



Artículo Original

Deformación miocárdica evaluada por ecocardiografía bidimensional en pacientes lúpicos de un hospital nacional

Roberto Baltodano Arellano ^{1,a*}, Kelly Medalid Cupe Chacalcaje^{1,a}, Ciro Barrantes Alarcón^{1,a}, Giovanni Meneses Flores^{2,b}, Gerald Lévano Pachas^{1,a}, Manuel Ugarte Gil^{1,c}Recibido 31 de julio de 2020
Aceptado 25 de agosto de 2020

Filiación de los autores

^a Médico cardiólogo.^b Médico estadista.^c Médico reumatólogo.¹ Hospital Nacional Guillermo Almenara. Lima, Perú.² Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú.

*Correspondencia

Cristóbal de Peralta 1133-102 Surco

Correo

rbaltodanoa@unmsm.edu.pe

Conflictos de interés

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

La presente investigación ha sido presentada en el XVII Congreso SISIAC, marzo 2020. Cartagena, Colombia. Sociedad de Imágenes Cardiovasculares de la Sociedad Interamericana de Cardiología.

Financiamiento

Autofinanciado.

Citar como:

Baltodano R, Cupe K, Barrantes C, Meneses G, Lévano G, Ugarte M. Deformación miocárdica evaluada por ecocardiografía bidimensional en pacientes lúpicos de un hospital nacional. Arch Peru Cardiol Cir Cardiovasc. 2020;1(3):139-144. doi: 10.47487/apcyccv.v1i3.66.

RESUMEN

Antecedentes. Los pacientes con lupus eritematoso sistémico (LES) tienen alto riesgo de compromiso cardíaco con elevada mortalidad, por lo que el diagnóstico subclínico podría mejorar su supervivencia. Se ha observado que el *strain* (deformación) miocárdica longitudinal (SGL) puede ser de utilidad para la evaluación de la función cardíaca en estos pacientes.

Objetivos. Evaluar la función miocárdica mediante el análisis del *strain* longitudinal bidimensional (2D), comparar el *strain* longitudinal entre pacientes con LES y controles, y determinar la correlación con el índice de actividad del LES.

Material y métodos. Se estudiaron a 44 pacientes con LES (50 ± 13 años) y 50 controles (49 ± 12 años) pareados por edad y sexo, a quienes se les realizó un ecocardiograma transtorácico bidimensional. Se valoró el *strain* longitudinal mediante el método de *speckle tracking*, y la actividad del LES se estimó mediante el *Systemic Lupus Erythematosus Disease Activity Index* (SLEDAI). Se definió como LES activo con una puntuación ≥ 4.

Resultados. El *strain* longitudinal global 2D fue menor en pacientes con LES que los controles (-17,3% ± 1,9% vs. -20%, ± 1,9%; p=0,00). No hubo diferencias en la fracción de eyección de ventrículo izquierdo entre ambos grupos, ni en 2D (p=0,650), ni en 3D (p=0,718). En los pacientes lúpicos, el SLEDAI varió entre 0 y 10, y el 63,8% estuvieron inactivos. Se halló correlaciones negativas significativas entre el puntaje de SLEDAI y la FEVI bidimensional (r de Pearson=-0,372, p=0,017); no se encontró correlación entre el puntaje de SLEDAI y el *strain* longitudinal global 2D (rho de Spearman=-0,091 p=0,582).

Conclusiones. El *strain* longitudinal global 2D se encontró disminuida en aquellos afectados con LES, lo que sugiere que podría ser una herramienta útil para evaluar la función cardíaca en estos pacientes.

Palabras clave: Lupus Eritematoso Sistémico; Ecocardiografía; Cardiomiopatía (fuente: DeCS BIREME).

ABSTRACT

Myocardial deformation evaluated by two-dimensional echocardiography in lupus patients at a national hospital

Background. Patients with systemic lupus erythematosus (SLE) are at high risk of cardiac compromise with high mortality. The subclinical diagnosis may improve their survival. Longitudinal myocardial deformation (*strain*) has been found to be useful in evaluating cardiac function in these patients.

Objectives. Our aims were to evaluate myocardial function by analyzing the two-dimensional (2D) global longitudinal strain, to compare the longitudinal strain in SLE patients with controls, and to determine the correlation with SLE activity index.

Material and Methods. 44 patients with SLE (50.0 ± 13 years) and 50 controls (49 ± 12 years) matched by age and sex, underwent transthoracic echocardiogram. Longitudinal strain was assessed using the speckle tracking method and SLE activity was estimated using the Systemic Lupus Erythematosus Disease Activity Index (SLEDAI). A score of 4 or more, was defined as active SLE.

Results. 2D global longitudinal strain was lower in patients with SLE than controls (-17.3% ± 1.9% vs. -20%, ± 1.9% p = 0.00). The left ventricular ejection fraction (LVEF) had no specific differences in both groups in 2D (p = 0.650) or three-dimensional (3D) (p = 0.718). In lupus patients, SLEDAI ranged from 0 to 10, and 63.8% were inactive. Negative correlations were found between the SLEDAI score and 2D LVEF (Pearson's r = -0.372, p = 0.017); no correlations were found between the SLEDAI score and the 2D global longitudinal strain (Spearman's rho = -0.091 p = 0.582).

Conclusions: 2D global longitudinal strain was found to be decreased in the SLE group. This technique might can be a useful tool to assess cardiac function in these patients.

Keywords: Lupus Erythematosus, Systemic; Echocardiography; Cardiomyopathy (source: MeSH NLM).

El lupus eritematoso sistémico (LES) es una enfermedad multisistémica autoinmune que afecta principalmente a las mujeres, con una prevalencia de 51/100 000 habitantes ⁽¹⁾. El compromiso cardíaco representa una de las principales causas de morbimortalidad en los pacientes con LES, con una prevalencia mayor a 50%; se puede presentar en cualquier fase de la enfermedad y puede afectar todas las estructuras del corazón ⁽²⁾. Su presentación clínica es muy variable, principalmente es subclínica y, en algunos casos, puede comprometer la vida del paciente ⁽³⁾.

La ecocardiografía transtorácica es una herramienta útil para evaluar el compromiso cardíaco en pacientes con LES; sin embargo, los parámetros ecocardiográficos convencionales, como la fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI), no son capaces de detectar la disfunción sistólica subclínica ^(4,5). Estudios previos muestran el empleo de una nueva técnica ecocardiográfica llamada *strain* (deformación) miocárdico longitudinal por *speckle tracking*, que puede detectar de forma más precisa y precoz la disfunción sistólica en estos pacientes, sin embargo, los resultados obtenidos son controversiales ^(6,7).

El objetivo de este estudio fue evaluar la función miocárdica mediante el análisis del *strain* longitudinal bidimensional (2D) en pacientes con LES, compararlo con un grupo control y evaluar la correlación del *strain* longitudinal 2D con el índice de actividad del LES.

Material y métodos

Estudio prospectivo que incluyó a 44 pacientes con diagnóstico de LES, procedentes del Servicio de Reumatología del Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen (HNGAI) en Lima, Perú. Los criterios de inclusión fueron: ausencia de síntomas cardiovasculares y buena ventana ecocardiográfica. Los criterios de exclusión fueron: antecedente de fibrilación auricular, hipertensión arterial, diabetes y la presencia de cardiopatía estructural (FEVI menor a 50%, presencia de prótesis y/o dispositivos cardíacos). Se seleccionaron 50 controles sanos, entre empleados médicos del HNGAI y sus familiares.

Las variables clínicas analizadas en ambos grupos fueron: frecuencia cardíaca (FC), presión arterial sistólica (PAS) y diastólica (PAD) que fueron evaluados antes de realizar la ecocardiografía. Las variables antropométricas analizadas fueron: peso (kg), talla (cm), área de superficie corporal (ASC) y el índice de masa corporal (IMC). Se utilizó una báscula y estadímetro calibrado. Se empleó la fórmula de Du Bois para el cálculo del ASC y se dividió el peso en kg entre el cuadrado de talla en metros para el cálculo del IMC. Los participantes en el estudio firmaron el consentimiento informado antes de ser incluidos.

Estudio ecocardiográfico

La ecocardiografía se realizó en el área de Imagen del Servicio de Cardiología del HNGAI, con un ecógrafo comercial (GE Vivid E95), equipado con un transductor M5S. El *strain* longitudinal (2D) se analizó con captura de tres proyecciones apicales (dos, tres y cuatro cámaras) en dos latidos consecutivos. Las imágenes bidimensionales se adquirieron con la misma frecuencia de fotogramas (50-80 cuadros por segundo), se transfirieron a una estación de trabajo y se analizaron *off line*. Se evaluaron los volúmenes de la aurícula izquierda (AI) y el volumen telediastólico del ventrículo izquierdo, ambos indexados al ASC, y la FEVI mediante el método de Simpson. Se utilizó la técnica del *speckle tracking* para el análisis del *strain* longitudinal 2D con el *software* AFI (EchoPAC BT 12); el *software* proporcionó valores automáticamente en segmentos y uno global en un *bull's eye* (mapa polar) expresados en porcentajes. Los estudios que presentaron más de dos segmentos con *tracking* inadecuado fueron excluidos. Para el análisis de la fracción de eyección del VI tridimensional (3D), se empleó el transductor matricial 4V con captura de volumen completo con 20-25 fps y se analizó *off line*.

El análisis ecocardiográfico fue realizado por dos cardiólogos subespecialistas en imagen cardíaca, cuya valoración de la reproductibilidad interobservador e intraobservador fue analizada en un estudio anterior, con una correlación intraclass elevada ⁽⁸⁾.

Evaluación de la actividad de enfermedad

El índice de actividad clínica de los pacientes con LES fue evaluado antes del estudio ecocardiográfico a través del Systemic Lupus Erythematosus Disease Activity Index 2000 (SLEDAI). Se consideró en el estudio como LES activo a una puntuación igual o mayor de 4 puntos ^(9,10).

Análisis estadístico

Se empleó la prueba Kolmogorov-Smirnov para determinar la normalidad de las distribuciones de los datos. Las variables que presentaron distribución normal se presentaron como media y desviación estándar y fueron comparadas con la prueba T de Student y r de Pearson; para el resto de variables se emplearon las pruebas no paramétricas Rho de Spearman y U de Mann-Whitney. Mediante el chi cuadrado de Pearson se estableció la asociación de las variables cualitativas. Se utilizó el *software* estadístico IBM SPSS versión 25, con nivel de significancia estadística de $p < 0,05$.

Resultados

Características clínicas de la población

En el estudio se compararon 44 pacientes lúpicos con 50 controles sanos, el 95,5% mujeres. No se encontraron

Tabla 1. Características clínicas de pacientes del estudio

	Pacientes lúpicos (Media ± DE)	Control (Media ± DE)	p
Edad (años)	50,0 ± 13,2	49,0 ± 12,5	0,065 [†]
RF	42/2	42/1	0,570**
Talla (cm)	156,3 ± 5,7	153,6 ± 29,9	0,902 [†]
Peso (kg)	66,3 ± 13,2	65,4 ± 8,8	0,012 [†]
ASC (m ²)	1,7 ± 0,1	1,7 ± 0,2	0,106 [†]
IMC (Kg/m ²)	27,2 ± 5,6	26,6 ± 3,4	0,022 [†]
PAS (mmHg)	100,0 (100-120) [‡]	100,0 (100-120) [‡]	0,974*
PAD (mmHg)	70,0 (60-80) [‡]	60,0 (60-80) [‡]	0,301*
FC (lpm)	71,6 ± 9,5	70,5 ± 7,4	0,510 [†]

DE: desviación estándar. RF: razón de femineidad (femenino/masculino). ASC: área de superficie corporal. IMC: índice de masa corporal. PAS (mmHg): presión arterial sistólica en mmHg. PAD (mmHg): presión arterial diastólica en mmHg. FC (lpm): frecuencia cardíaca en latidos por minuto.

*U de Mann-Whitney. [†]T de Student para la diferencia de medias. [‡]Mediana y rango intercuartil. ** Chi-cuadrado

diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos en cuanto a la edad, sexo, presión arterial sistólica, presión arterial diastólica, ni frecuencia cardíaca; por el contrario, se observó que los controles tuvieron significativamente menor peso y, por ende, menor índice de masa corporal (**Tabla 1**).

Parámetros ecocardiográficos

Se encontró que los controles sanos tuvieron menores volúmenes bidimensionales indexados de ventrículo izquierdo en diástole y de aurícula izquierda. No hubo diferencias significativas en los volúmenes del ventrículo izquierdo indexados 3D, FEVI en 2D ni en modo tridimensional (**Tabla 2**).

Evaluación ecocardiográfica de deformación miocárdica

El *strain* longitudinal global bidimensional 2D fue significativamente menor en pacientes lúpicos con relación al

grupo control. Hubo diferencia en los segmentos medios, pero no se encontraron diferencias significativas en los segmentos apicales ni basales (**Tabla 3, Figura 1**).

En cuanto a los pacientes lúpicos, el SLEDAI varió entre 0 y 10; el 63,6% de los pacientes tuvieron LES inactivo (SLEDAI menor a 4 puntos). Se halló una correlación negativa significativa entre el puntaje de SLEDAI y la FEVI 2D (r de Pearson = -0,372, $p=0,017$), pero no con la FEVI 3D (ρ de Spearman = -0,284, $p=0,084$). No hubo correlación significativa entre el puntaje de SLEDAI y el *strain* longitudinal global 2D (ρ de Spearman = -0,091, $p=0,582$). Aunque hubo tendencia a una correlación negativa (ρ de Spearman = -0,310, $p=0,055$) entre el puntaje de SLEDAI y el *strain* longitudinal basal 2D, no se encontró con el *strain* longitudinal apical 2D (ρ de Spearman = -0,007, $p=0,965$) ni con el *strain* longitudinal medio 2D (ρ de Spearman = -0,113, $p=0,494$).

Tabla 2. Características ecocardiográficas de pacientes del estudio

	Pacientes lúpicos (Media ± DE)	Control (Media ± DE)	p
Volumen Indexado de Ventrículo Izquierdo 2D (mL/m ²)	53,1 ± 11,2	45,1 ± 7,1	0,005 [†]
Volumen Indexado de Ventrículo Izquierdo 3D (mL/m ²)	58,0 ± 12,5	55,1 ± 14,1	0,520 [†]
Volumen Indexado de Aurícula Izquierda (mL/m ²)	36,2 ± 14,5	31,4 ± 7,7	0,021 [†]
Fracción de Eyección de Ventrículo Izquierdo 2D (%)	59,8 ± 4,1	62,9 ± 4,2	0,650 [†]
Fracción de Eyección de Ventrículo Izquierdo 3D (%)	60,1 ± 3,5	61,9 ± 4,1	0,718 [†]

DE: desviación estándar. *U de Mann-Whitney. [†]T de Student para la diferencia de medias.

Tabla 3. Valores de deformación longitudinal global en sujetos lúpicos y sanos

	Control (Media ± DE)	Pacientes lúpicos (Media ± DE)	p
Strain longitudinal global 2D (%)	-20,0 ± 1,9	-17,3 ± 1,9	0,000*
Strain longitudinal basal 2D (%)	-19,9 ± 2,5	-17,4 ± 2,7	0,706 [†]
Strain longitudinal medio 2D (%)	-21,4 ± 2,0	-18,9 ± 2,4	0,045 [†]
Strain longitudinal apical 2D (%)	-23,4 ± 4,1	-21,8 ± 4,4	0,596 [†]

DE: desviación estándar. *U de Mann-Whitney. [†]T de Student para la diferencia de medias.

Discusión

Los avances en el tratamiento del LES han mejorado la supervivencia de los pacientes lúpicos; sin embargo, aún persiste una elevada morbimortalidad por la afección cardíaca⁽¹¹⁻¹⁴⁾. Los estudios reportan entre 40 - 50% de afección cardíaca en las autopsias de pacientes lúpicos, pero solo se reporta entre el 7 - 10% de casos en vida^(15,16). El análisis de la deformación miocárdica a través del método de *speckle tracking* es una técnica semiautomática de uso creciente en los últimos años que ha mostrado ser útil en diferentes escenarios clínicos como la enfermedad reumatológica, sobre todo en la afección cardíaca subclínica⁽¹⁷⁻¹⁹⁾.

Este estudio presenta una muestra de pacientes lúpicos de un único centro hospitalario, compuesto, en su mayoría, por mujeres asintomáticas cardiovasculares, en quienes se analizó el *strain* longitudinal 2D y se las comparó con una muestra de controles sanos, cuyos resultados mostraron un promedio de *strain* longitudinal global 2D significativamente menor en los pacientes lúpicos que en los controles, sin encontrar diferencias significativas en parámetros convencionales como la FEVI 2D y 3D, lo que podría indicar una afección cardíaca

incipiente en los pacientes lúpicos, sin afectar aún la FEVI; con los cambios iniciales, como el aumento de volumen de AI y VI, que sí muestran diferencias significativas entre ambos grupos, el diagnóstico precoz de la afección cardíaca puede favorecer el tratamiento adecuado y oportuno en pacientes lúpicos^(20,21).

Un metaanálisis reciente mostró la comparación del estudio del *strain* longitudinal global en 457 pacientes lúpicos y controles sanos; en ellos, la prevalencia de LES fue mayor en mujeres, y el promedio del *strain* longitudinal global fue menor en pacientes lúpicos. Sin embargo, la mayor limitación de los estudios incluidos fue la heterogeneidad en los criterios de inclusión de los pacientes; aun así se sugiere al *strain* longitudinal global como una herramienta útil en el diagnóstico precoz de la afección cardíaca⁽⁴⁾. En otro estudio reciente, Saad *et al.*, encontraron en 37 mujeres lúpicas un promedio de *strain* longitudinal global 3D menor que los controles y esta disminución fue aun más acentuada en las pacientes con LES activo⁽⁵⁾.

A diferencia de los estudios mencionados, encontramos que menos del 40% de los pacientes lúpicos tuvieron LES activo, y no se encontró correlación entre el puntaje del SLEDAI y el valor del *strain* longitudinal global 2D, esto probablemente se deba a que

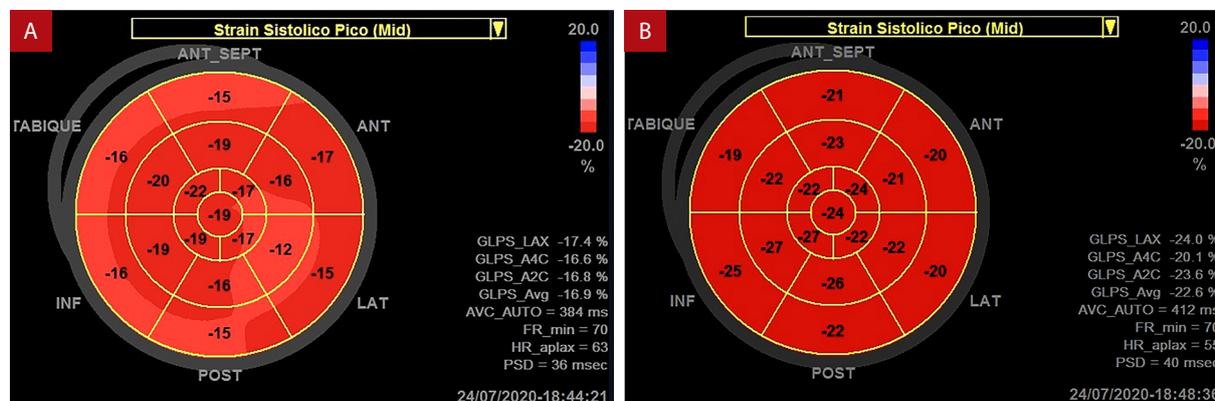


Figura 1. Mapa polar de deformación miocárdica bidimensional
 A) Caso 1; B) Control de caso 1.

nuestra muestra tenía pacientes con menor puntaje de SLEDAI, lo que difiere de los estudios anteriores ^(4,5).

La deformación miocárdica tridimensional (*strain* 3D) es una técnica de imagen avanzada que se basa en la adquisición de una imagen volumétrica (3D), que permite un análisis de múltiples parámetros de deformación con una sola adquisición. A pesar de los grandes avances tecnológicos sigue siendo una técnica joven que tiene limitaciones en la adquisición por ser dependiente de una buena ventana ecocardiográfica; además, se requiere que el paciente contenga la respiración, un ritmo regular, mayor demora de adquisición y dependen del equipo utilizado en más medida que el *strain* 2D. Por lo tanto, consideramos realizar el análisis bidimensional por ser más accesible, factible y de utilidad clínica en nuestra población. Creemos que el *strain* 3D es una tecnología de gran utilidad que deberá ser validada en futuras investigaciones ⁽²²⁾.

Limitaciones

Los hallazgos son aplicables a pacientes examinados con el equipo utilizado en este estudio. Los resultados no se pueden extrapolar a otra población.

Conclusiones

Nuestros resultados muestran que el *strain* longitudinal global 2D se encontró disminuido en pacientes con LES, lo que sugiere que podría ser una herramienta útil para la evaluación de la función cardíaca en estos pacientes con afección cardíaca subclínica. Consideramos importante determinar, en el seguimiento de estos pacientes, si las diferencias encontradas tienen algún valor predictivo en la presencia de eventos cardiovasculares.

Referencias bibliográficas

- Villa-Forte A, Mandell B. Trastornos cardiovasculares y enfermedad reumática. *Rev Esp Cardiol*. 2011;64(9):809-17. doi: 10.1016/j.recsep.2011.05.009.
- Gómez-León A, Amezcua-Guerra L. Manifestaciones cardiovasculares en el lupus eritematoso generalizado. *Arch de Cardiología de Mexico*. 2008;78(4):421-30.
- Tsokos. Systemic lupus erythematosus. *N Engl J Med*. 2011;365(22):2110-21. doi: 10.1056/NEJMra1100359.
- Di Minno M, Forte F, Tufano A, Buonauro A, Rossi FW, De Paulis A, et al. Speckle tracking echocardiography in patients with systemic lupus erythematosus: A meta-analysis. *Eur J Intern Med*. 2020 Mar;73:16-22. doi: 10.1016/j.ejim.2019.12.033.
- Pinasco DS, Saad A, Cintora F, Grosso O, Berensztejn C, Villalba C, et al. Evaluación de la función del ventrículo izquierdo en pacientes con lupus eritematoso sistémico mediante ecocardiografía tridimensional. *Revista Argentina de Cardiología*. 2017;85(6). doi: 10.7775/rac.es.v85.i6.12260.
- Lang R, Badano L, Mor-Avi V, Afilalo J, Armstrong A, Ernande 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;28:1-39. doi: 10.1016/j.echo.2014.10.003.
- Voigt J, Pedrizzetti G, Lyssyansky 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;28:183-93. doi: 10.1016/j.echo.2014.11.003.
- Cupe K, Barrantes C, Meneses G, Horna R, Pachas L, Baltodano A, et al. Deformación Miocárdica Bidimensional y Tridimensional en una población peruana de adultos sanos. *Revista Peruana de Cardiología Mayo*. 2019.
- Castrejon I, Tani C, Jolli M, Huang A, Mosca M. Indices to assess patients with systemic lupus erythematosus in clinical trials, long-term observational studies, and clinical care. *Clin Exp Rheumatol*. 2014 Sep-Oct;32(5 Suppl 85):S-85-95.
- Ceccarelli F, Perricone C, Massaro L, Cipriano E, Alessandri C, Spinelli FR, et al. Assessment of disease activity in Systemic Lupus Erythematosus: Lights and shadows. *Autoimmun Rev*. 2015 Jul;14(7):601-8. doi: 10.1016/j.autrev.2015.02.008.
- Gustafsson JT, Simard JF, Gunnarsson I, Elvin K, Lundberg IE, Hansson LO, et al. Risk factors for cardiovascular mortality in patients with systemic lupus erythematosus, a prospective cohort study. *Arthritis Res Ther*. 2012;14:46. doi: 10.1186/ar3759.
- Cherin P, Delfraissy JF, Bletry O, Dormont J, Godeau P. Pleuropulmonary manifestations of systemic lupus erythematosus. *Rev Med Interne* 1991;12:355-62. doi: 10.1016/S0248-8663(05)80846-X.
- Nikdoust F, Bolouri E, Tabatabaei SA, Goudarzvand M, Faezi ST. Early diagnosis of cardiac involvement in systemic lupus erythematosus via global longitudinal strain (GLS) by Speckle tracking echocardiography. *J Cardiovasc Thorac Res*. 2018;10(4):231-35. doi: 10.15171/jcvtr.2018.40.
- Bulut M, Acar RD, Acar S, Fidan S, Yesin M, Izci S, et al. Evaluation of torsion and twist mechanics of the left ventricle in patients with systemic lupus erythematosus. *Anatol J Cardiol* 2016; 16:434-9. doi: 10.5152/AnatolJCardiol.2015.6324.
- Dedeoglu R, Sahin S, Koka A, Öztunç F, Adroviç A, Barut K, et al. Evaluation of cardiac functions in juvenile systemic lupus erythematosus with two-dimensional speckle tracking echocardiography. *Clin Rheumatol*. May 2016 Aug;35(8):1967-75. doi: 10.1007/s10067-016-3289-7.
- Guşetu G, Pop D, Pamfil C, Bălaj R, Mureşan L, Cismaru G, et al. Subclinical myocardial impairment in SLE: insights from novel ultrasound techniques and clinical determinants. *Med Ultrasonogr* 2016; 18:47-56. doi: 10.15171/jcvtr.2018.40.
- Huang BT, Yao HM, Huang H. Left ventricular remodeling and dysfunction in systemic lupus erythematosus: a three-dimensional speckle tracking study. *Echocardiography* 2014; 31:1085-94. doi: 10.1111/echo.12515.
- Luo R, Cui H, Huang D, Sun L, Song S, Sun M, et al. Early assessment of right ventricular function in systemic lupus erythematosus patients using strain and strain rate imaging. *Arq Bras Cardiol* 2018;111:75-81. doi: 10.5935/abc.20180091.
- Buonauro A, Sorrentino R, Esposito R, Lobasso A, Santoro C, Rivellese F, et al. Three-dimensional echocardiographic evaluation of the right ventricle in patients with uncomplicated systemic lupus erythematosus. *Lupus*. 2019;28:538-44. doi: 10.1177/0961203319833786.
- Leal GN, Silva KF, Lianza AC, Giacomini MF, Andrade JL, Kozu K, et al. Subclinical left ventricular dysfunction in childhood-onset

- systemic lupus erythematosus: a two-dimensional speckle-tracking echocardiographic study. *Scand J Rheumatol.* 2015;8(1-8). doi: 10.3109/03009742.2015.1063686.
21. Nikdoust F, Bolouri E, Tabatabaei SA, Goudarzvand M, Faezi ST. Early diagnosis of cardiac involvement in systemic lupus erythematosus via global longitudinal strain (GLS) by speckle tracking echocardiography. *J Cardiovasc Thorac Res.* 2018;10(4):231-5. doi: 10.15171/jcvtr.2018.40.
22. Muraru D, Niero A, Rodríguez-Zanella H, Cherata D, Badano L. Three-dimensional speckle-tracking echocardiography: benefits and limitations of integrating myocardial mechanics with three dimensional imaging. *Cardiovasc Diagn Ther.* 2018;8(1):101-17. doi: 10.21037/cdt.2017.06.01.