

Evaluación de la mecánica ventricular izquierda mediante speckle tracking en pacientes sanos en la Clínica Shaio

Autor:

Nohra Piedad Romero Vanegas

Especialista en Medicina Interna y Cardiología. Fellow Ecocardiografía. Universidad del Rosario
Facultad de Medicina. División de Postgrados. Fundación Clínica Shaio.

Asesor Temático

Dr. Jaime Rodríguez Martín

Especialista en Medicina Interna y Cardiología

Profesor de Ecocardiografía

Universidad del Rosario – Fundación Clínica Shaio

Asesor Metodológico

Dr. Jorge Armando Carrizosa González

Epidemiólogo Clínico

Universidad del Rosario

Universidad del Rosario – Fundación Clínica Shaio

Bogotá – Colombia

2015

UNIVERSIDAD DEL ROSARIO

FACULTAD

Medicina

DEPARTAMENTO

Ciencias Médicas

TITULO

Evaluación de la mecánica ventricular izquierda mediante speckle tracking en pacientes sanos en la
Clínica Shaio

TIPO DE INVESTIGACIÓN

Investigación Postgrados

INVESTIGADORES

Nohra Piedad Romero Vanegas

Jaime Rodríguez Martín

ASESOR TEMÁTICO

Dr. Jaime Rodríguez Martín

ASESOR METODOLÓGICO

Dr. Jorge Armando Carrizosa González

“La Universidad del Rosario no se hace responsable de los conceptos emitidos por los investigadores en su trabajo, solo velará por el rigor científico, metodológico y ético del mismo en aras de la búsqueda de la verdad y la justicia”.

Agradecimientos

Agradezco al servicio de Cardiología no invasiva de la Fundación Clínica Shaio por permitirme acceder a los datos requeridos para el presente trabajo, al Dr. Jaime Rodríguez Martín por su asesoría clínica para la realización de este proyecto, al Dr. Juan Camilo Jiménez Palomino y a las sonografistas cardiacas Diana Muñoz y Diana Carrillo quienes fueron parte fundamental en la recolección pacientes, datos y toma de imágenes para su posterior análisis.

Tabla de contenido

Resumen.....	7
Abstract	8
Introducción	9
Planteamiento del problema.....	10
Pregunta de investigación	11
Justificación	12
Marco teórico	13
Objetivos	20
Metodología	21
Organigrama.....	26
Consideraciones éticas	27
Conflicto de intereses.....	28
Aspectos administrativos	29
Cronograma.....	30
Presupuesto	31
Resultados	32
Discusión.....	34
Conclusiones	36
Referencias.....	37

Lista de figuras y tablas

Figura 1. Definición topográfica ventricular izquierda en vista apical.....	16
Figura 2. Definición topográfica ventricular izquierda en eje corto.....	17
Figura 3. Diagrama de dispersión simple de la fracción de eyección vs strain global longitudinal	33
Tabla 1. Matriz de definición de variables.....	22
Tabla 2. Instrumento de recolección.....	24
Tabla 3. Cronograma de trabajo.....	30
Tabla 4. Presupuesto.....	31
Tabla 5. Medidas de tendencia central y dispersión de variables cuantitativas demográficas y ecocardiográficas.....	32

Introducción: La ecocardiografía es actualmente la técnica de imagen diagnóstica más utilizada para la evaluación de la anatomía y la función cardiovascular. En la actualidad se está utilizando la ecocardiografía por speckle tracking la cual permite una evaluación mas objetiva y confiable de la función ventricular, sin embargo se requieren valores de referencia que hagan que los valores obtenidos sean válidos y útiles para determinar en forma mas oportuna conductas previas al deterioro de su función.

Objetivo general: Determinar los valores de referencia para mecánica ventricular izquierda mediante ecocardiografía bidimensional por speckle tracking con equipo Toshiba Artida con transductor multifrecuencia de 3 megahertzios en pacientes sin patología cardiaca conocida en la Fundación Clínica Shaio en el año 2014.

Metodología: Análisis de una cohorte prospectiva de todos los pacientes que ingresaron a la Fundación Clínica Shaio para evaluación ecocardiográfica sin patología cardiaca conocida entre los meses Agosto y Diciembre del 2014.

Resultados: Se presenta este estudio de la evaluación de la mecánica ventricular izquierda en adultos sanos, los resultados son similares a los obtenidos en estudios de referencia, sin embargo se consideran de gran importancia ya que de acuerdo a la guía actual de evaluación de la mecánica ventricular por strain rate es importante que cada equipo se encuentre estandarizado con el fin de tener resultados válidos de acuerdo a las diferentes patologías en las que se puede aplicar y a nuestra población.

Términos MeSH: Función cardiovascular, ecocardiografía bidimensional.

Introduction: Echocardiography is currently the diagnostic imaging technique more often used to evaluate cardiovascular anatomy and function. Nowadays speckle tracking echocardiography is being used, which allows a more accurate and objective evaluation of ventricular function, but nevertheless, reference values are needed to make obtained measurements more valid and useful, to determine in an opportunistic way which decisions are needed to make, prior to function deterioration.

Main Objective: To determine reference values for left ventricular mechanics, using Speckle Tracking Two-Dimensional Echocardiography with Toshiba Artida equipment and a 3-megahertz multi-frequency transducer, in patients without any known cardiac pathology at Fundacion Clinica Shaio in 2014.

Methods: Prospective cohort analysis of every patient admitted at Fundacion Clinica Shaio for echocardiographic evaluation without any known cardiac pathology from August to December 2014.

Results: This study about left ventricular mechanics evaluation in healthy adults is presented; the results are similar to those obtained in reference trials, however these are considered of great importance since current guidelines for Strain Rate ventricular mechanics evaluation state that every equipment needs to be standardized to obtain valid results according to our population and all of the different pathologies where this technique can be applied.

MeSH Terms: cardiac function, Two-Dimensional echocardiography.

Introducción

La ecocardiografía es actualmente la técnica de imagen diagnóstica más utilizada para la evaluación de la anatomía y la función cardiovascular. Esta tecnología basada en el ultrasonido ha crecido aceleradamente en los últimos 40 años. Los primeros registros utilizaron el modo M; posteriormente le sucedieron los registros de imágenes bidimensionales y luego la utilización de las diferentes modalidades del Doppler (pulsado, continuo, de flujo a color, tisular). La función sistólica del ventrículo izquierdo es un predictor de sobrevida en pacientes con diferentes clases de patologías y se ha convertido en el parámetro estándar para toma de decisiones médicas, implante de dispositivos o procedimientos quirúrgicos en este tipo de pacientes. Sin embargo este parámetro puede ser afectado por numerosas condiciones fisiológicas, es operador dependiente y adicional a esto existen variaciones significativas inter e intraobservador. En la actualidad se está utilizando la ecocardiografía por seguimiento de marcas la cual permite una evaluación mas objetiva y confiable de la función ventricular considerando como centro la fisiología de la contracción de la fibra miocárdica que permitirá estudios mas enfocados hacia el daño de la misma y determinar en forma mas oportuna una conducta previa al deterioro de su función. Existe una evidencia creciente que muestra que las técnicas de speckle tracking aportan información muy útil de la función ventricular izquierda. Esta técnica todavía considerada nueva, ha llevado a la creación de numerosos software y algoritmos que han mostrado algunas variaciones significativas entre las diferentes casas que los fabrican. Desde el 2010 la Sociedad Europea de Imágenes Cardiovasculares y la Sociedad Americana de Ecocardiografía intentan regular esta variabilidad la cual puede ser debida a factores como las diferencias en la terminología para definir mecánica ventricular y el tipo de datos almacenados que son usados para el análisis cuantitativo; debido a los estas diferencias y con el fin que los datos derivados sean clínicamente útiles, es necesario que existan valores de referencia normales que puedan ser aplicados a la población y que conociendo los mismos puedan ser usados de manera confiable considerando que su potencial uso esta centrado en toma de decisiones en cierta clase de patologías que podrían cambiar el pronóstico de las mismas.

Debido a la heterogeneidad de los estudios existentes actualmente y la falta de un consenso que pueda demarcar los valores de referencia, se diseña este estudio descriptivo, observacional con el fin de usar la ecocardiografía por speckle tracking bidimensional para obtener valores de referencia que puedan ser aplicados a nuestra población.

Planteamiento del problema

La ecocardiografía se ha convertido en una importante herramienta para la evaluación de la función miocárdica, utiliza técnicas cualitativas, semicuantitativas y cuantitativas para evaluar la morfología y su función, sin embargo con el tiempo han aparecido modalidades de visualización diferentes como el doppler tisular que mejoró la cuantificación de la función miocárdica permitiendo cuantificar de mejor manera la función, sin embargo tiene limitaciones para su uso como el haz de incidencia que podría alterar los resultados; recientemente el speckle tracking o ecocardiograma por seguimiento de marcas ha surgido como una técnica para la evaluación cuantitativa y objetiva de la función miocárdica general y regional independientemente del ángulo del haz miocárdico utilizado.

Sus usos son diversos, sin embargo los estudios que existen con esta técnica se han limitado a algunos equipos específicos y en nuestra población no existen estudios que evalúen si los datos de referencia se pueden tomar de manera similar o existen algunas variaciones, por lo que se diseña este estudio descriptivo observacional que busca utilizar la ecocardiografía por seguimiento de marcas bidimensional en pacientes sin patología miocárdica conocida para obtener valores de referencia e igualmente evaluar su relación con sexo y edad.

Pregunta de investigación

¿Cuáles son los valores de referencia para mecánica ventricular izquierda en Colombia mediante ecocardiografía bidimensional por seguimiento de marcas o speckle tracking en pacientes sin patología cardíaca conocida en la Fundación Clínica Shaio en el año 2014?

Justificación

La función ventricular izquierda es un marcador de extrema importancia en el seguimiento de los pacientes previo y con la aparición de enfermedades que afecten el miocardio; por largos años se ha usado la cuantificación de la fracción de eyección como el principal evaluador de la función sistólica basándose en los volúmenes ventriculares en fin de diástole y fin de sístole como medidor indirecto de la función de la fibra miocárdica. Sin embargo a través del tiempo se ha podido encontrar que existen múltiples enfermedades que causan daño en la fibra miocárdica y en su mecanismo de contracción previo a encontrar en imágenes alteración de los volúmenes que puedan hacer cambiar la fracción de eyección. La mecánica longitudinal del ventrículo izquierdo depende predominantemente del subendocardio, que es el más vulnerable y sensible a la presencia de enfermedad miocárdica por lo que la detección de alteración de la mecánica longitudinal puede ser suficiente para identificar precozmente la presencia de enfermedad miocárdica.

Esta técnica ha tenido un amplio crecimiento en los últimos años y su uso en diferentes enfermedades ha tenido un auge significativo, pero es de vital importancia y con el fin que resulte clínicamente útil, establecer valores de referencia en personas sanas, para que luego puedan ser comparadas con los datos obtenidos de los pacientes en los que se sospeche enfermedad cardíaca. Los datos obtenidos actualmente en los estudios utilizan diferentes equipos y poblaciones y hasta el momento en Colombia no existen estudios que puedan ser aplicados a nuestra población como valor de referencia para luego ser aplicados a los pacientes en que se sospeche enfermedad cardíaca.

Es por esto que se diseña este estudio descriptivo en pacientes que asistan a realización de ecocardiograma en la Fundación Clínica Shaio entre Agosto y Diciembre de 2014, quienes no tengan historia de cardiopatía y cuyo estudio bidimensional sea normal con el fin de establecer valores de referencia en adultos para strain longitudinal y evaluar si existe variación con la edad y el sexo.

Marco teórico

La función ventricular izquierda es un predictor poderoso de sobrevida en pacientes afectados por un amplio espectro de enfermedades cardíacas. El parámetro más ampliamente usado para cuantificar la función sistólica ventricular izquierda ha sido la fracción de eyección, siendo catalogado como un predictor de mortalidad y es usado para seleccionar pacientes para procedimientos quirúrgicos implante de dispositivos y tratamiento farmacológico, sin embargo esta técnica es dependiente de carga y dependiente de la experticia de un operador; por lo que se afecta significativamente por la variabilidad intra e interobservador⁽¹⁾.

La función global del ventrículo izquierdo resulta de la contracción y la relajación de la compleja red de fibras miocárdicas y de dos geometrías diferentes de hélices de fibras donde las de geometría helicoidal de giro derecho se encuentra en la capa subendocárdica y se transforma gradualmente en una geometría de giro izquierdo en la capa subepicárdica^{(2) (3)}. Mientras que la fracción de eyección proporciona un índice general de la función ventricular izquierda, no tiene en cuenta otros componentes de la función miocárdica como la deformación y la rotación, que se pueden ver afectados en diferentes grados a pesar que la fracción de eyección permanezca en valores normales⁽⁴⁾.

La ecocardiografía por seguimiento de marcas o speckle tracking bidimensional permite la evaluación de la función de las cámaras cardíacas, es una medida de deformación, expresada como un cambio en porcentaje de una dimensión original de un objeto; el strain rate se refiere a la velocidad a la cual esa deformación ocurre. Es un nuevo instrumento para evaluar la función miocárdica general y regional de manera independiente de forma objetiva y cuantitativa. Los datos de deformación miocárdica (strain) se obtienen mediante la medición automática, fotograma a fotograma, de la distancia entre dos puntos de cada segmento del ventrículo izquierdo durante el ciclo cardíaco, en tres dimensiones (radial, circunferencial y longitudinal)⁽⁵⁾. Esta técnica igual es ampliamente utilizada para evaluar la mecánica rotacional del ventrículo izquierdo.

Esta técnica se basa en el seguimiento cuadro a cuadro de los speckles eco densos delgados en el miocardio y la medida subsecuente de la deformación del ventrículo izquierdo, da una apariencia de tejido granular el cual de otra manera se ve uniforme ante los ojos. Estos speckles no representan estructuras físicas, pero son una estructura compleja con interferencias o ecos de ultrasonido que resultan en reflexiones o reflectores que están espaciados mas cerca en el límite de resolución del

sistema de ultrasonido⁽⁶⁾. Las posiciones relativas de los speckles en el miocardio son estables durante el ciclo cardiaco, su patrón de granos es único para cada región del miocardio, es similar a la huella dactilar para cada región y su seguimiento cuadro a cuadro durante el ciclo cardiaco proporciona información como la deformación miocárdica; aunque es inevitable que algunos speckle se pierdan durante el proceso de seguimiento por ejemplo por movimientos respiratorios, en su gran mayoría son lo suficiente para tener una muestra adecuada para el análisis. El strain se ha trasladado en varias formas de análisis, es libre de interpretaciones subjetivas e independiente del ángulo de insonación por lo que en general permite el entendimiento de la fisiología cardiaca y sus mecanismos.⁽⁷⁾

Esta técnica utiliza las irregularidades acústicas o gránulos blancos y negros de la imagen denominados “speckles” que se observan en el miocardio como resultado de la interacción entre el tejido y el ultrasonido y que cambian de posición en el tiempo. Estos marcadores acústicos son captados y seguidos (tracking) en su desplazamiento en el espacio lo que permite medir la velocidad del tejido, strain y strain rate y nos informa sobre movimiento y deformación tanto global como segmentaria⁽⁸⁾. Durante la contracción el miocardio se acorta longitudinalmente pero debe engrosarse en sentido transversal, produciendo acercamiento o deformación relativa de los speckles en sístole por lo que se establece un valor negativo del strain o porcentaje de proximidad relativa que alcanzan. El grado de deslizamiento aumenta hacia el subendocardio lo que determina su mayor engrosamiento⁽⁹⁾.

El speckle tracking es una técnica que ha sido validada para el estudio de deformación miocárdica mediante sonomicrometría y resonancia magnética⁽¹⁰⁾. Sin embargo actualmente no hay acuerdo entre los equipos y software que pueda universalizar los valores encontrados⁽¹¹⁾. Esta técnica se puede aplicar no solo al ventrículo izquierdo sino que también al derecho y a la aurícula izquierda. Es derivada del strain y del strain rate y es altamente reproducible y mínimamente afectada por la variabilidad intraobservador e interobservador⁽¹¹⁾. Su principal limitante es la dependencia en la calidad de la imagen. Es necesario verificar la calidad de la información que da el instrumento y efectuar los ajustes manuales en caso de ser necesario. Igualmente el adelgazamiento de segmentos miocárdicos puede afectar la precisión en las medidas al igual que el engrosamiento irregular y la geometría de los segmentos remodelados puede llevar a variabilidad en las regiones de interés que puede resultar en datos variables. Actualmente no existe estandarización para todos los equipos y software existentes por lo que hasta que se logre una estandarización universal, cada laboratorio de ecocardiografía debe identificar sus valores normales con cada paquete de análisis y el uso del mismo

software en los estudios seriales⁽¹¹⁾⁽¹²⁾.

La detección de la alteración de la mecánica longitudinal puede ser suficiente para identificar precozmente la presencia de enfermedad miocárdica. El análisis permite caracterizar el compromiso transmural miocárdico en enfermedades como pericarditis constrictiva, radioterapia, enfermedad coronaria por considerar el subendocardio el área mas vulnerable a la isquemia por lo que la disminución del strain longitudinal cambia aun cuando el engrosamiento de la pared parezca visualmente normal⁽¹³⁾. Igualmente con esta técnica es posible detectar la viabilidad miocárdica en los territorios infartados y un papel importante en la cuantificación ecocardiográfica en estrés con dobutamina⁽¹²⁾⁽¹⁴⁾.

Igualmente tiene aplicación en hipertrofia ventricular izquierda donde se ha usado para detectar cambios subclínicos en el miocardio y diferenciar sus diferentes variedades.

En cardiopatía inducida por quimioterapia ha tenido gran aplicación ya que al detectar daño subclínico en pacientes con fracción de eyección normal podría ayudar a suspensión o cambio de terapia.

En general las características del strain y del strain rate permiten detectar el componente subclínico de la función ventricular en diversas patologías por lo que su utilidad creciente ha hecho que esta técnica se deba incorporar al estudio de la función ventricular y su mecánica como complemento a las técnicas usadas actualmente, ya que aporta información adicional que no se puede obtener por otras técnicas, sin embargo todavía requiere mas experiencia en su aplicación clínica con el fin de mejorar información diagnóstica sino integrarla a la conducta terapéutica del paciente⁽¹⁵⁾⁽¹⁶⁾.

Existe una creciente evidencia que muestra que la deformación miocárdica por doppler o técnica de speckle tracking aporta información creciente en el ámbito clínico.⁽¹⁷⁾ Se ha demostrado que las imágenes de deformación proporciona información única de la función ventricular regional y global con estudios que muestran una variabilidad intra e interobservador mínima en evaluar la función regional ventricular izquierda.⁽¹⁸⁾

Las principales áreas de aplicación de esas técnicas han sido evaluadas en enfermedad isquémica, cardiomiopatías, disfunción diastólica del ventrículo izquierdo y detectando disfunción miocárdica subclínica en pacientes quienes reciben quimioterapia asociada a cáncer o en personas con

enfermedades valvulares⁽¹⁹⁾.

A través de los años el número de software y algoritmos han entrado al mercado, pero ha existido una limitación práctica para el uso de los mismos en la práctica de rutina y ha sido la variabilidad significativa entre los mismos. Esta variabilidad se relaciona con muchos factores: diferencias en la terminología que describe la mecánica miocárdica; el tipo de datos almacenados usado para el análisis cuantitativo; la modalidad para medir los parámetros básicos y por ende variabilidad en los resultados. (20) (21) (22)

Las definiciones geométricas se define de acuerdo a la región miocárdica de interés que se define por los bordes endocárdico, epicárdico y la línea media miocárdica, los cuales pueden ser definidos o generados de forma automática; en este último caso es permitido revisar los bordes y si es necesario editarlos de forma manual. Se debe tener mucho cuidado con la definición de la región de interés, ya que la inclusión del pericardio puede resultar en reducción del strain medido. Las medidas endocárdicas pretenden valorar el comportamiento del borde endocárdico, las medidas de la línea media se refieren al comportamiento del área media de la región de interés y las medidas epicárdicas representan el comportamiento del borde epicárdico, logrando obtener una representación de todo el espesor del miocardio. Es igualmente importante definir los segmentos como las unidades anatómicas de miocardio para el que se van a reportar varios análisis de strain. Se deben tomar vistas apicales con su definición topográfica correspondiente: base izquierda / derecha, medio basal y apical al igual que la región miocárdica desde la base hasta el ápex, como se demuestra en la figura 1.

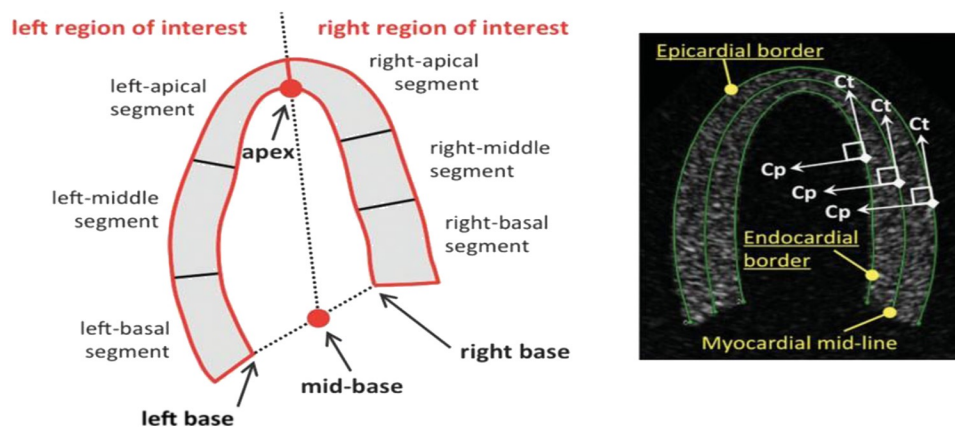


Figura 1. Definición topográfica ventricular izquierda en vista apical. Tomado de *Definitions for a Common Standard for 2D Speckle Tracking Echocardiography: Consensus Document of the EACVI/ASE/Industry Task Force to Standardize Deformation Imaging*.

En la proyección de eje corto se debe igualmente tener en cuenta su división topográfica. Los segmentos se deben definir midiendo el ángulo relativo al centro de la cavidad usando la inserción anterior de la pared libre del ventrículo derecho como una referencia anatómica⁽²³⁾, como se demuestra en la Figura 2.

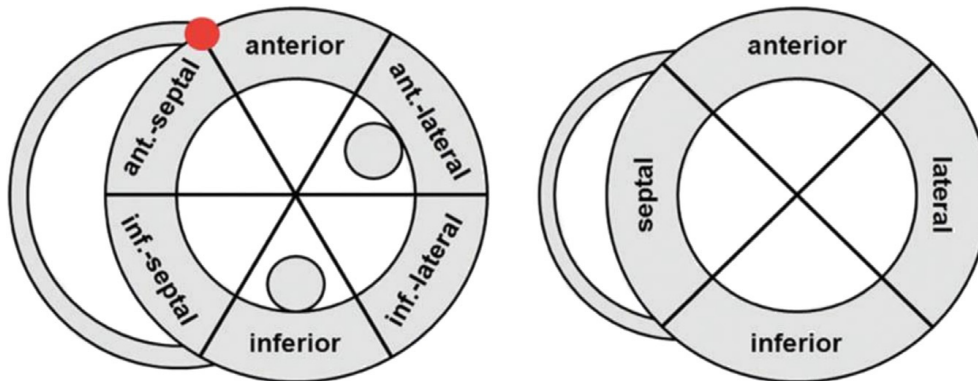


Figura 2. Definición topográfica ventricular izquierda en eje corto. Tomado de Definitions for a Common Standard for 2D Speckle Tracking Echocardiography: Consensus Document of the EACVI/ASE/Industry Task Force to Standardize Deformation Imaging.

Los modelos de segmentación son construidos para reflejar los territorios de perfusión coronaria con el fin de permitir la comparación con la ecocardiografía y otras modalidades de imagen. De acuerdo a esto, el modelo de 17 segmentos es usado habitualmente, pero se puede usar igualmente el modelo de 16 o 18 segmentos, sin embargo esta segmentación es automáticamente propuesta en el análisis de software por lo que se debe conocer para poder elegir e interpretar de forma adecuada⁽²³⁾.

Velocidad: La velocidad es un vectorial de cantidad con una dirección y una amplitud. As velocidades son comúnmente reportadas solo como medida pero algunas veces son reportadas después de sustraer la ventaja de velocidad del total del ventrículo izquierdo. En las vistas apicales, el vector de velocidad se proyecta en dos componentes:

Vr: Componente radial, el cual es perpendicular al borde endocárdico que se asume que es positivo cuando se dirige hacia la cavidad (contracción).

Vl: Componente longitudinal, el cual es tangencial al borde endocárdico y que se asume que es positivo cuando se dirige desde la base hacia el ápex.

En el eje corto, el vector de velocidad igualmente es proyectado en dos componentes:

Vr: Componente radial, el cual es perpendicular al borde endocárdico y que se asume que es positivo cuando se dirige hacia la cavidad.

Vc: Componente circunferencial, el cual es tangencial al borde endocárdico. El componente tangencial o rotacional se asume que es positivo cuando va en contra de las manecillas del reloj en un eje corto convencional. La velocidad circunferencial puede ser reportada como velocidad angular (tasa de rotación). Para esto la velocidad se divide por la distancia desde el centro de la cavidades y es reportada en radiales por segundo o grados por segundo. Se recomienda reportar las velocidades perpendiculares o tangenciales hacia el borde definido.

Desplazamiento: se define como la integral de tiempo de la velocidad correspondiente.

El desplazamiento longitudinal, circunferencial y radial son dados por la fórmula de integración usando las velocidades longitudinales y radiales.

Deformación y tasa de deformación (strain y strain rate): Strain describe la deformación de un objeto normalizado a su forma y tamaño original. Strain rate describe la tasa de deformación (es decir que tan rápido la deformación ocurre). Strain es una entidad sin dimensión que se reporta como fracción o porcentaje.

Mecanismo rotacional: La deformación rotacional del ventrículo izquierdo alrededor de su eje largo se describe por dos parámetros. La diferencia en la rotación sistólica del miocardio en la vista apical y en el eje corto basal se refiere comúnmente a la torsión y se reporta en grados⁽²⁴⁾. Si se normaliza a la distancia entre los respectivos planos de imagen, se refiere como torsión y se reporta en grados/cm, siendo este último mas preciso físicamente. En general la deformación y la torsión describen la deformación rotacional del ventrículo izquierdo hacia su eje largo. Ambos parámetros son pobremente definidos en ecocardiografía bidimensional.

La calidad del tracking puede ser subóptima si las regiones del miocardio son pobremente visualizadas, si existen artefactos de imagen (reverberaciones) que comprometen el reconocimiento del speckle o si la resolución espacial o temporal de la adquisición de la imagen es insuficiente. De acuerdo a la recomendación del task force el análisis del software debe ofrecer una medida automatizada de

calidad de seguimiento y debe ser posible revisar la calidad de seguimiento comparando la imagen de base con la superpuesta con el speckle y las curvas derivadas del mismo.

Respecto a los aspectos específicos de las medidas de Strain y Strain rate en ecocardiografía es necesario conocer el Strain natural vs Lagrangian, ya que existen algunas circunstancias en las cuales es más apropiado usar el strain Lagrangian que el natural y otras veces en que lo opuesto es más exacto⁽²⁵⁾.

Dentro de las limitaciones de la técnica existen algunas de tipo intrínseco relacionadas a las imágenes de strain. La limitación más crítica es la estabilidad temporal de los patrones de seguimiento. Los patrones de speckle son generados por la interferencia de las ondas de ultrasonido reflejadas desde las estructuras tisulares y no son estables temporalmente no solo por el movimiento a través del plano, sino también debido a los cambios fisiológicos de las estructuras tisulares y cambios en los ángulos de interrogación entre los tejidos móviles y el haz de ultrasonido. La acumulación de pequeños errores en detección de los patrones de seguimiento pueden llevar a resultados inexactos⁽²⁶⁾.

Objetivos

Objetivo general

- Determinar los valores de referencia para mecánica ventricular izquierda mediante ecocardiografía bidimensional por seguimiento de marcas con equipo Toshiba Artida con transductor multifrecuencia de 3 megahertzios en pacientes sin patología cardíaca conocida en la Fundación Clínica Shaio en el año 2014.

Objetivo específico

- Comparar la función ventricular observada ecocardiográficamente mediante strain longitudinal global en pacientes con patología cardíaca conocida.

Metodología

Diseño: Para responder a la pregunta de investigación se realizó un estudio observacional, con análisis de una cohorte prospectiva de todos los pacientes que ingresaron a la Fundación Clínica Shaio para evaluación ecocardiográfica sin patología cardíaca previa conocida entre los meses Agosto y Diciembre del año 2014.

La inclusión de los pacientes al estudio se realizó de forma dinámica, mediante búsqueda activa de candidatos potenciales entre los usuarios de la Fundación Clínica Shaio; la recolección de datos referente a las variables de estudio fueron consignadas en un documento de Microsoft Excel 2007 diseñado previamente como instrumento de recolección.

Se realizó un análisis descriptivo con la información obtenida, los datos fueron procesados mediante el paquete estadístico SPSSv19.0, y los resultados se consignaron en el protocolo para cada una de las variables en forma de tablas o gráficos.

Criterios de inclusión:

1. Pacientes que ingresaron a realización de ecocardiograma transtorácico con equipo Toshiba Artida en la Clínica Shaio entre Agosto de 2014 y Diciembre de 2014.
2. Mayores de 18 años.

Criterios de exclusión:

1. Presencia de patología cardiovascular: cardiopatía isquémica, cardiopatía valvular.
2. Pacientes con procedimientos cardiovasculares previos: Revascularización miocárdica o cambios valvulares.
3. Pobre ventana acústica que limite la interpretación del strain rate, definiendo mala ventana acústica como la pobre visualización endocárdica de más de dos segmentos del ventrículo izquierdo.
4. Presencia de disfunción diastólica.
5. No uso de medicaciones cardiovasculares.
6. Historia de hipertensión arterial, diabetes mellitus y/o dislipidemia.

Población:

Universo: Pacientes que asisten a la Fundación Clínica Shaio en el año 2014.

Población de referencia: Pacientes que asisten a Fundación Clínica Shaio para realización de ecocardiograma en el año 2014.

Población del estudio: Pacientes que ingresan Fundación Clínica Shaio para realización de ecocardiograma en el año 2014 en equipo Toshiba Artida que cumplieron los criterios de inclusión.

Muestra: La muestra se tomó por conveniencia, dado que se trata de un estudio descriptivo en pacientes sin patología cardiovascular previa conocida, con el fin de caracterizar la población de referencia en la ciudad de Bogotá. Sin embargo para dar validez al estudio se calculó un tamaño muestral basado en el estudio de Kocabay y colaboradores^[4], en el que se caracterizaron las variables clínicas y ecocardiográficas de 247 voluntarios sanos. Se encontró en este estudio un valor de strain global longitudinal de -21,5% (desviación estándar 2,0) y un nivel de normalidad asumido como 2 desviaciones estándar de la media (-16,9% en hombres y -18,5% en mujeres); con cuyos datos se obtuvo una muestra de 37 pacientes por método de precisión en términos de porcentaje alrededor de la media de dos colas y un error tipo I de 0,05.

Tabla 1. Matriz de definición de variables

Variable	Definición conceptual	Escala de medición		Definición operacional
		Tipo	Nivel de medición	
Edad	Número de años cumplidos desde 18 en adelante.	Cuantitativa	Discreto Razón	Edad en años cumplidos

Sexo	Género del paciente según corresponda a masculino o femenino.	Cualitativa	Nominal Dicotómica	1. Masculino 2. Femenino
Superficie corporal	Área de superficie corporal del paciente calculado mediante la fórmula de Mosteller: $\sqrt{\text{altura}(\text{cms}) \times \text{peso}(\text{kg}) / 3600}$.	Cuantitativa	Continua Razón	Superficie corporal medida en metros cuadrados.
Peso	Peso del paciente medido en kilogramos previo a la realización del ecocardiograma.	Cuantitativa	Continua Razón	Peso del paciente medido en kilogramos.
Strain longitudinal global	Grado de deformación miocárdica	Cuantitativa	Continua Razón	Porcentaje medido de deformación miocárdica.
Fracción de eyección	Evaluación de la función ventricular sistólica izquierda mediante la diferencia entre	Cuantitativa	Continua Razón	Porcentaje del volumen eyectado por el ventrículo izquierdo al final de la sístole.

	el volumen de fin de diástole y el volumen de fin de sístole.			
--	---	--	--	--

Recolección de la información y procedimientos:

Se seleccionaron los pacientes sanos que asistieron entre Agosto y Diciembre del año 2014 a la Fundación Clínica Shaio ubicada en la ciudad de Bogotá, Colombia que permitieron la realización del ecocardiograma transtorácico con medición de strain rate longitudinal para evaluar la función ventricular izquierda previo a una explicación amplia del procedimiento a realizar, los riesgos y beneficios del mismo. La información se recolectó en un instrumento en Excel 2010.

Riesgos para el paciente: Hallazgo de anomalías ecocardiográficas de forma incidental no conocidas por el paciente, en caso tal se conducirá al paciente a consulta de cardiología general.

Tabla 2. Instrumento de recolección.

Número de paciente	Número de historia clínica	Edad	Sexo	Área de superficie corporal	Peso	Strain longitudinal	Fracción de eyección
--------------------	----------------------------	------	------	-----------------------------	------	---------------------	----------------------

Control de sesgos:

Sesgo de información: todos los datos de las variables fueron recolectadas por fellow de ecocardiografía con entrenamiento en la recolección, y participaron de forma activa durante la evaluación de los pacientes.

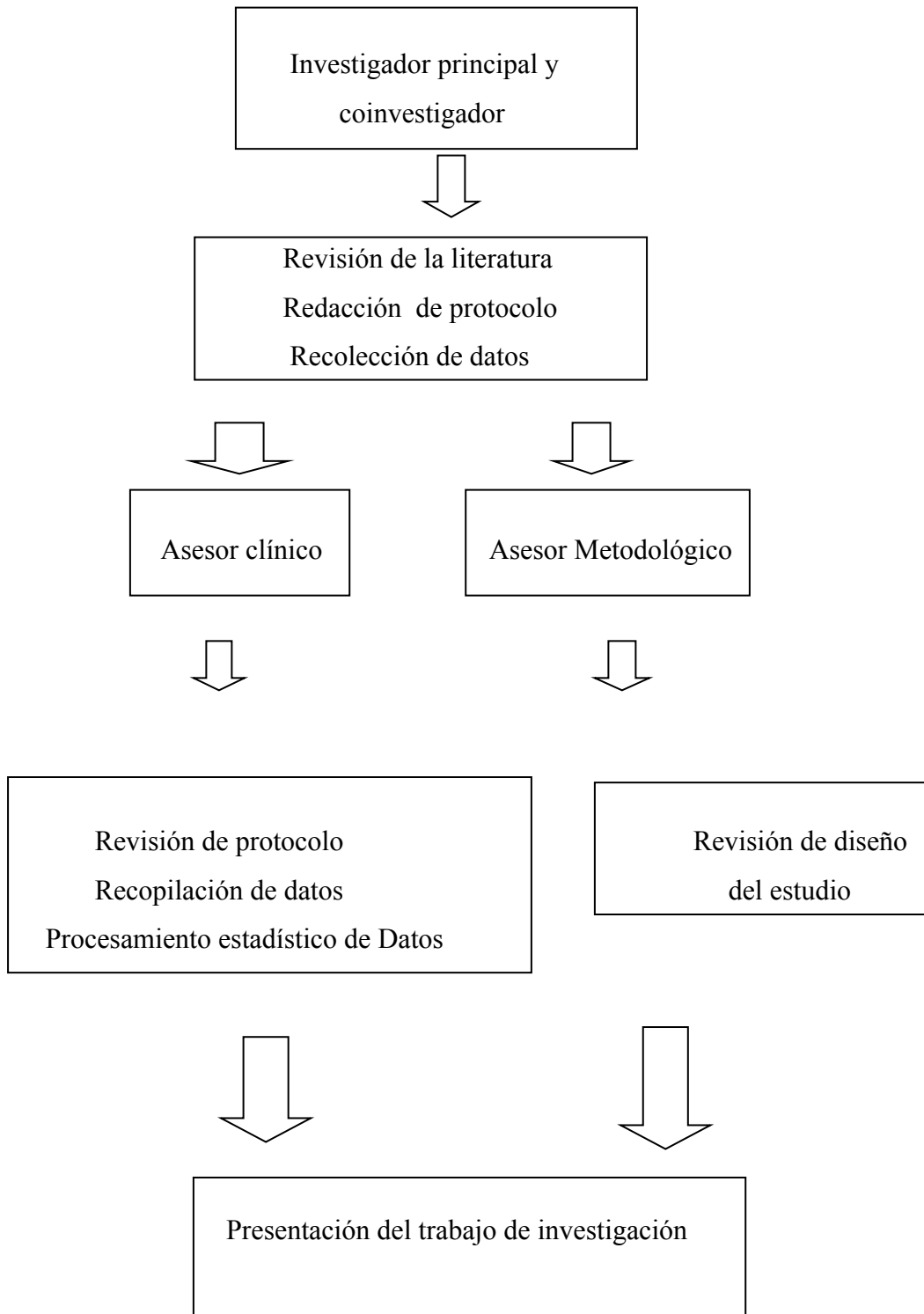
Sesgo de medición: las variables nominales, fueron categorizadas previamente al inicio de la recolección, con una definición previa conocida, la cual fue seguida durante el ingreso de las mismas a la base de datos.

Sesgo de muestreo: para la recolección de la muestra se tomó sistemáticamente la información de todas las variables para cada uno de los sujetos en estudio en estricto orden de aparición en la base de datos.

Sesgo de análisis: previo al procesamiento de la información, se verifico dos veces la no existencia de datos duplicados, así como la correcta codificación de las variables con base en una plantilla inicial corroborada con la historia clínica de cada sujeto de estudio.

Sesgo de interpretación: se diseñó con anterioridad un plan de análisis estadístico, en el que se establecieron los procedimientos a seguir de acuerdo al objetivo general y específicos.

Organigrama



Consideraciones éticas

El presente estudio está basado en la recolección de información de medidas antropométricas y ecocardiográficas únicamente, procedimientos no invasivos y sin riesgo directo para el paciente, no incluye la toma de muestras biológicas adicionales a las registradas en la historia clínica del paciente como parte de la atención regular del mismo.

De acuerdo a la normatividad internacional, particularmente la declaración de Helsinki y a las pautas éticas para la investigación biomédica preparadas por el Consejo de Organizaciones Internacionales de las Ciencias Médicas –CIOMS–, se establece un riesgo menor al mínimo; y se declara que se realizara con adherencia a los tres principios éticos básicos: respeto por las personas, beneficencia y justicia.

El riesgo ético de esta propuesta de investigación según la resolución 8430 del 4 de Octubre de 1993 del Ministerio de Salud, artículo 11, literal B, se corresponde con una investigación con riesgo mínimo, pues según la metodología descrita y el plan de desarrollo de la misma, que incluye un modelo expresamente observacional, cuya única intervención es la realización de medidas ecocardiográficas en pacientes presumiblemente sanos, el cual es un procedimiento no invasivo, sin toma de muestras biológicas o requerimiento de aplicación de medicamentos o medidas particulares para su realización; adicionalmente se asegura que no se le identificará pública ni privadamente al paciente, y sus datos personales serán de tratamiento exclusivo por el investigador y se mantendrá la confidencialidad de la información relacionada con su privacidad según el artículo 15, literal H.

Esta propuesta de investigación fue evaluada por el comité de ética médica la Fundación Clínica Shaio. Para el desarrollo del presente protocolo se prescindió del consentimiento informado por escrito, dado que se trata de una investigación sin riesgo según lo establecido en el artículo 16, párrafo primero de dicha resolución y se explicó de forma verbal a todos los pacientes la evaluación a realizar para der cumplimiento al objetivo del estudio.

Conflicto de intereses

Los autores declaramos que no existe conflicto de intereses en la realización del presente estudio.

Aspectos administrativos

Recursos

Humanos:

- *Investigadores:* Los investigadores: Fellow ecocardiografía y sonografistas se encargarán de la recolección de los datos, la tabulación, el análisis, la realización de los informes y la presentación de los resultados. Estos mismos serán revisados por los profesores de ecocardiografía de la clínica Shaio (Doctores Camilo Roa y Jaime Rodríguez)

Actividades de la investigación:

1. Realización de ecocardiograma transtorácico.
2. Recolección de datos.
3. Resultados y análisis.

Cronograma

Tabla 3. Cronograma de trabajo.

ACTIVIDAD/ AÑO	2014 - 2015						
	MES	MAR- JUN	JUL - AGO	SEP - OCT	NOV - DIC	ENE - FEB	MAR- ABR
Realización y ajuste de protocolo							
Aprobación por el comité de ética e investigación							
Recolección de Datos							
Tabulación de Datos							
Análisis estadístico							
Informe Final							
Presentación y Socialización de resultados							

Presupuesto

Autofinanciamiento

Tabla 4. Presupuesto.

	Costo
Papelería	80.000,00
Ecocardiogramas	6.000.000
Procesamiento de información	0,0
Análisis	200.000,0
Impresión	200.000,0
TOTAL	6.480.000,0

Resultados

Tabla 1. Medidas de tendencia central y dispersión de variables cuantitativas demográficas y ecocardiográficas.

		Edad	Área de superficie corporal	Índice de masa del ventrículo izquierdo	Fracción de eyección del ventrículo izquierdo	Strain global longitudinal	Grosor relativo posterior
N	Válidos	29	29	29	29	29	29
Media		36,21	1,6693	77,52	61,38	-18,52	0,35
Mediana		35	1,68	70	61	-18	0,33
Desviación estándar		15,866	0,16712	26,269	3,53	1,765	0,07969

Se incluyeron un total de 29 pacientes que cumplían con los criterios de inclusión; en la tabla 1 se muestran las medidas de tendencia central y de dispersión de las variables cuantitativas, no se hace referencia a la distribución por género, pues solo el 10% de la muestra estuvo conformada por hombres. Se encuentra que el promedio de edad fue de 36 años, con alrededor de 62 kilogramos de peso y 1,60 metros de estatura dentro de las variables demográficas. En las variables ecocardiográficas se encontró que el promedio de strain global longitudinal fue de -18,5 con una desviación estándar de 1,76, todos los pacientes tenían una función sistólica preservada, y el 50% de los pacientes tuvo un índice de masa del ventrículo izquierdo de 70 o menos, y el grosor relativo posterior estuvo dentro de límites normales con promedio de 0,35.

En la figura 1 se muestra la dispersión simple de puntos entre la fracción de eyección del ventrículo izquierdo y el strain global longitudinal, encontrando una distribución que no tiende a agruparse, con un coeficiente de determinación que indica que la relación entre estas dos variables es tan solo de 3,7%, lo que sugiere que estas son independientes.

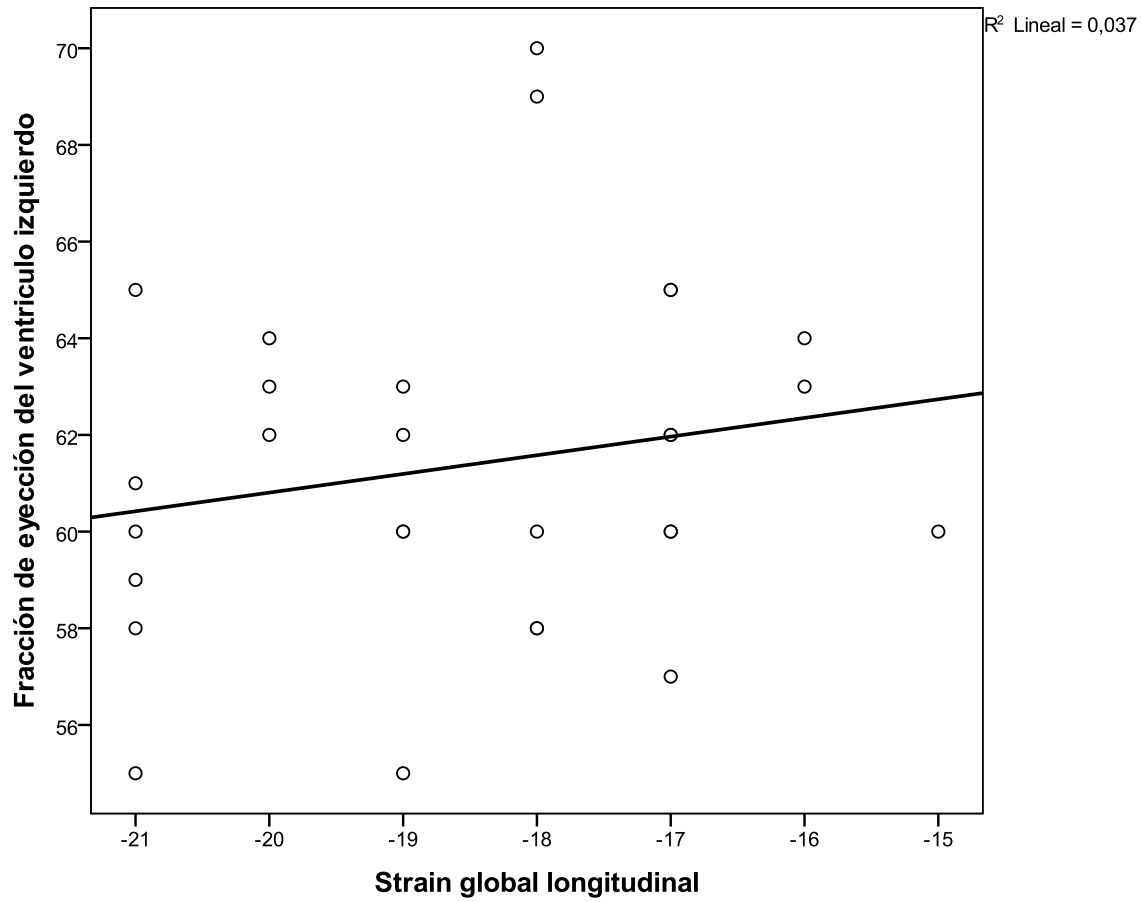


Figura 1. Diagrama de dispersión simple de la fracción de eyección vs strain global longitudinal

Discusión

Diferentes estudios han presentado evaluaciones de la mecánica del ventrículo izquierdo en adultos sanos, emitiendo valores de referencia para strain longitudinal global los cuales han oscilado entre $-15,9$ y $-22,1\%$ (media, $-19,7\%$)⁽²⁸⁾, resultados que no muestran gran variación respecto al estudio actual. Dentro de las recomendaciones para la estandarización de equipos se encuentra que se obtengan resultados a partir de muestras en voluntarios sanos, metaanálisis publicado por Yingchoncharoen y colaboradores en el año 2013, considerando que utilizando población completamente sana evitaría sesgos dentro de la muestra lo que permitiría obtener valores de referencia mas exactos; sin embargo dentro de los análisis de diferentes estudios no se han mostrado variaciones significativas en los promedios obtenidos si la muestra es tomado dentro de los individuos que asisten a toma de ecocardiograma por alguna razón y su resultado es normal⁽²⁸⁾.

Si extrapoláramos las diferencias entre sexo para deformación miocárdica los estudios no han sido concluyentes y los resultados siguen mostrando grandes variaciones que no han permitido elaborar una recomendación respecto a esta variación⁽²⁹⁾ y en el presente estudio no se puede mostrar una diferencia a la distribución por género ya que el 90% de la población era de sexo femenino.

Igualmente la diferencia por edad continua siendo controversial, algunos estudios como los de Kuznetsova, Dalen y colaboradores, han descrito reducción de los valores en strain longitudinal global con el avance de la edad⁽³⁰⁾⁽³¹⁾, sin embargo otros estudios no han mostrado cambios⁽²⁸⁾ como el metaanálisis publicado por Yingchoncharoen donde no se mostró un efecto de la edad en el strain longitudinal general⁽³²⁾. La población incluida en el estudio actual tiene una edad promedio de 36 años y la inclusión de ancianos fue baja por lo que no es fácil documentar un efecto significativo.

De acuerdo al índice de masa corporal la mayoría de los estudios han mostrado diferencias en lo que respecta al strain longitudinal global⁽²⁸⁾, sin embargo en el metaanálisis publicado en el 2013 indica que el índice de masa corporal no es un factor determinante significativo y en el estudio actual tampoco se encontró variación.

Igualmente se intentó establecer una relación del strain rate con la fracción de eyección sin encontrar correlación lineal por lo que posiblemente pueda ser un factor independiente. En la mayoría de estudios publicados donde existe relación con la misma⁽³³⁾, sin embargo el estudio reciente de Parma y colaboradores muestra que el *strain* longitudinal apical 4 cámaras es un predictor independiente de la fracción de eyección en sujetos normales⁽³⁴⁾.

Se encontró en el presente estudio que los resultados son similares a los obtenidos en estudios de referencia, esto se considera de gran importancia ya que de acuerdo a la guía actual de evaluación de la mecánica ventricular por strain rate es importante que cada equipo se encuentre estandarizado con el fin de hacer estudios que muestren resultados válidos de acuerdo a cada población. Con el uso actual creciente de esta técnica y su uso potencial en diferentes patologías es de esperar que se alcance una estandarización con los valores de strain obtenidos con equipos de diferentes fabricantes así como lo muestra la iniciativa de la Sociedad Europea de Imágenes Cardiovasculares y la Sociedad Americana de Ecocardiografía cuya iniciativa desde el 2013 es la estandarización de valores de strain rate para continuar investigaciones en diferentes patologías⁽³⁵⁾.

Conclusiones

Se encontró que los valores reportados en la literatura que oscilan entre $-15,9$ y $-22,1\%$ (media $-19,7\%$)⁽²⁸⁾, han sido realizados en diferentes software y son similares a los encontrados en el presente estudio. La edad, sexo y superficie corporal en pacientes sin comorbilidad no mostraron diferencias significativas e igualmente no se encontró correlación lineal entre el valor de strain longitudinal global y la fracción de eyección.

Sin embargo se requieren estudios analíticos con mayor muestra para lograr establecer la relación entre el strain longitudinal global, las diferentes variables demográficas y la fracción de eyección; la variación existente respecto al valor de referencia y así facilitar su aplicación en nuestra población.

Referencias

1. Zaca V. Echocardiography in the assessment of left ventricular longitudinal systolic function: current methodology and clinical applications. *Heart Fail Rev.* 2010; 15: p. 23-27.
2. S. N. Left ventricular rotation and twist: why should we learn? *J Cardio-vasc Ultrasound.* 2011; 19: p. 1-6.
3. Poveda F. Estudio tractográfico de la anatomía helicoidal del miocardio ventricular mediante resonancia magnética por tensor de difusión. *Rev Esp Cardiol.* 2013; 66: p. 782–90. Poveda F G. Estudio tractográfico de la anatomía helicoidal del miocardio ventricular mediante resonancia magnética por tensor de difusión. *Rev Esp Cardiol.* 2013; 66: p. 782–90.
4. Gonenc Kocabay. Normal Left Ventricular Mechanics by Two-dimensional Speckle-tracking Echocardiography. Reference Values in Healthy Adults. *Revista Española de Cardiología.* 2014 Aug; 67(8): p. 651-658.
5. Pinto M. Strain: Una ventana a la mecánica ventricular. *Rev Chil Cardiol.* 2011; 31(1): p. 95-102.
6. Reisner SA. Global longitudinal strain: a novel index of left ventricular systolic function. *J Am Soc Echocardiogr.* 2004;(17): p. 630–633.
7. Bohs L. A novel method for angle independent ultrasonic imaging of blood flow and tissue motion.. *IEEE Trans Biomed Engin.* 1991;(38): p. 280–286.
8. BD H. Strain and strain rate echocardiography and coronaria artery disease. *Circ Cardiovasc Imaging.* 2011;(4): p. 179-90.
9. Biswas M. Two and three-dimensional speckle tracking echocardiography: clinical applications and future directions. *Echocardiography.* 2013;(30): p. 88-105.
10. Pirat B. A novel feature-tracking echocardiographic method for the quantitation of regional myocardial function: validation in an animal model of ischemia-reperfusion. *J Am Coll Cardiol.* 2008; 51: p. 651-9.
11. Nelson MR. Echocardiographic measures of myocardial deformation by speckle-tracking technologies: the need for standardization? *J Am Soc Echocardiogr.* 2012; 25: p. 1189–94.
12. Marcus K. Reference values for myocardial two-dimensional strain echocardiography in a healthy pediatric and young adult cohort. *J Am Soc Echocardiogr.* 2011; 24: p. 625–36.

13. Becker M. Analysis of myocardial deformation based on pixel tracking in two dimensional echocardiographic images enables quantitative assessment of regional left ventricular function. *Heart*. 2006; 92: p. 1102-8.
14. Choi J. Longitudinal 2D strain at rest predicts the presence of left main and three vessel coronary artery disease patients without regional wall motion abnormality. *Eur J Echocardiogr*. 2009; 10(5): p. 695-701.
15. Takeuchi M. The assessment of left ventricular twist in anterior wall myocardial infarction using two dimensional speckle tracking imaging. *J Am Echocardiogr*. 2007;(20): p. 36-44.
16. Hanekom L. Comparison of two-dimensional speckle and tissue Doppler strain measurement during dobutamine stress echocardiography: an angiographic correlation. *Eur Heart J*. 2007; 28: p. 1765-72.
17. Mor-Avi V. Current and evolving echocardiographic techniques for the quantitative evaluation of cardiac mechanics: ASE/EAE consensus statement on methodology and indications endorsed by the Japanese Society of Echocardiography. *Eur J Echocardiogr*. 2011;(12): p. 167-205.
18. Geyer H C. Assessment of myocardial mechanics using speckle tracking echocardiography: fundamentals and clinical applications. *J Am Soc Echocardiogr*. 2010;(23): p. 351-69.
19. Mondillo S. Speckle tracking echocardiography: a new technique for assessing myocardial function. *J Ultrasound Med*. 2011;(30): p. 71-83.
20. Manovel A. Assessment of left ventricular function by different speckle tracking software. *Eur J Echocardiogr*. 2010;(11): p. 417-21.
21. Takigiku K. Normal range of ventricular 2 dimensional strain. Japanese Ultrasound Speckle Tracking of the left ventricle (JUSTICE) study. *Circ J*. 2012;(76): p. 262-332.
22. Negishi K. What is the primary source of discordance in strain measurement between vendors: imaging or analysis? *Ultrasound Med Biol*. 2013;(39): p. 714-20.
23. Cerqueira MD. Standardized myocardial segmentation and nomenclature for tomographic imaging of the heart. A statement for healthcare professional from the Cardiac Imaging Committee of the Council on Clinical Cardiology of the American Heart Association. *Circulation*. 2002;(105): p. 539-42.
24. D'hooge J. Regional strain and strain rate measurements by cardiac ultrasound: principles, implementation and limitations. *Eur J Echocardiogr*. 2000;(1): p. 154-70.

25. Notomi Y. Measurement of ventricular torsion by two-dimensional ultrasound speckle tracking imaging. J Am Coll Cardiol. 2005;(45): p. 2034-41.
26. Badano LP. Use of three-dimensional speckle tracking to assess left ventricular myocardial mechanics: inter-ventro consistency and reproducibility of strain measurements. Eur Heart J Cardiovasc Imaging. 2013;(14): p. 285-93.
27. F. TG. La mecánica agonista-antagonista de los segmentos descendente y ascendente de la banda miocárdica ventricular. Rev Esp Cardiol. 2001; 54: p. 1091-102.
28. Reckefuss N, Butz T, Horstkotte D, Faber L. Evaluation of longitudinal and radial left ventricular function by two-dimensional speckle-tracking echocardiography in a large cohort of normal probands. Int J Cardiovasc Imaging. 2011; 27:515-26.
29. Marcus KA, Mavinkurve-Groothuis AM, Barends M, van Dijk A, Feuth T, De Korte C, et al. Reference values for myocardial two-dimensional strain echocardiography in a healthy pediatric and young adult cohort. J Am Soc Echocardiogr. 2011; 24:625-36.
30. Kuznetsova T, Herbots L, Richart T, D'hooge J, Thijs L, Fagard RH, et al. Left ventricular strain and strain rate in a general population. Eur Heart J. 2008; 29:2014-23.
31. Dalen H, Thorstensen A, Aase SA, Ingul CB, Torp H, Vatten LJ, et al. Segmental and global longitudinal strain and strain rate based on echocardiography of healthy individuals: the HUNT study in Norway. Eur J Echocardiogr. 2010; 11:176-83.
32. Yingchoncharoen T, Agarwal S, Popovic ZB, Marwick TH. Normal ranges of left ventricular strain: a meta-analysis. J Am Soc Echocardiogr. 2013; 26:185-91.
33. Marwick TH, Leano RL, Brown J, Sun JP, Hoffmann R, Lysyansky P, et al. Myocardial strain measurement with 2-dimensional speckle-tracking echocardiography: definition of normal range. JACC Cardiovasc Imaging. 2009; 2:80-4.
34. Parma G, Florio L, Dayan V et al. *Strain* longitudinal apical 4 cámaras por *vector velocity imaging*: prometedor predictor de fracción de eyección de ventrículo izquierdo en sujetos sanos. Rev Esp Cardiol. 2015;68:351-2
35. Thomas JD, Badano LP. EACVI-ASE-industry initiative to standardize deformation imaging: a brief update from the co-chairs. Eur Heart J Cardiovasc Imag. 2013; 14:1039-40.