



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Facultad de Medicina
División de Estudios de Posgrado e Investigación

Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez"

**"FUNCIÓN VENTRICULAR Y AURICULAR DERECHA MEDIANTE STRAIN
LONGITUDINAL EN PACIENTES CON INFARTO AL MIOCARDIO INFERIOR DEL
VENTRÍCULO IZQUIERDO".**

TESIS DE POSGRADO

Para obtener la especialidad de
Cardiología Clínica

PRESENTA

PABLO JOSÉ GONZÁLEZ VELÁSQUEZ

DIRECTOR DE ENSEÑANZA

DR. CARLOS RAFAEL SIERRA FERNÁNDEZ

DIRECTOR DE TESIS

DRA. NILDA GLADYS ESPINOLA ZAVALA

Ciudad de México, 2019



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA
INSTITUTO NACIONAL DE CARDIOLOGÍA “IGNACIO CHÁVEZ”



TESIS DE TITULACIÓN DE CARDIOLOGÍA CLÍNICA

**FUNCIÓN VENTRICULAR Y AURICULAR DERECHA MEDIANTE STRAIN
LONGITUDINAL EN PACIENTES CON INFARTO AL MIOCARDIO INFERIOR DEL
VENTRÍCULO IZQUIERDO**

Dr. Carlos Rafael Sierra Fernández

Director de Enseñanza

Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”

Dra. Nilda Gladys Espinola Zavaleta

Director de Tesis

Adscrita al servicio de Cardiología Nuclear

Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”

Dr. Pablo José González Velásquez

Tesista

Residente de tercer año de Cardiología Clínica

Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”

INDICE

I.	INTRODUCCIÓN	6
II.	OBJETIVOS	8
III.	METODOLOGÍA	9
IV.	RESULTADOS	14
V.	DISCUSIÓN	17
VI.	CONCLUSIONES	20
VII.	BIBLIOGRAFÍA	21
VIII.	ANEXOS	24

RESUMEN

Fundamento: El compromiso de las cámaras derechas en pacientes con infarto al miocardio inferior tiene un impacto pronóstico.

Objetivo: Evaluar la influencia del infarto al miocardio inferior en la mecánica ventricular y auricular derecha.

Métodos: Se realizó ecocardiograma transtorácico bidimensional en todos los pacientes, se analizó strain longitudinal de la pared libre del ventrículo derecho y strain de las fases de reservorio, bomba y conducto de la aurícula derecha a través de ecocardiografía *speckle tracking* bidimensional.

Muestra: 60 pacientes en quienes se realizó perfusión miocárdica como parte de abordaje de dolor torácico. Se identificaron 30 pacientes con infarto inferior y 30 controles con perfusión miocárdica normal.

Resultados: Los valores de strain longitudinal de la pared libre del ventrículo derecho (-26.1 versus -30.3, $p < 0.01$), fase de reservorio (31.5 versus 56.2, $p < 0.01$) y conducto de la aurícula derecha (12.5 versus 35, $p = 0.01$) fueron significativamente menores en pacientes con infarto al miocardio inferior versus controles. En un modelo de regresión lineal, el infarto al miocardio inferior, la disfunción sistólica ventricular derecha e izquierda, insuficiencia mitral e hipertensión pulmonar se asociaron a reducción en los valores de strain del ventrículo y aurícula derecha.

Conclusiones: La extensión subclínica al ventrículo derecho en pacientes con infarto al miocardio inferior y su influencia en la mecánica de la aurícula derecha puede valorarse a través de ecocardiografía de *speckle tracking* bidimensional.

PALABRAS CLAVE: Strain auricular, infarto inferior, *speckle tracking*, infarto de ventrículo derecho, perfusión miocárdica.

I. INTRODUCCIÓN

La prevalencia del compromiso del ventrículo derecho en el infarto al miocardio se encuentra entre 50 a 80% en estudios post mortem (1). Sin embargo, el diagnóstico clínico se basa en hallazgos clínicos, electrocardiográficos con elevación del segmento ST en derivaciones derechas y en la presencia de dilatación o disfunción sistólica del ventrículo derecho en el ecocardiograma (2). Debido a las limitaciones conocidas del electrocardiograma y el ecocardiograma convencional, el compromiso del ventrículo derecho frecuentemente no es detectado en la práctica clínica (3). La extensión al ventrículo derecho en el infarto al miocardio inferior es un predictor independiente de complicaciones mayores y mortalidad hospitalaria, así como morbilidad a largo plazo (4).

La aurícula derecha juega un papel modulador en el gasto cardíaco. Los ventrículos rígidos son altamente dependientes de la contribución auricular para un llenado diastólico óptimo y para mantener el gasto cardíaco. En el infarto del ventrículo derecho, el ventrículo dilatado y rígido incrementa la carga contra la que la aurícula derecha se debe vaciar, respondiendo con incremento de la contractilidad y del llenado diastólico como un mecanismo compensador (5). La isquemia de la aurícula derecha es un marcador pronóstico importante en la evolución de los pacientes con infarto del ventrículo derecho e implica una mayor extensión del daño isquémico a cavidades derechas (6).

La ecocardiografía bidimensional de *speckle tracking* es una técnica confiable para valorar la deformación miocárdica y permite una valoración cuantitativa y no invasiva de la función miocárdica regional y global. Este método es potencialmente capaz de explorar la deformación de la aurícula y del ventrículo derechos en pacientes con infarto al miocardio inferior del ventrículo izquierdo (7). La hipótesis consiste en valorar la extensión subclínica al ventrículo derecho en el infarto al miocardio inferior y su influencia en la mecánica de la aurícula derecha, a través de ecocardiografía bidimensional con *speckle tracking* (Figura 1).

II. OBJETIVOS

1. Valorar la deformación longitudinal de las cavidades derechas en pacientes con infarto de la pared inferior del ventrículo izquierdo a través de ecocardiografía bidimensional con *speckle tracking*.
2. Determinar los parámetros clínicos y ecocardiográficos que se relacionan con reducción en el valor de deformación longitudinal de las cavidades derechas en pacientes con infarto de la pared inferior del ventrículo izquierdo.

III. METODOLOGÍA

Durante el período comprendido entre enero y diciembre de 2018, se incluyeron de forma prospectiva a 60 pacientes. A todos los pacientes se les realizó perfusión miocárdica (gamma cámara Symbia Siemens, utilizando Tecnecio 99, se adquirieron imágenes en reposo y en estrés físico en banda o farmacológico con dipiridamol según las características físicas y clínicas de los pacientes) para abordaje del dolor torácico. Identificamos a 30 pacientes con infarto al miocardio inferior (grupo I) y 30 individuos control con perfusión miocárdica normal (grupo II). Se realizó un estudio ecocardiográfico completo en todos los pacientes, utilizando un equipo ACUSON SC2000 (Siemens, Alemania) con transductor 4V1c (para las mediciones bidimensionales) y un transductor 4Z1c (para mediciones tridimensionales). Todas las medidas ecocardiográficas se realizaron de acuerdo a las recomendaciones de la Sociedad Americana de Ecocardiografía (8).

Perfusión miocárdica (reposo/estrés)

Se utilizó una gamma cámara Symbia Siemens, cardiocéntrica, de zoom inteligente (fotopico 20% en 120 keV, matriz 128x128, 16 cuadros). Se obtuvieron imágenes utilizando el siguiente protocolo: para imágenes en reposo y en reposo gatillado, 3 mCi, 12 segundos/imagen; y para imágenes en estrés y estrés gatillado: 9 mCi, 9

segundos/imagen. Se utilizó estrés físico en banda sin fin o farmacológico (dipiridamol) en base a las características físicas y clínicas de los pacientes.

Ecocardiografía bidimensional

Se realizó ecocardiografía Doppler y bidimensional todos los pacientes. La relación entre la velocidad pico diastólica temprana (E) y la velocidad pico diastólica tardía (A) del flujo transmitral (E/A mitral) se calculó utilizando Doppler pulsado en una vista apical de cuatro cámaras. La velocidad pico temprana promedio en el anillo mitral (e') se utilizó como marcador de la función diastólica del ventrículo izquierdo y se midió en una vista apical de cuatro cámaras utilizando Doppler tisular. La relación E/e' se utilizó como marcador de las presiones de llenado del ventrículo izquierdo. El diagnóstico de disfunción diastólica se realizó de acuerdo a las recomendaciones de la Sociedad Americana de Ecocardiografía (9).

El diámetro basal del ventrículo derecho se obtuvo en una aproximación apical de cuatro cámaras, se midió el diámetro máximo media a lateral a nivel basal al final de la diástole, se consideró dilatación del ventrículo derecho con un diámetro mayor a 41 mm. El área del ventrículo derecho al final de la diástole, al final de la sístole y la fracción de acortamiento (FAC) se obtuvo en una aproximación apical de cuatro cámaras. La excursión sistólica del anillo tricuspídeo (TAPSE) fue adquirida en modo M y se utilizó como marcador de la función longitudinal ventricular derecha. El índice de rendimiento miocárdico (MPI) fue calculado como la suma del tiempo de contracción isovolumétrica y el tiempo de relajación isovolumétrica, dividido entre el período expulsivo del ventrículo derecho, medido a través de Doppler tisular en una aproximación apical de 4 cámaras. La velocidad

sistólica pico del anillo tricuspídeo (S') se obtuvo utilizando Doppler tisular en una aproximación apical de 4 cámaras. De acuerdo con las guías de la Sociedad Americana de Ecocardiografía para la cuantificación de cavidades por ecocardiografía en adultos, publicadas en 2015, los criterios para determinar disfunción sistólica ventricular derecha fueron: FAC <35%, TAPSE <17 mm, MPI >0.54 y S' <9.5 cm/seg (8).

La presión sistólica de la arteria pulmonar (PSAP) se estimó a través de la suma de la diferencia máxima de presión entre el ventrículo y aurícula derecha, calculada a través de fórmula de Bernoulli utilizando la velocidad máxima de regurgitación tricuspídea, obtenida con Doppler continuo en una aproximación apical de 4 cámaras; se sumó la presión media de la aurícula derecha, estimada a través del diámetro de la vena cava inferior y su variación con la respiración. Se consideró una PSAP anormal (siempre y cuando se obtuviera una velocidad máxima de regurgitación tricuspídea >2.9 m/s) a partir de 35 mmHg (10).

Ecocardiografía tridimensional

A través de ecocardiografía tridimensional se obtuvo el volumen y la fracción de expulsión de ambos ventrículos, desde una aproximación apical de cuatro cámaras (modificada para el análisis del ventrículo derecho). Las imágenes se adquirieron a través de sincronización con el electrocardiograma durante tres ciclos cardíacos consecutivos. Las imágenes fueron analizadas utilizando un software comercial. La fracción de expulsión se obtuvo a partir de los volúmenes al final de la diástole y al

final de la sístole, se consideró anormal una fracción de expulsión del ventrículo izquierdo <52% en hombres y <54% en mujeres, en cuanto al ventrículo derecho, se consideró anormal una fracción de expulsión <45% (8).

Ecocardiografía bidimensional de *speckle tracking*.

Se utilizó ecocardiografía bidimensional de *speckle tracking* para determinar el valor de strain global de ambos ventrículos y la aurícula derecha. Las imágenes se obtuvieron durante 3 ciclos cardíacos consecutivos a >61 cuadros por segundo. La región de interés se trazó con una técnica manual en el endocardio al final de la diástole. Luego de análisis de las imágenes con un software comercial, se obtuvo un valor de strain longitudinal. El strain longitudinal del ventrículo izquierdo se obtuvo a través de aproximaciones apicales de cuatro, tres y dos cámaras, un valor de strain longitudinal del ventrículo izquierdo <-20% fue considerado anormal. El strain longitudinal de la pared libre del ventrículo derecho se obtuvo a través de una aproximación apical de cuatro cámaras modificada, enfocada al ventrículo derecho, un valor <-24% fue considerado anormal (11).

Se obtuvo el valor de strain en la aurícula derecha durante las fases de reservorio (strain pico), bomba y conducto, a través de una aproximación apical de cuatro cámaras. Los bordes endocárdicos fueron trazados manualmente, determinando una región de interés, obteniendo los valores de strain longitudinal luego de análisis con un software comercial. Dado que actualmente, no existe consenso en relación a los valores de referencia de strain pico de la aurícula

derecha, por lo que se consideró anormal un valor de strain pico $<36\%$, considerando el valor normal de 49 ± 13 como fue propuesto por Padeletti y colaboradores en 2011 (12).

Análisis estadístico

Los datos fueron analizados con STATA/IC versión 13 (Stata Corp., Texas). Para el análisis descriptivo, las variables binarias se describieron como frecuencias y proporciones y fueron analizadas con prueba de independencia de Pearson (X^2) o prueba exacta de Fisher, de acuerdo al número de individuos por caso en una tabla de 2×2 . Las variables cuantitativas fueron analizadas primero con prueba de normalidad de Shapiro-Wilk y de acuerdo al resultado, se describieron como paramétricas (media, desviación estándar, mínimo-máximo) o no paramétricas (mediana, rango intercuartil, mínimo-máximo). El análisis bivariado se realizó con prueba t de Student para variables paramétricas y con prueba de Mann-Whitney para las variables no paramétricas. Construimos un modelo de regresión lineal para determinar los factores de riesgo asociados con la reducción del strain del ventrículo y aurícula derecha. Se consideró como significativo un valor de $p < 0.05$.

IV. RESULTADOS

La edad promedio en el grupo de pacientes con infarto al miocardio inferior fue 65 años (rango intercuartil 54-70), 83% de los pacientes eran de sexo masculino, 60% de dichos pacientes cursó con hipertensión arterial y 43% con diabetes mellitus. El 27% de los estudios de perfusión miocárdica demostró un infarto transmural y el 47% tenían algún grado de isquemia residual, en su mayoría, ligera (36.7%). La *tabla 1* muestra las características clínicas de los grupos estudiados.

La *tabla 2* describe los datos ecocardiográficos obtenidos en los sujetos estudiados. Los pacientes con infarto al miocardio inferior tenían volúmenes ventriculares izquierdos mayores (121 versus 89.5 ml, $p < 0.01$ para volumen telediastólico, 80.2 versus 50.7 ml, $p < 0.01$ para volumen telesistólico), valores menores de fracción de expulsión del ventrículo izquierdo (46 versus 60%, $p < 0.01$), mayores valores de E/e' medial (9.59 versus 7.7 cm/seg, $p = 0.01$) y valores menores en los parámetros de función sistólica ventricular derecha (18.6 vs 21.7 mm para TAPSE, $p < 0.01$; 37 versus 46.9% para fracción de acortamiento de áreas, $p < 0.01$; 9.9 versus 11.8 cm/seg para S' tricuspídea, $p < 0.01$; y 47.5 versus 54% para fracción de expulsión por 3D, $p < 0.01$). Los valores de strain longitudinal de la pared libre del ventrículo derecho (-26.1 versus -30.3%, $p < 0.01$), fase de reservorio (31.5 versus 56.2%, $p < 0.01$) y fase de conducto de la aurícula derecha (12.5 versus 35%, $p = 0.01$) fueron significativamente menores en pacientes con infarto al miocardio inferior versus individuos control.

En un modelo de regresión lineal, el infarto al miocardio inferior (OR 4.3, IC 1.05-17.85, $p=0.04$), la disfunción sistólica ventricular izquierda (OR 4.53, IC 1.23-16.58, $p=0.02$), insuficiencia mitral (OR 5.1, IC 1.3-19.5, $p=0.01$), dilatación ventricular derecha (OR 7.02, IC 1.77-29.4, $p<0.01$), valor de TAPSE bajo (OR, IC 2.01-40.2, $p<0.01$) y elevación de la presión sistólica de la arteria pulmonar (OR 16.8, IC 3.7-76.6) se asociaron significativamente a reducción en los valores de strain longitudinal de la pared libre del ventrículo derecho ($n=14$, media del valor de strain de la pared libre del VD -15.7% , $DE \pm 11.45$).

Al dividir a los pacientes de acuerdo al valor de strain pico (fase de reservorio) de la aurícula derecha, con un punto de corte de 36% , el infarto al miocardio inferior (OR 10.8, IC 2.97-39.2, $p<0.01$), tabaquismo (OR 4.3, IC 1.1-16.4, $p=0.03$), disfunción ventricular izquierda (OR 7.7, IC 2.3-26.14, $p<0.01$), insuficiencia mitral (OR 9.5, IC 2.8-31.8), valor de S' tricuspídea bajo (OR 4.8, IC 1.4-16.7, $p=0.01$), fracción de expulsión del ventrículo derecho baja (OR 15.6, IC 3.01-80.6, $p<0.01$) y elevación del valor estimado de presión sistólica de la arteria pulmonar (OR 4.3, IC 1.1-16.4, $p=0.03$), se asociaron de forma significativa con reducción en el valor del strain pico de la aurícula derecha ($n= 23$, media del valor de strain pico de AD 25.3% $DE \pm 8.99$) (tabla 3).

En 6 casos se documentó alteración de ambos valores de strain (pared libre del VD y AD), estos pacientes tenían valores considerablemente más bajos de strain pico en la aurícula derecha (media 15.8% , $DE \pm 9.6$) y de fracción de expulsión de ambos ventrículos (media 30.8% , $DE \pm 17.4$ para FEVI, media 37.2% , $DE \pm 11.5$

para FEVD), en relación a los valores obtenidos en pacientes que tenían únicamente alterado el strain de la pared libre del VD.

V. DISCUSIÓN

En este estudio encontramos que el valor del strain longitudinal de la pared libre del ventrículo derecho estaba significativamente reducido en pacientes con infarto al miocardio inferior, en comparación a los individuos control. Múltiples estudios han demostrado que el strain longitudinal del ventrículo derecho es un método válido para valorar la función ventricular derecha en múltiples escenarios clínicos, incluyendo enfermedad arterial coronaria, infarto al miocardio inferior e infarto del ventrículo derecho. Además, provee información pronóstica adicional a los otros parámetros ecocardiográficos convencionales. El mecanismo que lleva a la disfunción ventricular derecha en el infarto al miocardio del ventrículo izquierdo no está totalmente establecido, pero se asume frecuentemente que la falla ventricular izquierda causa hipertensión pulmonar e incrementa la post carga ventricular derecha, provocando remodelado y disfunción ventricular derecha. En 2013, Konoshi y colaboradores (13) demostraron que el valor de strain longitudinal del ventrículo derecho depende estrechamente de la función sistólica ventricular izquierda, en un grupo de pacientes con infarto al miocardio inferior antiguo. Nuestro estudio encontró asociación significativa entre valores de fracción de expulsión ventricular izquierda por 3D y presión sistólica de la arteria pulmonar elevada con reducción en el valor de strain longitudinal de la pared libre del ventrículo derecho. Por otro lado, observamos también una asociación significativa entre la dilatación del ventrículo derecho y la disfunción sistólica ventricular derecha (medida a través de la fracción de expulsión por 3D y TAPSE) con reducción en el valor del strain longitudinal de la pared libre del ventrículo derecho. El infarto al

miocardio o isquemia del ventrículo derecho y/o el septum interventricular es frecuente en pacientes con infarto al miocardio inferior y es el mecanismo probablemente responsable de la dilatación y disfunción sistólica del ventrículo derecho.

La aurícula derecha asiste el llenado ventricular derecho, al 1) actuar como un reservorio al retorno venoso, 2) servir como un conducto pasivo en la diástole temprana y 3) actuar como una bomba en la diástole tardía a través de la contracción auricular. Nuestro estudio encontró reducción significativa del valor de strain pico, como una medida de la función de reservorio de la aurícula derecha, en pacientes con infarto al miocardio inferior. Además, el valor del strain en la fase de conducto también fue significativamente menor en dicho grupo de pacientes. Previamente, Nourian y colaboradores (14) encontraron reducción en los valores del strain de las fases de reservorio y conducto en pacientes con infarto al miocardio inferior con compromiso ventricular derecho, comparado a aquellos sin extensión al ventrículo derecho. Nuestro grupo de estudio fue comparado con individuos control con perfusión miocárdica normal. Sin embargo, el valor medio del strain de la fase de reservorio de la aurícula derecha fue similar (26.6 y 31.5%, respectivamente). En ambos estudios, la función de bomba de la aurícula derecha (se ha demostrado que la contracción auricular se incrementa en la presencia de disfunción sistólica ventricular) estaba preservada. La función ventricular es un determinante mayor de la función auricular. La función de reservorio de la aurícula derecha en la sístole temprana ventricular está relacionada con la función sistólica ventricular derecha, debido a la contracción longitudinal del ventrículo y la tracción hacia debajo de la

base ventricular. Nuestro estudio encontró una asociación significativa entre la disfunción sistólica ventricular derecha (fracción de expulsión por 3D y S') y la reducción del strain pico de la aurícula derecha. También encontramos una asociación significativa entre el tabaquismo y la disminución del strain pico de la aurícula derecha; es sabido que el tabaquismo puede inducir fibrosis auricular a través de un efecto de la nicotina y que el consumo agudo de cigarrillo puede incrementar la postcarga auricular a través de la disfunción diastólica transitoria e incremento en la presión sistólica arterial pulmonar.

VI. CONCLUSIONES

Los valores de strain longitudinal de la pared libre del ventrículo derecho y de las fases de reservorio y conducto de la aurícula derecha fueron significativamente menores en el grupo de pacientes con infarto al miocardio inferior versus individuos control. La ecocardiografía con *speckle tracking*, es una técnica factible para la valoración de la deformación miocárdica del ventrículo y aurícula derecha. La extensión subclínica al ventrículo derecho en el infarto al miocardio inferior y su influencia en la mecánica de la aurícula derecha puede valorarse a través del *speckle tracking* bidimensional.

VII. BIBLIOGRAFÍA

1. Andersn HR, Falk E, Nielsen D. Right ventricular infarction: Frequency, size and topography in coronary heart disease: A prospective study comprising 107 consecutive autopsies from a coronary care unit. *J Am Coll Cardiol* [Internet]. 1987 [cited 2018 Dec 18];10(6):1223–32. Available from: https://ac.els-cdn.com/S0735109787801225/1-s2.0-S0735109787801225-main.pdf?_tid=336ea5c9-7e4b-421b-9944-30231ac09c68&acdnat=1545163803_ab15f0ddc381197327b80f75d77e51e8
2. Jensen CJ, Jochims M, Hunold P, Sabin G V, Schlosser T, Bruder O. Right ventricular involvement in acute left ventricular myocardial infarction: Prognostic implications of MRI findings. *Am J Roentgenol* [Internet]. 2010 [cited 2018 Dec 10];194(3):592–8. Available from: www.ajronline.org
3. Ondrus T, Kanovsky J, Novotny T, Andrsova I, Spinar J, Kala P. Right ventricular myocardial infarction: From pathophysiology to prognosis [Internet]. Vol. 18, *Experimental and Clinical Cardiology*. 2013 [cited 2019 Feb 2]. p. 27–30. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3716484/pdf/ecc18027.pdf>
4. Zehender M, Kasper W, Kauder E, Schönthaler M, Geibel A, Olschewski M, et al. Right ventricular infarction as an independent predictor of prognosis after acute inferior myocardial infarction. *New Engl J Med*. 1993;328(14):981–8.
5. Vargas-Barron J, Lopez-Meneses F, Roldan FJ, Romero-Cardenas A, Keirns C, Espinola-Zavaleta N, et al. The impact of right atrial ischemia on inferior

myocardial infarction with extension to right ventricle: Transesophageal echocardiographic examination [Internet]. Vol. 25, Clinical Cardiology. 2002 [cited 2018 Dec 18]. p. 181–6. Available from:

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/clc.4960250409>

6. Goldstein JA, Barzilai B, Rosamond TL, Eisenberg PR, Jaffe AS. Determinants of Hemodynamic Compromise With Severe Right Ventricular Infarction [Internet]. [cited 2019 Feb 2]. Available from: <http://ahajournals.org>
7. Dandel M, Lehmkuhl H, Knosalla C, Suramelashvili N, Hetzer R. Longitudinal Strain Basic Concept. Curr Cardiol Rev [Internet]. 2009 [cited 2018 Dec 18];5:133–48. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2805816/pdf/CCR-5-133.pdf>
8. Lang RM, Badano LP, 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. Eur Heart J Cardiovasc Imaging [Internet]. 2015 [cited 2019 Feb 2];16(3):233–71. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.echo.2014.10.003>
9. Nagueh SF, Smiseth OA, Appleton CP, Byrd BF, Dokainish H, Edvardsen T, et al. Recommendations for the Evaluation of Left Ventricular Diastolic Function by Echocardiography: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. Eur Hear J – Cardiovasc Imaging [Internet]. 2016;17(12):1321–60. Available from: <https://academic.oup.com/ehjci/article-lookup/doi/10.1093/ehjci/jew082>

10. Lau EMT, Tamura Y, McGoon MD, Sitbon O. The 2015 ESC/ERS Guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension: A practical chronicle of progress. In: *European Respiratory Journal* [Internet]. 2015 [cited 2019 Feb 5]. p. 879–82. Available from: <http://www.escardio.org/>
11. Fine NM, Chen L, Bastiansen PM, Frantz RP, Pellikka PA, Oh JK, et al. Reference values for right ventricular strain in patients without cardiopulmonary disease: A prospective evaluation and meta-analysis. *Echocardiography*. 2015;32(5):787–96.
12. Padeletti M, Cameli M, Lisi M, Malandrino A, Zacà V, Mondillo S. Reference values of right atrial longitudinal strain imaging by two-dimensional speckle tracking. *Echocardiography*. 2012;29(2):147–52.
13. Konishi K, Dohi K, Tanimura M, Sato Y, Watanabe K, Sugiura E, et al. Quantifying longitudinal right ventricular dysfunction in patients with old myocardial infarction by using speckle-tracking strain echocardiography. *Cardiovasc Ultrasound* [Internet]. 2013 [cited 2018 Dec 18];11(1). Available from: <http://www.cardiovascularultrasound.com/content/11/1/23>
14. Nourian S, Hosseinsabet A, Jalali A, Mohseni-Badalabadi R. Evaluation of right atrial function by two-dimensional speckle-tracking echocardiography in patients with right ventricular myocardial infarction. *Int J Cardiovasc Imaging* [Internet]. 2017;33(1):47–56. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s10554-016-0975-0>

VIII. ANEXOS

FIGURA 1.

Strain longitudinal normal de la pared libre del ventrículo derecho (A) y de la aurícula derecha (B) en sus tres fases.

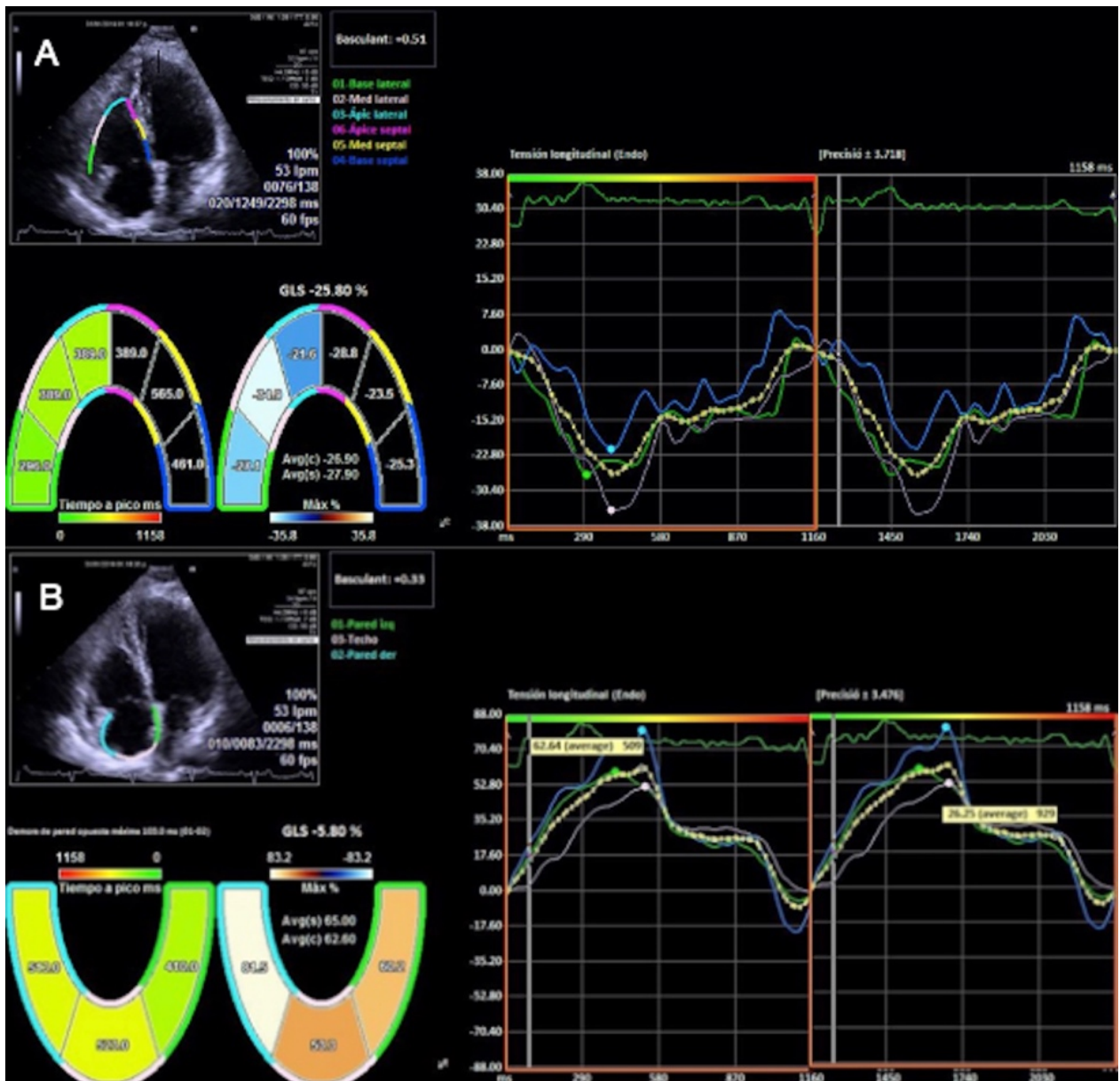


TABLA 1.

Características demográficas y clínicas de los pacientes estudiados

Variable	Grupo I (n=30)	Grupo II (n=30)	Valor de p
Edad en años (mediana, RIC)	65 (54-70)	54 (29-58)	0.01
Hombres (n, %)	25 (83.3)	14 (46.7)	0.03
Mujeres (n, %)	5 (16.7)	16 (53.3)	
Factores de riesgo			
Diabetes mellitus (n, %)	13 (43.4)	2 (6.6)	<0.01
Hipertensión (n, %)	18 (60)	8 (26.7)	<0.01
Dislipidemia (n, %)	9 (30)	2 (6.7)	0.02
Fibrilación auricular paroxística (n, %)	3 (10)	0	0.11
Tabaquismo (n, %)	11 (36.7)	1 (3.3)	<0.01
Enfermedad renal crónica (n, %)	2 (6.7)	0	0.24
Características clínicas del infarto			
Extensión clínica a ventrículo derecho (n, %)	1 (3.3)	0	0.5
Bloqueo aurículo ventricular transitorio (n, %)	3 (10)	0	0.11
Complicación mecánica (n, %)	2 (6.7)	0	0.24
Características del estudio de perfusión miocárdica			
Infarto transmural (n, %)	8 (26.7)	0	<0.01
Infarto no transmural (n, %)	22 (73.3)	0	<0.01
Isquemia residual			
No (n, %)	16 (53.3)	0	<0.01
Leve (n, %)	11 (36.7)	0	<0.01
Moderada (n, %)	2 (6.7)	0	0.24
Severa (n, %)	1 (3.3)	0	0.5

TABLA 2.

Parámetros de ecocardiografía bidimensional, tridimensional y speckle tracking

Variable	Grupo I (n=30)	Grupo II (n=30)	Valor de p
Volumen telesistólico del VI por 3D (ml) (media, DE)	80.2 ± 56	58.7 ± 10.4	<0.01
Volumen telediastólico del VI por 3D (ml) (mediana, RIC)	121 (99.7-150)	89.5 (73-99)	<0.01
Fracción de expulsión del VI por 3D (%) (mediana, RIC)	46 (37-53)	60 (58-63)	<0.01
E/A mitral (mediana, RIC)	0.82 (0.7-1.2)	1.21 (0.97-1.44)	<0.01
E/e' medial (mediana, RIC)	9.59 (7.9-13)	7.7 (6.9-10.5)	0.01
Diámetro telediastólico del VD (mm) (media, DE)	37.6 ± 7.4	34.7 ± 4.39	0.12
TAPSE (mm) (media, DE)	18.6 ± 5.05	21.7 ± 4.1	<0.01
Fracción de acortamiento del VD (%) (media, DE)	37.01 ± 9.06	46.86 ± 7.24	<0.01
S' tricuspídea (cm/s) (media, DE)	9.92 ± 2.68	11.8 ± 1.85	<0.01
Fracción de expulsión del VD por 3D (%) (mediana, RIC)	47.5 (42-52)	54 (49-57)	<0.01
Índice de Tei (media, DE)	0.49 ± 0.18	0.46 ± 0.12	0.60
<i>Speckle tracking</i>			
Strain longitudinal global VI (%) (mediana, RIC)	-13.35 (-17.6 – -9.3)	-22 (-23.2 – -20.4)	<0.01
Strain longitudinal pared libre VD (%) (mediana, RIC)	-26.1 (-32.1 – -17.8)	-30.3 (-36.6 – -27.5)	<0.01
Strain pared libre VD alterado (%) media, DE) (n=14)	-15.7 ± 11.45		
Strain pico AD (fase reservorio) (%) (mediana, RIC)	31.5 (25.2-43)	56.2 (47-66.4)	<0.01
Strain pico AD alterado (%) (media, DE) (n=23)	25.3 ± 8.99		

Strain fase bomba AD (%) (media, DE)	20.17 ± 10.4	24.4 ± 10.4	0.07
Strain fase conducto AD (%) (mediana RIC)	12.5 (59-15.6)	35 (21-47.6)	0.01

VI: Ventrículo izquierdo, *3D*: tres dimensiones, *RIC*: rango intercuartil, *E/A*: relación entre velocidad pico de llenado diastólico temprano y tardío del ventrículo izquierdo, *E/e'*: relación entre velocidad pico de llenado diastólico temprano y velocidad anular diastólica temprana. *VD*: Ventrículo derecho, *DE*: desviación estándar, *TAPSE*: Excursión sistólica del plano anular tricuspídeo (por sus siglas en inglés), *S'*: velocidad sistólica pico del anillo tricuspídeo por doppler tisular. *AD*: Aurícula derecha.

TABLA 3.

Modelo de regresión lineal del strain de cavidades derechas.

Variable	OR	IC 95%	Valor de p
Strain longitudinal pared libre ventrículo derecho <-24%			
Infarto al miocardio inferior	4.3	1.05-17.9	0.04
Fracción de expulsión del ventrículo izquierdo por 3D baja	4.5	1.2-16.6	0.02
Insuficiencia mitral	5.1	1.35-19.5	0.01
Dilatación del ventrículo derecho (diámetro basal >42 mm)	7.02	1.7-29.4	<0.01
TAPSE <17 mm	9	2.01-40.2	<0.01
Fracción de expulsión del ventrículo derecho por 3D <45%	4.8	1.2-18.5	0.02
Presión sistólica de arteria pulmonar estimada >35 mmHg	16.8	3.7-76.6	<0.01
Strain pico aurícula derecha <36%			
Infarto al miocardio inferior	10.8	2.97-39.2	<0.01
Tabaquismo	4.3	0.36-5.21	0.03
Fracción de expulsión del ventrículo izquierdo por 3D baja	7.8	2.3-26.1	<0.01
Insuficiencia mitral	9.5	2.8-31.8	<0.01
S' <9.5 cm/s	4.76	1.4-16.7	0.01
Fracción de expulsión del ventrículo derecho por 3D <45%	15.6	3.01-80.6	<0.01
Presión sistólica de arteria pulmonar >35 mmHg	4.3	1.1-16.4	0.03

OR: Razón de momios (por sus siglas en inglés), IC: Intervalo de confianza, *Fracción de expulsión del ventrículo izquierdo baja*: <52% hombres, <54% mujeres. TAPSE: Excursión sistólica del plano anular tricuspídeo (por sus siglas en inglés), S': velocidad sistólica pico del anillo tricuspídeo por Doppler tisular.