que en el volumen de la AI indexado no hubo diferencias por género ($p=0,831$). La masa ventricular izquierda indexada en 2D fue mayor en hombres ($p=0,005$), mientras que en 3D no presentaron diferencias significativas ($p=0,888$). La FEVI en 2D fue mayor en mujeres ($p=0,003$) y en el modo 3D no se presentaron diferencias significativas ($p=0,124$). Ello puede apreciarse con mayor claridad en la Tabla N°1.

Evaluación Ecocardiográfica de Deformación Miocárdica

El valor de la deformación longitudinal global (SLG) 2D fue $-21.6\% \pm 7\%$ y SLG 3D fue $-19,9\% \pm 3,3$, siendo mayor en (las) mujeres ($p=0,002$ en ambos casos). Excepto en SL Apical 2D donde no se encontraron diferencias significativas por género ($p=0,120$). Hubo diferencias en todos los segmentos por género (sexo) ($p=0,000$ para ambos casos). Todo lo anterior puede verse con mayor detalle en la Tabla N° 2.

Asimismo, al realizar el análisis de varianza de los grupos de SGL basal, medial y apical 2D, se encuentra diferencia estadística significativa entre ellos ($p<0,05$; datos no presentados en Tablas) teniendo mayor deformación la región apical, siguiendo la región medial, y finalmente la región basal es la de menor deformación (Tabla N° 2). Se encontró una correlación significativa positiva moderada entre SGL 2 D y en 3D (Rho de Spearman = $0,687$, $p<0,01$; datos no presentados en Tablas).

Tabla N°1. Valores normales de variables clínicas y ecocardiográficas en sujetos normales según sexo. Lima, 2019.

	Total	Mujeres	Hombres	p
Edad(años)	33,3±10,3	34,9±10,8	31,6±9,7	0,146*
Talla(cm)	163,4±8,9	157,1±5,9	169,7±6,8	0,000*
Peso(kg)	66,3±10,6	60,3±8,8	72,2±8,8	0,000†
ASC	1,7±0,2	1,6±0,1	1,8±0,1	0,000†
IMC	24,6±2,8	24,2±3,2	25,0±2,4	0,340†
PAS(mmHg)	100,8±9,2	96,8±7,0	104,8±9,6	0,003*
PAD(mmHg)	61,2±7,2	57,6±5,2	64,8±7,1	0,000*
FC(lpm)	70,5±7,4	71,0±6,7	70,0±8,2	0,876*
VID(mL/m2)	52,5±11,5	48,3±7,8	56,7±13,2	0,010†
VID3D(mL/m2)	56,9±11,3	53,1±9,3	60,8±11,9	0,016†
AI(mL/m2)	28,7±6,7	28,3±4,9	29,2±8,2	0,831*
Masa VI (g/m2)	64,3±20,2	57,0±12,9	71,6±23,6	0,005*
MasaVI3D(g/m2)	65,4±9,3	65,6±9,9	65,2±8,9	0,888*
FEVI2D%	61,5±3,9	63,1±4,0	59,9±3,1	0,003†
FEVI3D%	60,3±4,1	61,0±4,0	59,5±4,1	0,124*

ASC: área de superficie corporal; IMC: índice de masa corporal; PAS (mmHg): presión arterial sistólica en mm Hg; PAD(mmHg): presión arterial diastólica en mm Hg; FC(LPM): frecuencia cardiaca en latidos por minuto. VID(mL/m2): volumen del ventrículo izquierdo indexado en ML/m2; VID3D: volumen del ventrículo izquierdo indexado en 3D; AI(mL/m2): volumen de la aurícula izquierda indexado en ML/m2; Masa VI (g/m2): masa del ventrículo izquierdo indexada en g/m2; Masa3D (g/m2): masa del ventrículo izquierdo indexada en 3D; FEVI2D%: Fracción de eyección del ventrículo izquierdo en 2D; FEVI3D%: Fracción de eyección del ventrículo izquierdo en 3D; SGLGlobal%2D: Strain Global Longitudinal 2D porcentual; SGLBasal2D: Strain Global Longitudinal basal 2D; SGLmedial2D: Strain Global Longitudinal medial 2D; SGLApical2D: Strain Global Longitudinal apical 2D; SGLGlobal%3D: Strain Global Longitudinal porcentual en 3D *U de Mann-Whitney †T de Student para la diferencia de medias

Tabla N°2. Valores normales de variables ecocardiográficas de deformación miocárdica en sujetos normales según sexo. Lima, 2019.

	Total	Mujeres	Hombres	p
SGLGlobal%2D	-21,6±7,2	-22,0±2,6	-21,3±9,9	0,002*
SG Basal2D%	-19,3±2,6	-20,7±2,4	-18,0±2,1	0,000†
SG medial2D%	-20,9±2,5	-22,3±2,3	-19,5±1,8	0,000†
SG Apical2D%	-22,2±4,1	-23,1±4,7	-21,3±3,3	0,120†
SGLGlobal%3D	-19,9±3,3	-21,2±2,9	-18,5±3,1	0,002*

SGLGlobal%2D: Strain Global Longitudinal 2D porcentual; SGLBasal2D: Strain Global Longitudinal basal 2D; SGLmedial2D: Strain Global Longitudinal medial 2D; SGLApical2D: Strain Global Longitudinal apical 2D; SGLGlobal%3D: Strain Global Longitudinal porcentual en 3D

*U de Mann-Whitney †T de Student para la diferencia de medias

En los sujetos sanos que participaron no se encontró una correlación significativa entre los factores hemodinámicos como PA (sistólica y diastólica), la frecuencia cardiaca y los valores de SLG 2D y SLG 3D. Se encontró una correlación moderada de las medidas antropométricas como la talla ($r=0,460$; $p=0,01$), el peso ($r=0,406$; $p=0,03$) y la superficie corporal ($r=0,420$; $p=0,02$) con SLG 2D. Se encontró una correlación débil entre la talla ($r=0,337$; $p=0,018$), peso ($r=0,347$; $p=0,014$) y SLG 3D; y una correlación moderada entre ASC y SGL 3D ($r=0,434$; $p=0,002$; datos no presentados en Tablas).

DISCUSIÓN

Los hallazgos de este estudio presentan los valores de referencia del SLG 2D y 3D de una población de adultos sanos con el fin de contribuir a aportar una primera referencia nacional que nos permita una aplicación clínica más precisa a nuestra realidad. Dentro de los diversos tipos de deformación miocárdica nos enfocamos en SLG ya que es el que más ha demostrado su utilidad clínica en diversas patologías cardiacas. Si bien existen varios estudios extranjeros que buscan los valores de referencia del SLG, estos concuerdan en la heterogeneidad de su valor de acuerdo al equipo utilizado, sexo, edad, factores hemodinámicos y antropométricos, por lo que se hace imprescindible la búsqueda de valores propios de normalidad en cada población estudiada.

Los resultados obtenidos de SGL 2D ($-21,6\% \pm 7,2\%$) son (es) comparables a lo descrito en la literatura médica, como lo obtenido por Kocabay et al. (8) quienes encontraron en 247 sujetos sanos un valor de SGL $-21,5\% \pm 2,0\%$ usando el mismo equipo de nuestro estudio. Yingchoncharoen et al. (7) en un importante metanálisis que incluyó 2597 sujetos sanos encontró un valor menos negativo que el nuestro ($-19,7\% \pm 2,1\%$)

probablemente a que su análisis incluyó una población más heterogénea, diversos equipos y diferentes formas de medir la deformación miocárdica. Cuando analizamos el SGL 2D por segmentos encontramos valores más negativos en los segmentos apicales, seguidos por los segmentos mediales y el valor menos negativo en segmentos basales, hallazgos equiparables a los estudios anteriormente mencionados. (7,8,9)

El valor de normalidad de SGL 3D es aún incierto, los escasos estudios existentes aun no validan su aplicación clínica, sin embargo es una herramienta con proyección ya que podría analizar todos los segmentos cardiacos, con un valor más preciso que SGL 2D. El valor obtenido del SGL 3D en este estudio ($-19,9\% \pm 3,3\%$) es más negativo de lo encontrado en el estudio multicéntrico más grande publicado (10) que en el análisis 303 sujetos sanos encontró una media SGL3D ($-15,9\% \pm 2,4\%$). Sin embargo cabe mencionar el uso de un equipo diferente al estudio. Se encontró una moderada correlación entre SGL 2D y 3D, con valores menos negativos para SGL 3. (7,8) En la influencia del sexo en SLG 2D Y 3D se encontró valores más negativos en mujeres en ambos análisis, hallazgos similares a lo encontrado por los otros autores. La influencia de la edad en SLG 2D Y 3D sigue siendo controversial, algunos estudios no han mostrado diferencias significativas, mientras que otros mencionan valores mayores con el avance de la edad, en este estudio se consideró no realizar dicho análisis por la limitación de reclutar pacientes sanos mayores de 60 años ($n=3$). En relación con los factores hemodinámicos, el metanálisis (2) referido anteriormente encontró correlación con la presión sistólica y SLG 2D, mientras que Kocabay et al. (8) no encontró correlación con la presión arterial sistólica, frecuencia cardiaca mientras que los parámetros de tamaño corporal si la encontraron. Nuestro estudio no encontró correlación significativa con los factores

hemodinámicos tanto en el SLG 2D y 3D y se encontró correlación con las medidas antropométricas en ambas, comparables con lo mencionado por los autores anteriores.

LIMITACIONES:

Nuestros resultados son aplicables sólo a pacientes examinados con el equipo utilizado en este estudio. Los hallazgos no se pueden extrapolar a otra población. Requeriría un auténtico estudio poblacional para poder determinar valores nacionales de normalidad.

CONCLUSIONES

Se presenta una primera referencia nacional de aproximación a los valores de normalidad SGL 2D y 3D para una aplicación clínica más precisa, comparable a la evidencia internacional. Existe una moderada correlación entre SGL 2D Y 3D con valores menos negativos en el 3D. Se encontró influencia del género (sexo) en SGL 2D Y 3D, con valores más negativos en mujeres. No hubo correlación significativa con los factores hemodinámicos y se sí encontró una correlación con el peso, la talla y ASC y SL2D y SLG 3D.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Candelas Pérez del Villar, Raquel Yotti, Javier Bermejo. Técnicas de imagen en la insuficiencia cardiaca aguda. *Rev Esp Cardiol.* 2015;68(7):612-623
2. San Romána Jose , Jaume Candell-Riera, Roman Arnolda, Pedro L. Sánchez et al. Análisis cuantitativo de la función ventricular izquierda como herramienta para la investigación clínica. *Fundamentos y metodología. Rev Esp Cardiol.* 2009;62(5):535-51
3. Thune J, Carlsen C, Buch P, Seibaek M, Burchardt H, Torp-Pedersen C, Køber L. Different prognostic impact of systolic function in patients with heart failure and/or acute myocardial infarction. *Eur J Heart Fail.* 2005 Aug;7(5):852-8
4. Pinto M, et al. Strain: Una ventana a la mecánica ventricular. *Rev Chil Cardiol* 2011; 31: 155 – 159
5. Cueva Recalde Juan Francisco, Lacambra Blasco Isaac. Ecocardiografía avanzada: aplicación clínica actual del análisis de deformación miocárdica y de la imagen tridimensional. *REMCB* 38 (2): 67-83, 2017
6. Pastor Olaya, Jairo Sánchez, Luis Fernando Osio. Strain y strain rate para dummies. *Rev Colomb Cardiol* 2011; 18: 340-344
7. Yingchoncharoen T, Agarwal S, Zoran B et al. Normal Ranges of Left Ventricular Strain: A Meta-Analysis. *J Am Soc Echocardiogr.* 2013 Feb;26(2):185-91
8. Kocabay G, Muraru D, Peluso D Et al. Mecánica ventricular izquierda normal mediante ecocardiografía speckle tracking bidimensional. Valores de referencia para adultos sanos. *Rev Esp Cardiol.* 2014;67(8):651-658.
9. Parma G, Américo C, Dayan V et al. Reporte de valores normales de deformación miocárdica en una población sana uruguaya. *Rev Urug Cardiol* 2016; 31:236-245.
10. Kleijn SA, Pandian NG, Thomas JD, et al. Normal reference values of left ventricular strain using three-dimensional speckle tracking echocardiography: results from a multicentre study. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging.* 2015 Apr;16(4):410-6.