

***STRAIN LONGITUDINAL GLOBAL PARA LA DETECCIÓN DE
ESTENOSIS CORONARIA SIGNIFICATIVA EN PACIENTES CON
INFARTO AGUDO DEL MIOCARDIO***

Autores:

Dr. Rafael Emiro Acosta Merlano

Cardiólogo – Fellow de Ecocardiografía

Dr. Gabriel Salazar Castr.

Enf. Paula Andrea Cuartas

Asesor Clínico:

Dr. Gabriel Salazar Castro

Ecocardiografista

Jefe de Cardiología y métodos no invasivos

Asesor metodológico

Dra. Lina Morón

Asesor epidemiológico

Enf. Paula Andrea Cuartas

Epidemióloga-sonografista cardíaca

Bogotá Enero de 2014

UNIVERSIDAD DEL ROSARIO
FACULTAD DE MEDICINA
ESPECIALIZACIÓN EN ECOCARDIOGRAFIA

***STRAIN LONGITUDINAL GLOBAL PARA LA DETECCIÓN DE ESTENOSIS
CORONARIA SIGNIFICATIVA EN PACIENTES CON INFARTO AGUDO DEL
MIOCARDIO***

LINEA DE INVESTIGACIÓN EN CARDIOLOGIA
FUNDACIÓN CARDIOINFANTIL-IC
SERVICIO DE CARDIOLOGIA MÉTODOS NO INVASIVOS
INVESTIGACIÓN PARA OPTAR A GRADO DE ECOCARDIOGRAFÍSTA
AUTORRES

Dr. Rafael Emiro Acosta

Dr. Gabriel Salazar Castr.

Enf. Paula Andrea Cuartas

ASESOR CLÍNICO

Dr. Gabriel Salazar Castro

ASESOR METODOLÓGICO

Dra. Lina Morón

ASESOR EPIDEMIOLÓGICO

ENF. Paula Andrea Cuartas.

Salvedad institucional

“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

Expresamos un especial agradecimiento a todas las personas que con su participación hicieron que este trabajo fuera una realidad, a nuestras familias por tanta paciencia, dedicación y apoyo, a nuestra institución y docentes que con sus observaciones, asesorías y aportes nos dieron unas bases sólidas para hacer las cosas correctamente; y finalmente agradecer a la Fundación Cardioinfantil-IC, a su departamento de investigaciones, al servicio de Cardiología no invasiva, al Dr. Gabriel Salazar Castro, y a todas las personas que con su participación, disposición, interés y entrega permitieron llevar a cabo este estudio.

Resumen.

Introducción: La evaluación de la función miocárdica global y regional juega un papel crítico en el diagnóstico y manejo de los pacientes con enfermedad coronaria con importantes implicaciones pronósticas, las nuevas técnicas ecocardiográficas como la evaluación del STRAIN han sido validadas como una herramienta objetiva, comprensiva y precisa para evaluar dichos parámetros.

Objetivo: Determinar la capacidad del *strain global longitudinal* para la detección de estenosis coronaria significativa, número de territorios comprometidos y territorio anatómico del vaso culpable; en pacientes sin antecedentes de enfermedad coronaria previa con infarto agudo del miocardio.

Diseño: estudio de pruebas diagnósticas retrospectivo en el que se utilizó como gold estándar la angiografía coronaria, se seleccionaron 64 pacientes con ecocardiograma transtorácico previo a la angiografía coronaria.

Resultados: Se demostró una exactitud intermedia del *strain global longitudinal* para detectar estenosis coronaria por análisis de curvas ROC, con un área bajo la curva de 0,78 $p= 0,000$ (IC 0,6; 1,0), Una sensibilidad de 96.5% (91.7%, 101.3%), especificidad 40.0% (9.6%, 70.4%) y una prevalencia real del enfermedad coronaria de 85.1% (76.5%, 93.6%)

Conclusiones: La medición de la función global y regional por medio del *strain global longitudinal* identifica pacientes con infarto agudo del miocardio que tienen estenosis coronaria significativa, número de territorios afectados, y la distribución anatómica de los posibles vasos culpables, sin embargo hay que tener precaución en su uso que sólo se limite a escenarios en donde pueda ser interpretado adecuadamente.

Palabras clave: *strain global bidimensional*, detección de estenosis coronaria significativa, infarto del miocardio.

Abstract

Introduction : Evaluation of global and regional myocardial function Playing a critical role in the diagnosis and management of patients with coronary artery disease with important prognostic implications , new echocardiographic techniques such as assessment and GLOBAL STRAIN have been validated as a tool objective , comprehensive and accurate to evaluate these parameters.

Objective: Determine the capacity of global longitudinal strain for the detection of significant coronary stenosis, number of involved territories and anatomical territory of the culprit vessel; in patients with no history of coronary disease with acute myocardial infarction.

Design: Retrospective study of diagnostic tests in which was used as gold standard coronary angiography, 64 patients were selected and took an echocardiography previous to coronary angiography.

Results: an intermediate accuracy of global longitudinal strain was demonstrated to detect coronary stenosis by ROC curve analysis , with an area under the curve of 0.78 $p = 0.000$ (CI 0.6 , 1.0) , a sensitivity of 96.5 % (91.7 % , 101.3 %) , Specificity 40.0% (9.6 % , 70.4%) and an actual prevalence of coronary artery disease of 85.1 % (76.5 % , 93.6 %)

Conclusions: The measurement of global and regional function by means of global longitudinal strain identifies patients with acute myocardial infarction who have significant coronary stenosis also discriminates the number of affected territories, and the anatomical distribution of possible vessels guilty, however should be careful in his use, using it only limited scenarios where it can be interpreted properly.

Keywords: two-dimensional global longitudinal strain, detection of significant coronary stenosis, myocardial infarction.

Tabla de contenido

Hoja de Identificación_	1
Hoja de presentación_	2
Nota de salvedad institucional.....	3
1. Introducción	9
2. Marco teórico	11
3. Justificación.....	18
4. Planteamiento del problema de investigación.	19
5. Objetivos	22
6. Materiales y Métodos	23
Tamaño de la muestra para la frecuencia en una población.....	24
7 Aspectos éticos.....	35
8 Presupuesto	36
9 Cronograma.....	38
10 Resultados	39
11. Discusión.....	57
12. Conclusiones.	61
13. Recomendaciones.....	62
14. Anexos.....	63
15. Bibliografía	64

Índice de tablas

Tabla 1. Tabla de operacionalización de las variables.	30
Tabla 2. Tabla de Recursos humanos utilizados durante el estudio.	36
Tabla 3. Equipos utilizados.	36
Tabla 4. Materiales de oficina.	37
Tabla 5. Totalidad de recursos.....	37
Tabla 6. Actividades del cronograma.	38
Tabla 7. Variables clínicas.....	39
Tabla 8. Variables clínicas cuantitativas.	39
Tabla 9. Tabla de 2x2 Análisis de estenosis coronaria por angiografía y strain global longitudinal.	41
Tabla 10. Valores del Area bajo la curva para concordancia anatómica.....	47
Tabla 11. Valores de seguridad para concordancia anatómica.....	49
Tabla 12. Valores de concordancia para detección de estenosis significativa por strain global longitudinal.....	Error! Bookmark not defined.
Tabla 13. Valores de área bajo la curva para estenosis coronaria significativa detectada por strain global longitudinal.....	50
Tabla 14. Valores de Área bajo la curva para detección de estenosis coronaria para strain global, fracción de eyección e índice de motilidad parietal.	52
Tabla 15. Valores de seguridad para detección de estenosis coronaria para strain global longitudinal, fracción de eyección e índice de motilidad parietal.	53
Tabla 16. Valor del strain global longitudinal por territorios.....	55
Tabla 17. Valores de cuartiles del strain global longitudinal por territorio afectado.	56

Índice de figuras

Figura 1. Strain y Condordancia anatómica	17
Figura 2. Valores del cálculo de tamaño de muestra.....	24
Figura 3. Curva ROC de Strain global longitudinal y angiografía coronaria para detección de estenosis coronaria.....	41
Figura 4. Curvas ROC para número de territorios afectados.	45
Figura 5. Valores de área bajo la curva para concordancia anatómica.....	47
Figura 6. Curvas ROC para detección de estenosis significativa por strain global longitudinal según territorio anatómico.....	50
Figura. 7. Curvas ROC para strain global, fracción de eyección e índice de motilidad parietal.	52
Figura 8. Tratamiento final de las lesiones identificadas por angiografía coronaria.....	54
Figura 9. Valor general del strain global longitudinal.....	55
Figura 10. Valor de strain global longitudinal para la población de estudio por territorio anatómico afectado.....	56

1. Introducción

La enfermedad coronaria es un importante problema de salud pública y contribuye de manera significativa al aumento de la morbi – mortalidad a nivel mundial. El Infarto agudo del Miocardio representa la oclusión aguda parcial o total de una arteria coronaria epicárdica debido a agregación plaquetaria y formación de fibrina, que lleva a una disminución del flujo coronario y déficit en la perfusión miocárdica. Este mecanismo fisiopatológico explica la mayoría de los casos. Sin embargo algunos de los pacientes con Infarto agudo del miocardio no tienen lesiones coronarias significativas (1).

En pacientes con Infarto agudo del miocardio con elevación del ST el compromiso miocárdico va a depender del tiempo en que se demore en reperfundir la arteria ocluida, ya sea por medio de la terapia trombolítica o la intervención percutánea coronaria (PCI). El objetivo principal es la Repercusión temprana la cual reduce el tamaño del infarto y recupera miocardio viable, impactando directamente en el pronóstico de estos pacientes (2). A diferencia en pacientes con infarto agudo del miocardio sin elevación del segmento ST el pronóstico va a depender de la realización de una adecuada estratificación del riesgo para definir así las opciones de tratamiento. (1)

Los síndromes coronarios agudos inducen disfunción sistólica del ventrículo izquierdo y esta puede ser cuantificada por ecocardiografía. La evaluación de la función miocárdica global y regional juega un papel crítico en el diagnóstico y manejo de los pacientes con enfermedad coronaria con importantes implicaciones pronósticas (3). En la gran mayoría de laboratorios de métodos no invasivos se usa la detección visual del movimiento de la pared ventricular y la medición de la fracción de eyección del ventrículo izquierdo por el método de Simpson modificado. Estas técnicas tienen importantes limitaciones: Son subjetivas y operador dependientes, requieren visualización completa de los bordes endocárdicos, son influenciadas por la frecuencia cardíaca y las condiciones hemodinámicas del paciente (4).

Nuevas técnicas como la evaluación del STRAIN y el STRAIN RATE han sido validadas como una herramienta objetiva, comprensiva y precisa para evaluar la función sistólica regional y global del ventrículo izquierdo (3). Es importante resaltar que el grado de disfunción miocárdica en pacientes con infarto esta en directa relación con el compromiso de los vasos coronarios y la severidad de la estenosis coronaria.

La hipótesis de estudio se basa en que nuevas técnicas como el STRAIN son sensibles para la detección de isquemia y se pueden correlacionar de manera fiable con la presencia de lesiones coronarias significativas. Nuestro estudio busca evaluar la habilidad de identificar estenosis coronaria significativa en pacientes con IAM, usando Echo Strain 2D y comparándolas con la medición de la FEVI por método de Simpson modificado y el Índice de Motilidad Parietal.

2. Marco teórico

2.1 Infarto agudo del miocardio.

La enfermedad coronaria es un problema de salud pública y contribuye de manera significativa al aumento en la morbi mortalidad a nivel mundial. Esta representa el estrechamiento progresivo de la luz de las arterias coronarias por la formación de placa aterosclerótica produciendo un desbalance en el aporte de oxígeno a los tejidos que puede resultar en angina y/o disfunción ventricular (1).

La ruptura o erosión de la placa aterosclerótica, con los distintos grados de complicaciones trombóticas y embolización distal favorecen la hipoperfusión miocárdica, y son el mecanismo fisiopatológico básico de las mayorías de los infartos agudos del miocardio. El diagnóstico final es establecido en base al contexto clínico y elevación de marcadores de necrosis miocárdica. Las manifestaciones clínicas son variadas, y van del rango de las arritmias ventriculares y la muerte súbita, el dolor torácico con mínima o sin evidencia de disfunción ventricular hasta el choque cardiogénico. Las características electrocardiográficas nos permiten tomar decisiones de reperfusión urgente o la estabilización medica inicial con posterior realización de arteriografía coronaria para la evaluación anatómica (1,2).

La incidencia de SCASEST es de 3 por mil x año. Algunos pacientes con Infarto agudo del miocardio no tienen lesiones arteriales coronarias significativas (6 a 12% en hombres y 12 a 30% en mujeres) , los mecanismos fisiopatológicos implicados en estas situaciones no están del todo claros, sin embargo es conocido que este subgrupo de pacientes tiene un mejor pronóstico(8).

El EKG, tiene una limitada habilidad para detectar oclusión coronaria aguda, con una sensibilidad cercana al 70% (4). La oclusión coronaria aguda induce disfunción sistólica del ventrículo izquierdo que puede ser cuantificada por ecocardiografía. Esta es una herramienta fácilmente accesible en nuestro medio. Sin embargo, la subjetividad y la necesidad de visualizar apropiadamente el borde endocardico puede disminuir su

sensibilidad para detectar alteraciones contráctiles regionales, además ha sido cuestionada la seguridad para excluir enfermedad coronaria significativa.

2.2 Función ventricular normal

La estructura del miocardio ventricular izquierdo está organizada en distintas capas. Durante la contracción normal la fibra cardiaca cambia su tamaño simultáneamente en varias direcciones: Longitudinal (Base - ápex) , circunferencial y radial; además de ello también sufren un proceso de torsión y rotación.

Las fibras del subendocardio siguen una doble hélice hacia la derecha, mientras que las fibras del subepicárdico forman un espiral hacia la izquierda. La contracción de estas fibras produce una torsión en sentido contrario a las manecillas del reloj del ápex del VI respecto a la base alrededor de su eje largo (visto desde el ápex). La contracción miocárdica puede ser vista en términos de vectores con diferentes direcciones y magnitudes resultando en una coordinada y altamente eficiente eyección de sangre (9, 10).

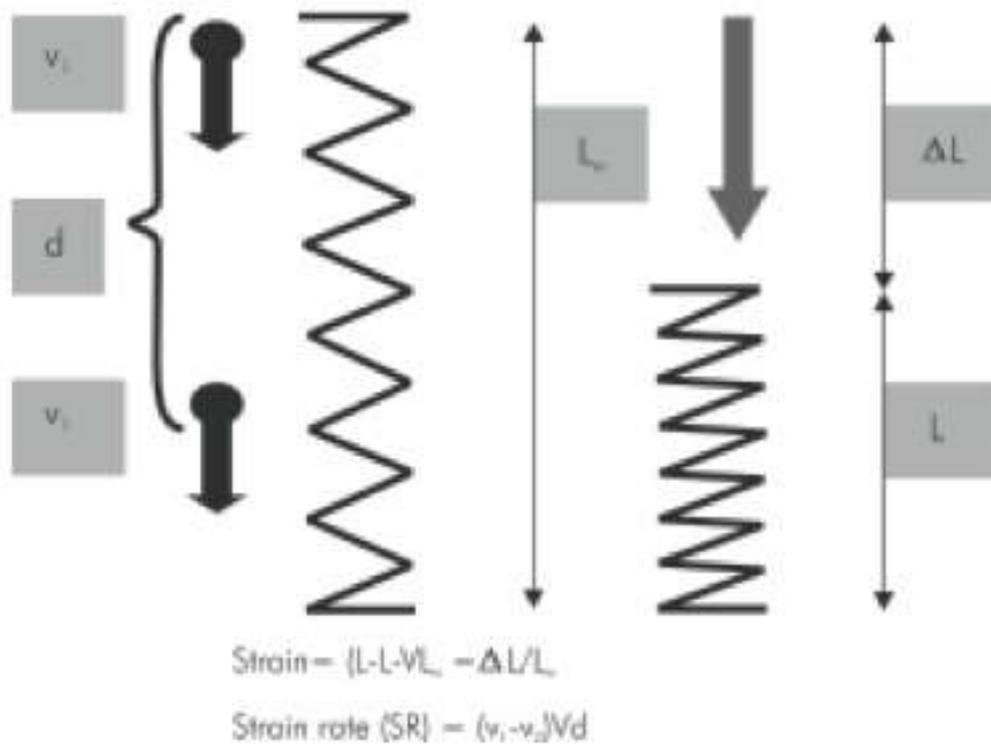
2.3 Función ventricular posterior a Infarto agudo del miocardio

La pérdida de tejido contráctil posterior a un infarto resulta en compromiso de la función contráctil regional en el área afectada y depende de la extensión de la necrosis también se puede presentar una función ventricular izquierda globalmente reducida.

2.4 Principios de la deformación miocárdica

La medición del grado o porcentaje de cambio de tamaño de un objeto, lo mismo que la velocidad a la cual ocurre este cambio, corregidos por el tamaño original del objeto es lo que se conoce como STRAIN y STRAIN RATE , respectivamente. Durante la contracción miocárdica la fibra miocárdica cambia su tamaño simultáneamente en varias direcciones: Longitudinal , circunferencial y radial. Además de ello , las fibras también están sometidas

a un movimiento de torción y rotación. Cada uno de estos movimientos puede estudiarse por separado (11, 12)



2.4.1 *Strain*: $(L_1 - L_0) / L_0$, donde L_1 es igual al tamaño de la fibra durante su máximo estiramiento, y L_0 es el tamaño de la fibra en reposo. El valor del STRAIN se expresa en porcentaje de cambio de tamaño y puede ser positivo o negativo dependiendo si el desplazamiento se acerca o se aleja a un plano de referencia. Cuando hay acortamiento, o sea, el tamaño final es menor que el inicial, la deformación se escribe con señal negativa. Caso contrario, si hay alargamiento, se escribe con señal positiva. (11,18)

2.4.2 *Strain rate*: $(V_0 - V_1) / L_0$, donde V son las velocidades inicia y final a las que se deforma la fibra, se puede calcular el cambio en velocidad entre los dos puntos y corregirlo entre la longitud de la fibra. Las unidades de la velocidad de deformación se miden en 1/s (o s⁻¹). (11,18)

2.4.3 Técnicas para el análisis de la deformación.

Por ecocardiografía se tienen dos técnicas independientes para medir la STRAIN y la STRAIN RATE:

1. Doppler tisular
2. Speckle tracking

2.4.3.1 *Doppler tisular*: Fue el primero en usarse con este fin. La velocidad del miocardio puede ser medida en una muestra de volumen con doppler tisular, sin embargo como todas las técnicas basados en el principio doppler son susceptibles al ángulo que se forma entre el rayo del ultrasonido emitido por el transductor y el objeto en movimiento; cuanto más paralelo más confiable será la medición, cuanto más cercano a la perpendicular de dicho ángulo más será la subestimación con respecto a los datos reales. Por esta limitación, rápidamente entró en desuso (11, 12,18).

2.4.3.2 *Speckle tracking*: El método de rastreo del moteado, desarrollado sobre la imagen bidimensional, es capaz de detectar pequeñas diferencias en la textura o moteado de cada segmento miocárdico, formadas por haces de miofibrillas y tejido conjuntivo que originan pequeñas interfaces tisulares que forman conjuntos de señales ultra – sónicas conocidas como “ SPECKLES “ diferenciando claramente un segmento del otro. Una vez identificada la “ huella digital “ de un segmento miocárdico se puede rastrear (tracking) y medir en múltiples momentos del ciclo cardiaco.(12,18)

2.5 Tipos de STRAIN.

- Longitudinal: Sentido Ápex – Base. Valor normal: -18 y -25
- Circunferencial: Las fibras se acortan en el sentido de la circunferencia de la cavidad
- Radial: Las fibras convergen hacia un punto en el centro del ventrículo N: 44.5%

El tipo de STRAIN más usado en investigación es el Longitudinal, ya que brinda información completa sobre los 17 segmentos en que usualmente se divide el ventrículo izquierdo, así como sobre su función global. Otros tipos de STRAIN han sido menos estudiados, al igual que el STRAIN RATE, en parte porque no informan sobre la función global sino sobre unos pocos segmentos y porque hay dificultades técnicas para su implementación(11,18).

2.6 Análisis ecocardiográfico de la deformación en infarto agudo del miocárdico

La evaluación de la función sistólica del ventrículo izquierdo es una parte importante en el diagnóstico de trabajo de los pacientes con enfermedad cardiovascular. La fracción de eyección es un potente predictor de riesgo cardiovascular, tradicionalmente medida por método de Simpson. La valoración de la función sistólica regional es realizada de manera subjetiva visualizando el engrosamiento y el movimiento de los bordes endocárdicos. Para tratar de aumentar la sensibilidad en la evaluación de la disfunción sistólica regional se desarrolló un Score semicuantitativo, el índice de motilidad parietal (IMP) . Sin embargo requiere alta experticia por parte del observador y alta calidad de la imagen (13).

Nuevas técnicas como el Strain y el Strain rate permiten la evaluación de la función miocárdica global y regional. Estas han demostrado ser una técnica sensible para la detección de anomalías causadas por isquemia y necrosis (4,5,6,13). Hay razones por las cuales el Strain puede ser un mejor parámetro que los parámetros ecocardiográficos

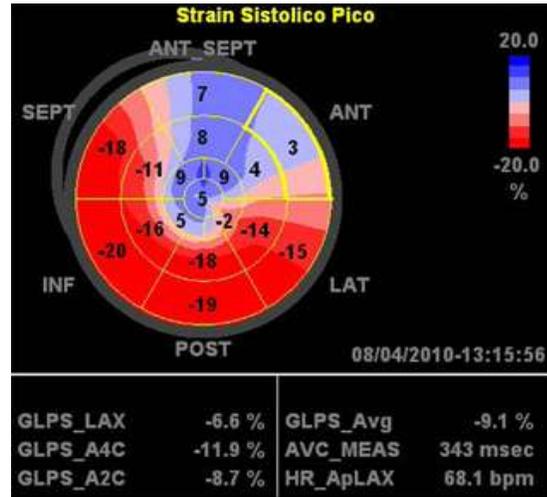
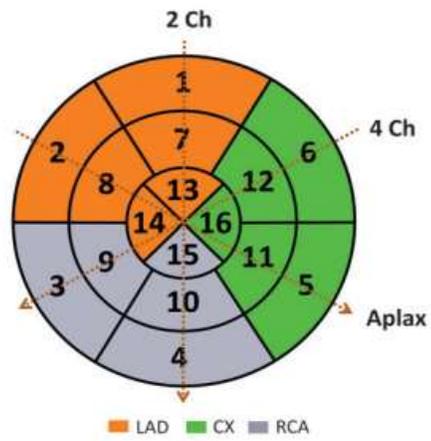
tradicionales (IMP – FE) en enfermedad coronaria(15,16): Los cambios de la motilidad parietal preceden a los cambios electrocardiográficos y a los síntomas. Más allá, las fibras subendocárdicas son las primeras en alterarse por la isquemia. Estas fibras están orientadas principalmente en sentido longitudinal, sugiriendo que la isquemia en la capa subendocárdica, afecta principalmente la función longitudinal del ventrículo izquierdo (14).

Estudios previos han demostrado que el uso de Strain puede ser más preciso que IMP y FE en describir la función ventricular izquierda (3,4,5,6).

Usos específicos de Ecocardiografía con Strain y Strain Rate en enfermedad coronaria:
(14,15,16)

1. Detección de enfermedad coronaria
2. Asociado a la ecocardiografía stress con dobútamina
3. Infarto agudo del miocardio
 - General
 - Tamaño del infarto
 - Remodelación ventricular
4. Reperusión
 - Predicción de eventos
 - Transmuralidad
 - Viabilidad
 - Pronóstico.

Figura 1. Strain y Concordancia anatómica



3. Justificación

Es necesario contar con métodos no invasivos, precisos, reproducibles, fáciles de realizar que se encuentren disponibles en nuestros servicios de urgencias y que nos permitan realizar una adecuada estratificación de nuestros pacientes, especialmente en un grupo de alto riesgo como son los pacientes con sospecha y/o enfermedad coronaria establecida.

La evaluación de la función sistólica del ventrículo izquierdo es una parte importante en el diagnóstico de trabajo de los pacientes con enfermedad cardiovascular. La fracción de eyección es un potente predictor de riesgo cardiovascular, tradicionalmente medida por método de Simpson. Sin embargo tiene importantes limitaciones.

Nuevas técnicas como el Strain y el Strain rate han emergido como poderosas herramientas que permiten la evaluación de la función miocárdica global y regional. Estas han demostrado ser una técnica sensible para la detección de anomalías causadas por isquemia y necrosis.

Si al realizar una ecocardiografía transtorácica y aplicar estas nuevas herramientas podemos predecir que pacientes tienen o no lesiones coronarias angiográficamente significativas y el grado de disfunción ventricular izquierda, el clínico de manera precisa va a realizar una mejor estratificación del riesgo e instaurar intervenciones que nos permitan cambiar el pronóstico de los pacientes.

4. Planteamiento del problema de investigación.

La valoración de la función sistólica global y regional del ventrículo izquierdo en pacientes con infarto agudo del miocardio tiene importantes implicaciones pronósticas. La fracción de eyección ha sido el método tradicional para su medición, en conjunto con la evaluación de los trastornos de la motilidad parietal. Estas herramientas son usadas en la mayoría de los laboratorios de ecocardiografía y han sido ampliamente validadas (3). Sin embargo tienen importantes limitaciones incluyendo variaciones geométricas, reproducibilidad, variabilidad inter observador, influencia de la frecuencia cardíaca, el movimiento translacional y las relacionadas con las condiciones hemodinámicas.

Nuevas técnicas como el Strain y el Strain rate han emergido como poderosas herramientas que permiten la evaluación de la función miocárdica (global y regional) y han demostrado ser sensibles para la detección de anomalías causadas por isquemia y necrosis (4). El grado de disfunción miocárdica en pacientes con infarto está en directa relación con la severidad de la estenosis coronaria y el compromiso de los vasos coronarios.

Estudios previos realizados en población Americana y Europeos han evaluado la habilidad de diferentes métodos ecocardiográficos en identificar la oclusión coronaria significativa y el grado de disfunción ventricular izquierda .

En el 2010 Eek y cols, en 150 pacientes con SCASEST encontraron que un SLG mayor o igual a -14 tuvo la mayor habilidad de predecir oclusión coronaria aguda, con una sensibilidad del 85% y especificidad del 70%. IMP y FE resultaron ser menos precisos que el Strain (4) .

En el 2013 Sarvari y cols, en 77 pacientes llevados a arteriografía coronaria con sospecha de SCASEST, encontraron que Strain longitudinal global y Strain Circuferencial Global fueron estadísticamente menores en pacientes con enfermedad coronaria significativa (SLG $-14 \pm 3\%$ Vs $-19.2 \pm 2.2\%$ $p < 0.001$) , SCG (-19.3 ± 4 Vs -24.3 ± 4 $p < 0.001$) respectivamente (5).

En el 2014 Dahlslett, y cols, en 64 pacientes con sospecha de SCASEST usaron el Strain para excluir estenosis coronaria significativa, por encima de otros parámetros ecocardiograficos. SLG tiene una sensibilidad y especificidad calculada del 0.93 y 0.78 % respectivamente . VPP : 0.74. VPN: 0.92(6).

En los últimos años se ha incrementado el interés por la medición del Strain Longitudinal Global ya que es un parámetro sensible y robusto para detectar disfunción miocárdica subclínica. Numerosos software están disponibles en el mercado, y guías para su adecuada utilización se están promocionando a nivel de la literatura médica, para mejorar su reproducibilidad y disminuir la variabilidad interobservador (12).

Para usar estas nuevas herramientas (disponibles en nuestro medio) que nos ayudan a un mejor entendimiento de la mecánica ventricular y a una detección más temprana de la disfunción ventricular izquierda en pacientes con síndromes coronarios agudos es necesario que se realicen estudios en nuestra población que nos permitan de alguna manera establecer puntos de corte y validar la información encontrada en otras series, y de esta manera podamos aplicarlas de manera generalizada a nuestros pacientes. La fracción de eyección y el Strain Longitudinal Global son medidas complementarias y la evidencia reciente apoya su uso en muchos de los escenarios clínicos de nuestra practica rutinaria (3,17) por tal motivo el presente estudio pretende resolver el siguiente interrogante:

Pregunta de investigación

¿Cuál es la capacidad del *Strain Global Longitudinal* para la detección de estenosis coronaria significativa, número de territorios afectados y territorio anatómico del vaso culpable en pacientes sin antecedentes de enfermedad coronaria previa con infarto agudo del miocardio utilizando como patrón de oro la angiografía coronaria?

Preguntas orientadoras.

¿El strain global longitudinal y la angiografía coronaria podrán tener una capacidad similar para identificar estenosis coronaria? ¿Qué tanta diferencia existirá entre ambas técnicas para la detección de estenosis coronaria significativa?

¿El strain global longitudinal podrá identificar varios territorios afectados por estenosis coronaria?

¿Podrá el strain global longitudinal identificar los territorios anatómicos comprometidos con estenosis coronaria significativa; y estos territorios que tanta concordancia tendrán con la angiografía coronaria?

¿Que tanto se acercan el strain global longitudinal, la fracción de eyección, el índice de motilidad parietal en comparación con la angiografía coronaria en la detección de estenosis coronaria significativa?

5. Objetivos

5.1 Objetivo general

Determinar la capacidad del *strain global longitudinal* para la detección de estenosis coronaria significativa, número de territorios comprometidos y territorio anatómico del vaso culpable; en pacientes sin antecedentes de enfermedad coronaria previa con infarto agudo del miocardio atendidos en la Fundación Cardioinfantil-IC desde Marzo hasta Noviembre del año 2014, utilizando la angiografía coronaria como patrón de oro.

5.2 Objetivos específicos

- 5.2.1 Describir las características clínicas de los pacientes y sus factores de riesgo cardiovasculares.
- 5.2.2 Identificar la capacidad de detección de estenosis coronaria que tiene la fracción de eyección del ventrículo izquierdo y el índice de motilidad parietal utilizando la angiografía coronaria como patrón de oro.
- 5.2.3 Establecer un punto corte del strain global longitudinal que se relacione con la presencia de estenosis coronaria significativa en los pacientes con infarto agudo del miocardio sin elevación del ST.

6. Materiales y Métodos

6.1 Diseño del estudio

6.1.1 Tipo de estudio.

Estudio de pruebas diagnósticas retrospectivo en donde se determinó la capacidad discriminativa que tiene el Strain Longitudinal Global en la identificación de estenosis coronaria significativa, número de territorios afectados y territorio anatómico del vaso culpable; en pacientes sin antecedentes de enfermedad coronaria con infarto agudo del miocárdico utilizando como gold estándar la angiografía coronaria.

6.1.2 Marco muestral.

Población: Pacientes admitidos en la unidad de cuidados intensivos coronarios, cardiovascular y urgencias sin antecedentes de enfermedad coronaria previa con diagnóstico de infarto agudo del miocardio.

Muestra: Pacientes admitidos en la unidad de cuidados intensivos coronarios, cardiovascular y urgencias sin antecedentes de enfermedad coronaria previa con diagnóstico de infarto agudo del miocardio llevados a ecocardiograma transtorácico previo al cateterismo cardíaco entre marzo de 2014 hasta noviembre de 2014.

6.1.3 Cálculo de tamaño de muestra.

El cálculo de tamaño de muestra se realizó en Epi Info, en la sección de cálculo para determinar una proporción, utilizando el cálculo probabilístico, la selección de los pacientes

fue de manera consecutiva teniendo en cuenta los criterios de inclusión y exclusión hasta completar el tamaño de muestra.

El cálculo del tamaño de muestra se basó en los siguientes parámetros como se ve en la tabla:

1. Se seleccionó una confiabilidad del 95%.
2. Un poder estadístico de 80%.
3. Una precisión del 5%.
4. Un tamaño de población de 80 pacientes que eran los pacientes identificados que cumplían con los criterios de inclusión.
5. Una frecuencia de la proporción esperada de 60%, ese es el valor esperado de concordancia teniendo en cuenta las limitaciones de la técnica diagnóstica.

Figura 2. Valores del cálculo de tamaño de muestra.

Tamaño de la muestra para la frecuencia en una población

Tamaño de la población (para el factor de corrección de la población finita o $f_{cp}(N)$):	80
frecuencia % hipotética del factor del resultado en la población (p):	80% +/-5
Límites de confianza como % de 100(absolute +/-%)(d):	5%
Efecto de diseño (para encuestas en grupo- <i>EDFF</i>):	1

Tamaño muestral (n) para Varios Niveles de Confianza

Intervalo Confianza (%)	Tamaño de la muestra
95%	61
80%	46
90%	55
97%	64
99%	68
99.9%	72

Ecuación

Tamaño de la muestra $n = [EDFF * Np(1-p)] / [(d^2 / Z^2_{1-\alpha/2} * (N-1) + p * (1-p)]$

6.2 Criterios de inclusión y exclusión.

6.2.1. Criterios de inclusión

Se seleccionaron los pacientes que cumplieron con los siguientes criterios de inclusión:

1. Pacientes mayores de 18 años hospitalizados en la institución.
2. Con diagnóstico clínico de infarto agudo del miocardio y elevación de las troponinas.
3. Sin antecedentes de enfermedad coronaria previa.
4. Programados para arteriografía coronaria.
5. Pacientes con estudio ecocardiográfico previo a la arteriografía coronaria que tengan imágenes ecocardiográficas óptimas con realce los bordes endocárdicos que permita diferenciar todas las estructuras cardíacas observadas, y con frame rate mayor a 60 ciclos por segundo que permitan hacer el post proceso de imágenes para cálculo de strain global longitudinal.

6.2.2 Criterios de exclusión.

Los pacientes que tengan las siguientes características no serán seleccionados para participar en el presente estudio:

1. Pacientes menores de edad.
2. Enfermedad coronaria previa.

3. Presencia de arritmias en el momento de adquisición de la imágenes ecocardiográficas.
4. Pacientes en los que se haya realizado intervención coronaria percutánea antes del ecocardiograma.
5. Enfermedad valvular significativa.
6. Cirugía cardíaca previa.
7. Mala ventana acústica determinada por mala definición de bordes endocárdicos.
Presencia de arritmias.
8. Pacientes portadores de prótesis valvulares mecánicas que producen sombra acústica que afecta la ventana acústica.
9. Pacientes que no tengan toda la secuencia de imágenes necesaria para el cálculo de strain global longitudinal y las condiciones técnicas necesarias para un correcto análisis de la deformación longitudinal como: imagen de 4 cámaras, 2 cámaras y 3 cámaras, frame rate superior a 60 cuadros por segundo, visualización adecuada de bordes endocárdicos con escala de grises que permita identificar los bordes.

6.3 Materiales y equipos utilizados para la realización del estudio

6.3.1 Especificaciones técnicas de los equipos utilizados en el estudio.

Se utilizará una estación de trabajo ECHOPAC General Electric para el análisis de imágenes en post proceso, para el cálculo del Strain Longitudinal Global por medio del software AFI General Electric.

La adquisición de la imágenes se realizó con equipos ecocardiograficos de gama alta, con segundo armónico y transductor matricial.

- Ecografo Vivid E9, General Electric.
- Ecografo Vivid S6 General electric.

6.4 Técnica de adquisición y análisis de las imágenes ecocardiográficas.

6.1.2 Técnica de adquisición de imágenes.

La técnica de adquisición de imágenes que se utilizó para realizar los ecocardiogramas fue:

- El paciente fue ubicado en decúbito lateral izquierdo.
- Se adquirieron todas las imágenes de un ecocardiograma transtorácico convencional más 3 sets de imágenes bidimensionales magnificando el ventrículo izquierdo y los bordes endocárdicos, con ajuste de profundidad y ganancia apropiados, las imágenes fueron apical cuatro cámaras, dos cámaras y tres cámaras.
- Se tomaron imágenes espectrales con doppler pulsado del flujo transmitral, se ubicó el volumen de muestra justo por encima del punto de coaptación de la válvula mitral en la proyección apical cuatro cámaras y el flujo del tracto de salida del ventrículo izquierdo, se adquirió en la proyección de apical cinco cámaras, se ubicó el volumen de muestra antes del punto de coaptación de la válvula aórtica, se ajustó la velocidad de barrido a 100 mm/seg y la escala para facilitar la medición del punto de apertura y cierre de ambas válvulas.
- Se ajustó el frame rate (velocidad de cuadros por segundo) de las imágenes que correspondiera al 80% de la frecuencia cardíaca del paciente (entre 60 y 80 c/seg).
- Se optimizó el tamaño del sectorial y el foco para mejorar la definición de los bordes endocárdicos apicales y la señal electrocardiográfica con un complejo QRS positivo de adecuada amplitud con el objetivo de capturar diástole y sístole.
- Cada imagen fue obtenida en tres ciclos cardíacos completos con el objetivo de mejorar las mediciones.
- Las imágenes fueron obtenidas por sonografista cardíaco y ecocardiografistas nivel II y III; y fueron analizadas por un fellow de ecocardiografía nivel II.

- El análisis de deformación se realizó en la estación de trabajo Echopack.

6.4.2 Análisis e interpretación de la deformación global longitudinal.

Para el análisis cuantitativo de la deformación de las fibras miocárdicas se parte de las imágenes adquiridas previamente con las características mencionadas , y los flujos mitral y del tracto de salida del ventrículo izquierdo para el análisis con el software AFI de General Electric, se accede al paquete de medición, se presiona la opción de fallo cardíaco, se marcan en las imágenes espectrales la apertura y el cierre de la válvula mitral y aortica, posteriormente se elige la imagen de apical tres cámaras, se selecciona en el paquete de medición la opción AFI y se marcan los puntos en las diferentes paredes a nivel del anillo mitral en la pared ínferolateral, septum anterior y ápex, se oprime proceso y el software analiza los vectores de desplazamiento de los speckles y los superpone en la imagen en tiempo real y califica cada segmento de la proyección, posteriormente se elige la imagen de apical cuatro cámaras, se marcan los puntos en el anillo mitral de la pared anterior, el septum posterior y el ápex, y se sigue el mismo proceso, el software analiza los vectores y muestra la deformación superpuesta en la imagen en tiempo real, finalmente se elige la pared interior se marca a nivel del anillo mitral la pared anterior, inferior y el ápex, el software procesa la imagen y finalmente arroja la imagen del strain global longitudinal, el ojo de buey, la gráficas de desplazamiento y el valor del strain global longitudinal que es negativo y en porcentaje (-20%).

6.4.2 Medición y análisis de la fracción del eyección por método de Simpsons.

La medición de los volúmenes se realiza con la imagen de apical cuatro cámaras, en donde se ubica el fin de diástole y fin de sístole respectivamente, una vez ubicado en punto del ciclo cardíaco se selecciona la opción del paquete de mediciones Biplano y se trazan los bordes endocardicos excluyendo los músculos papilares, ese trazo de hace fin de diástole y fin de sístole para la protección apical cuatro y dos cámaras, el software dibuja rectángulos del trazo y suma todas las áreas de los rectángulos y de esta forma realiza el cálculo de

volúmenes, finalmente el equipo arroja 3 valores uno corresponde al volumen de fin de diástole en ml/m², seguido del volumen de fin de sístole y finalmente el valor final de la fracción de eyección, el cual es normal por encima de 55% y anormal por debajo de 55% como lo define la Sociedad Americana de Ecocardiografía en las guías de Chamber quantification.

6.4.3 Cálculo del índice de motilidad parietal.

Este análisis es semicuantitativo, se realiza con la valoración visual de los 16 segmentos del miocardio recomendado por la guías de las Sociedad Americana de Ecocardiografía, en las proyecciones, paraesternal eje largo, eje corto, apical cuatro cámaras y dos cámaras.

Los valores que se asignan son:

1: contractilidad normal. 2: hipoquinesia. 3: Aquinesia. 4: Disquinesia.

El índice de motilidad se obtiene al sumar las puntuaciones y dividir las por el número de segmentos visualizados. Puntaje normal 16/16: 1.

Si se observan 4 segmentos con aquinesia y los 12 restantes normales el cálculo sería $24/16 = 1,5$.

La contractilidad se valora por el movimiento y excursión endocárdica normal mayor a 5 mm aunque preferiblemente debe evaluarse el engrosamiento sistólico que es entre 30 y 50% . Lowensrein et al. El valor normal es índice de motilidad parietal igual a 1, valores superiores a este indican anormalidad por presencia de alguna alteración en la contractilidad segmentaria.

6.2 Operacionalización de las variables de estudio.

Tabla 1. Tabla de operacionalización de las variables.

Definición conceptual de la variable	Definición operacional	Tipo de variable	Escala de medición
Edad	Edad a partir del último cumpleaños.	Cuantitativa – discreta	Razón por años. Interval: grupos de etáreos (25 a 35 años, 35 a 45 años, 45 años 55 años, de 55 a 65 años y mayores de 65 años.
Genero	Diferencia social entre hombre y mujer.	Cualitativa – dicotómica.	Masculino 1 Femenino 0
Iniciales del nombre.	Iniciales del nombre de paciente como recurso para edificación para proteger la confidencialidad.	Cualitativa	Nominal. Iniciales del nombre del paciente:_____
Numero de historia clínica.	Código de identificación de la historia clínica a nivel de la Fundación Cardioinfantil.	Cuantitativa – discreta.	Razón: número absoluto. NHC_____
Antecedentes patológicos de importancia.	Enfermedades prevalentes que tenga el individuo.	Cualitativa-politomica.	Nominal. 0: HTA 1: DM 3: Tabaquismo

Valoración ecocardiográfica			
Fracción de eyección	Es un parámetro cuantitativo de la función cardiaca, se expresa en porcentaje % mide la disminución del volumen del ventrículo izquierdo del corazón en sístole, con respecto a la diástole. FE: VFD – VFS.	Cuantitativa - discreta	Razón: número absoluto FEVI: _____%
Índice de motilidad parietal	Calculo semicuantitativo de la contractilidad miocárdica por número de segmentos normal Vs el anormal (16/16= 1), valores por encima de 1 se consideran alteraciones en la contractilidad	Cuantitativa-continua	Proporción. IMP: _____
Strain global longitudinal	Cálculo de la mecánica ventricular cuantitativo por deformación global, el valor normal es superior a -18%, y con un ojo de buey sin evidencia de	Cuantitativa-continua	Proporción Strain GL: _____%

	alteraciones en la deformación global, esta valoración se hace por método cuantitativo.		
Territorio y comprometido y puntuación por speckle tracking	Territorios comprometidos en su contractilidad calculo semicuantitativo identificado por medio de speckle tracking y esquematizado en el ojo de buey con colores rojo claro y azul que indican que en esa zona anatómica existe compromiso de la fibra miocárdica.	Cualitativa-politómica.	Nominal. 0: ADA 1: CX 2: CD 3: ADA Y CX. 4: CX Y CD. 5: ADA, CX, CD
Arteriografía coronaria			
Implante de stent	Realización de intervención coronaria percutánea	Cualitativa - dicotómica	Nominal. 0: si 1: no
Lesiones anatómicas y Porcentaje de estenosis	Grado de estenosis coronaria determinado por angiografía coronaria.	Cualitativa-politómica	Cualitativa nominal. a. ADA b. CX c. CD Lesiones mayores del 70%.

6.3 Plan de procesamiento y recopilación de datos.

Para la recolección de datos, se realizó búsqueda en la base de datos de cardiología no invasiva y los ingresos a la unidades de cuidados intensivos coronarios para determinar los pacientes tuvieron indicación de ecocardiograma transtorácico por infarto del miocardio, con los datos, se realizará revisión de registros médicos con el objetivo de identificar si tenían troponinas positivas y si fue primer evento, y si el ecocardiograma fue antes del cateterismo, una vez identificado el caso, se procederá a revisar las imágenes y determinar si son aptas para realizar el post procesado de las mismas, se va etiquetaron los ecocardiogramas para hacer la base de datos de imágenes y facilitar la medición de las imágenes.

6.4 Análisis estadístico.

Las variables cualitativas se presentan con porcentajes y las variables cuantitativas, se presentarán con la media y desviación estándar.

Las variables cuantitativas serán evaluadas con el test saphiro-wilk para saber si siguen una distribución normal.

Para de la capacidad del strain global longitudinal para la detección de los pacientes con verdadera se realizó con curvas de características operativas del receptor ROC, en donde se utilizó como gold estándar la angiografía coronaria, se tuvo en cuenta el valor del área bajo la curva superior a 0,5, con intervalos de confianza que no incluyeran el valor de hipótesis de la curva ROC que es 0,5 y con una significación estadística con un valor p menor a 0,05, además con estas curvas también se realizó un análisis de desempeño del strain global longitudinal como prueba diagnóstica permitiendo establecer sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y negativo y prevalencia en esta población en particular.

Para la interpretación del área bajo la curva se tuvo en cuenta la interpretación del área bajo la curva de Swets y la de Hanly y Mc Neil.

Para el análisis de concordancia entre el strain global longitudinal y la angiografía coronaria para la identificación de número de territorios y distribución anatómica de las lesiones se utilizó el Índice Kappa de Cohen, en donde se construyó una tabla de 2x2 y se realizó el cálculo del acuerdo observado y el acuerdo esperado, para este estudio se tuvo en cuenta el valor de Kappa reportado, y su significancia estadística evaluada por prueba de chi cuadrado, considerando valores p por debajo de 0,5 como valores estadísticamente significativos.

Para el análisis de índice kappa de Cohen se definió para el estudio que un índice kappa entre 0,00 y 0,20 corresponden a una ínfima concordancia, valores de 0,40 a 0,60 concordancia moderada, y valores de 0,60 a 0,80 buena concordancia; y valores de 0,80 a 1,00 muy buena concordancia, lo que se estableció para el estudio es que se esperarían valores cercanos a uno para este caso como valores de importancia que puedan indicar que el strain longitudinal tiene un acuerdo con la angiografía que no es por azar, sino porque el strain realmente permite tener un grado de acuerdo cercano a la angiografía coronaria.

El cálculo de los valores de seguridad como sensibilidad, especificidad, valor predictivo negativo, valor predictivo positivo, se realizó con los valores reportados en las tablas de 2x2 del cálculo del índice de kappa y se utilizó la aplicación <http://www.winepi.net/sp/index.htm> para el cálculo de dichos valores con una confianza del 95%, determinando el valor de seguridad y sus intervalos de confianza.

Se construyó una base de datos en Excel versión 2010 y el análisis de esta base de datos se realizó con el paquete estadístico SPSS versión 15, IBM.

7 Aspectos éticos

DECLARACIÓN DE ACUERDO DE LOS INVESTIGADORES DE CUMPLIR CON LOS PRINCIPIOS ÉTICOS UNIVERSALMENTE ACEPTADOS

Por medio del presente documento, los abajo firmantes como investigadores del estudio:

“*strain global longitudinal* para la detección de estenosis coronaria significativa en pacientes con infarto agudo del miocardio ”.

Aceptan cumplir con los principios éticos y morales que deben regir toda investigación que involucra sujetos humanos.

Nos aseguramos que el estudio reúne las siguientes características:

- a. Se ajusta a los principios de la declaración de Helsinki (Seúl).
- b. Se ajusta a los principios básicos del informe Belmont.
- c. Se ajusta a las normas y criterios éticos establecidos en los códigos nacionales de ética y/o leyes vigentes.
- d. Describe de forma satisfactoria la forma como se protegerán los derechos y bienestar de los sujetos involucrados en la investigación.
- e. Describe de forma apropiada los criterios de inclusión/exclusión de determinados sujetos humanos.
- f. Dado que es un estudio de no intervención, determinado por la legislación vigente como de riesgo mínimo.

Dr. Rafael Emiro Acosta

8 Presupuesto

Tabla 2. Tabla de Recursos humanos utilizados durante el estudio.

Recursos humanos	Categoría	Sal. Bas.	Sal. Hora	Tiempo	Total
Investigador	Profesional subespecialista.	8.000.000	20.161	200	4.032.200
Asesor temático	Profesional supraespecialista.	15.000.000	12.544	15	376.320
Asesor metodológico	Profesional supraespecialista	15.000.000	12.544	15	376.320
Epidemiólogo	Profesional especialista	4.500.000	6.048	200	1.209.600
Subtotal					6.446.975

Tabla 3. Equipos utilizados.

Equipos	Precio	Cantidad
Computador portatil.	1.400.000	2
Impresora lasser.	250.000	1
memoria USB 2GB.	25.000	2
Conección a internet WIFI	45.000	1
Subtotal	3.120.000	

Tabla 4. Materiales de oficina.

Materiales de oficina	Presentación	Precio	Cantidad	Total
Resmas de papel para impresora laser.	Paq	9.000	3	9.000
Boligrafos	Und	500	10	5.000
Resaltadores	Und	800	2	1.600
Corrector	Frasco	2.500	1	2.500
Clips	Caja	2.500	1	2.500
Toner de tinta negra	Und	25.000	2	50.000
Fotocopias	Hoja	50	50	2.500
Impresiones	Hoja	200	50	10.000
Subtotal				83.100

Tabla 5. Totalidad de recursos.

Recursos humanos	7.293.695
Equipos	3.120.000
Materiales de oficina	83.100
Total	10.496.795

9 Cronograma

Tabla 6. Actividades del cronograma.

Actividades	MES	MES	MES	MES	MES
	1	2	3	4	5
Revisión bibliográfica y otros datos disponibles.					
Asesorías temáticas , metodológicas y elaboración del anteproyecto					
Recolección de la información.					
Procesamiento de la información en la base de datos.					
Análisis y organización de la información.					
Presentación del informe final.					

10 Resultados

10.1 Descripción de las variables clínicas de estudio.

La población de estudio la mayoría fue de sexo masculino en un 82%, con edad promedio de 56 años, en cuanto a factores de riesgo la hipertensión arterial fue más representativa con un 29% a comparación del tabaquismo 12% y la diabetes 12%.

Tabla 7. Variables clínicas

Características	Frec	%
Sexo		
Masculino	55	82
Femenino	12	18
Diabetes	14	20
Hipertensión arterial	29	43
Tabaquismo	12	18

En cuanto a las variables cuantitativas se determinó que la fracción de eyección calculada previa a la angiografía coronaria tuvo un promedio de 50% \pm 9,8, el strain global longitudinal de -14,4% \pm 5,1, el índice de motilidad parietal en promedio fue de 1,3.

Tabla 8. Variables clínicas cuantitativas.

Características	Prom	DE
Edad	56	13
Nivel de troponina	9,3	14
Fracción de eyección	50	9,8
Strain global long	-14,4	5,1
Índice de motilidad	1,3	0,3

10.2 Detección de estenosis coronaria por strain global longitudinal en pacientes con infarto del miocardio sin antecedentes de enfermedad coronaria previa utilizando la angiografía coronaria como patrón de oro.

Se seleccionó un total de 67 pacientes con sospecha de estenosis coronaria a los cuales se les realizó medición del strain global longitudinal, antes de la angiografía coronaria, esta técnica permitió identificar 55 pacientes 82% con estenosis coronaria, a comparación de la angiografía coronaria que detecto 57, 85% ($p= 0,002$), es importante aclarar que en este punto del análisis no se ha definido si dicha estenosis fue significativa (obstrucción del vaso mayor del 70%), este punto lo trataremos más adelante.

El restante 15 %, 10 pacientes correspondieron a pacientes con coronarias sanas, cuatro detectados por strain global longitudinal y 10 detectados por angiografía coronaria, sin embargo el strain global longitudinal detecto 6 pacientes como falsos positivos y 2 como falsos negativos, en el presente estudio se detectaron muchos casos positivos para estenosis coronaria pero pocos casos negativos los cuales correspondieron a coronarias sanas, en estos pacientes la capacidad de detección del strain global longitudinal no fue la mejor. Ver tabla 9.

Es importante aclarar que se realizó el cálculo del strain en pacientes que presentaron un primer evento coronario con elevación de las troponinas y alta sospecha de estenosis coronaria, en este orden de ideas se analizó la capacidad discriminativa del strain global longitudinal en un contexto de alta prevalencia y una probabilidad pre test alta del evento de estudio.

Tabla 9. Tabla de 2x2 Análisis de estenosis coronaria por angiografía y strain global longitudinal.

Estenosis por strain longitudinal	Estenosis coronaria por angiografía coronaria		Total
	Si	No	
Si	55 97%	6 3%	61 91%
No	2 4%	4 40%	6 9%
	57 100,00%	10 100,00%	67 100,00%

10.2.1 Capacidad discriminativa de strain global longitudinal para la detección de estenosis coronaria comparado con la angiografía coronaria.

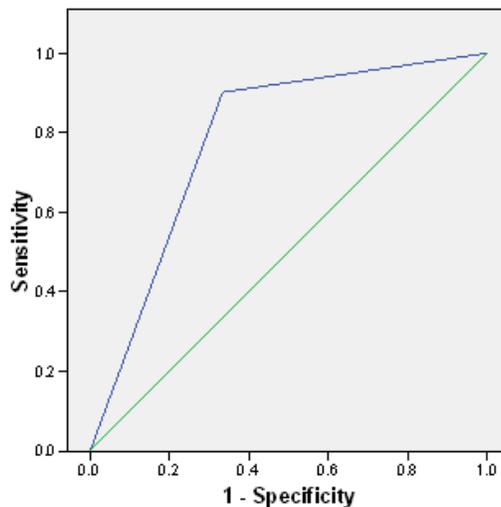
En el análisis de la capacidad discriminativa del strain global longitudinal para la detección de sanos y enfermos, la curva ROC permitió establecer la capacidad que tuvo el strain global longitudinal para la detección de estenosis coronaria en esta población con una exactitud relativamente cercana a la angiografía coronaria, obteniendo un área bajo la curva de 0,78 ($p= 0,022$) (IC 0,6; 1,0) mayor que su correspondiente hipótesis del área bajo la curva de 0,5 Ver Figura 3.

Según la interpretación de Hanly y Mcneil del área bajo la curva, cada individuo del presente estudio al que se le realizó strain global longitudinal tuvo una probabilidad del 78% de ser diagnosticado con estenosis coronaria a comparación de un individuo sano. Además los valores obtenidos del área bajo la curva los cuales se ubicaron entre 0,7-0,9 indican que la prueba diagnóstica evaluada podría ser útil para algunos propósitos.

Cuando se compara la capacidad del strain global longitudinal y la angiografía coronaria para identificar estenosis coronaria, es importante tener en cuenta que para este estudio la

estenosis coronaria tuvo una prevalencia real del 85.1%, aunque la prueba diagnóstica evaluada muestra una prevalencia aparente del 91.0%.

Figura 3. Curva ROC de Strain global longitudinal y angiografía coronaria para detección de estenosis coronaria.



Sin embargo el strain global longitudinal presentó una sensibilidad de 96.5% (91.7%, 101.3%) y una especificidad de 40.0% (9.6%, 70.4%); la angiografía coronaria para esta población de estudio tuvo una sensibilidad y especificidad del 100%. Los valores del strain global longitudinal llaman la atención por el porcentaje alto de sensibilidad y el valor medio de especificidad lo cual no es muy alentador para el presente estudio, esto también se observó en la curva ROC ya que su ángulo se aleja de la esquina superior derecha que sería el punto ideal de sensibilidad y especificidad cercanos al 100%.

Sin embargo los valores predictivos positivos para el strain global longitudinal indicaron que este tuvo una probabilidad de 90.2% (82.7%, 97.6%) en detectar realmente a un individuo enfermo, mientras que un resultado negativo tuvo una probabilidad de 66.7% (28.9%, 104.4%) de ser realmente un individuo sano.

Según lo mencionado anteriormente el strain global longitudinal en esta población de estudio permitió identificar y discriminar los pacientes con estenosis coronaria con valores

cercanos a los de la angiografía coronaria, pero sin embargo tuvo dificultades en discriminar los pacientes sanos, aunque permitió calcular un valor intermedio de especificidad, valor que podría ser atribuido por la situación de prevalencia de la estenosis coronaria en este grupo de pacientes que fue entre el 85 y 90%, sería interesante poder evaluar la capacidad discriminativa del strain en una población con una prevalencia menor de estenosis coronaria para identificar cual sería la especificidad, esto se constituyó en una limitación del presente estudio.

Sin embargo los resultados obtenidos son alentadores teniendo en cuenta que el strain global longitudinal es una técnica ecocardiográfica no invasiva que permite conocer y profundizar con mayor detalle en la función sistólica de la fibra miocárdica en los pacientes que se encuentran en un contexto de infarto agudo del miocardio, porque como pasa en algunos casos hay pacientes con estenosis coronaria que presentan valores de fracción de eyección normales pero el strain global longitudinal ofrece un análisis más profundo de la mecánica ventricular identificando alteraciones en el acortamiento de la fibra miocárdica que no se pueden detectar con cálculo de volúmenes, orientando a los cardiólogos clínicos sobre la posible presencia de estenosis coronaria identificada inicialmente por strain global longitudinal.

10.2.2 Identificación del número de territorios afectados y vasos culpables por strain global longitudinal utilizando como patrón de oro la angiografía coronaria.

En apartados anteriores se analizó la capacidad del strain global longitudinal para detectar estenosis coronaria pero en este punto se analizará la capacidad de discriminación que tiene el strain global longitudinal para detectar estenosis coronaria en varios territorios, el territorio anatómico del vaso culpable, además de analizar el caso de coronarias sin estenosis.

En la tabla 10 se resumen los valores de concordancia; en cuanto a los territorios se analizaron los casos de ausencia de estenosis o coronarias sanas, para este caso se obtuvo

una concordancia moderada con un Kappa de 0,76 con un $p:0,077$; en cuanto a los territorios llama la atención la concordancia para la detección de estenosis coronaria en 1 territorio en la que se obtuvo un kappa de 0,9 con un $p:0,001$ lo cual indica que para este caso hubo muy buena concordancia indicando que este acuerdo no fue producto del azar, para la detección de estenosis coronaria en 2 territorios hubo un acuerdo moderado con valores de kappa de 0,5 y para tres territorios hubo un acuerdo bueno con kappa de 0,7.

Tabla 10. Valores de concordancia para número de territorios afectados por strain global longitudinal.

	SGL	Ang cor	Valor p	Kappa
Coronarias sanas	6	10	0,077	0,76
Enfermedad de un territorio	25	25	0,001	0,929
Enfermedad de dos territorios	19	21	0,001	0,58
Enfermedad de tres territorios	6	13	0,001	0,718

SLG: strain global longitudinal. Ang cor: angiografía coronaria.

Estos resultados indican que el strain global longitudinal pudo identificar estenosis coronaria aislada y también pudo identificar compromiso de varios territorios.

Este hallazgo también se confirma con el análisis de curvas ROC ver figura 4 y tabla 11 en donde para todos los territorios analizados se obtuvo un área bajo la curva mayor a 0,5 con diferencias estadísticamente significativas y con intervalos de confianza que no incluyeron el 0,5 de valor de hipótesis de la curva; además la curva se alejó del centro lo cual indicó que el strain global longitudinal pudo detectar los pacientes con estenosis coronaria con valores cercanos a los de la angiografía coronaria.

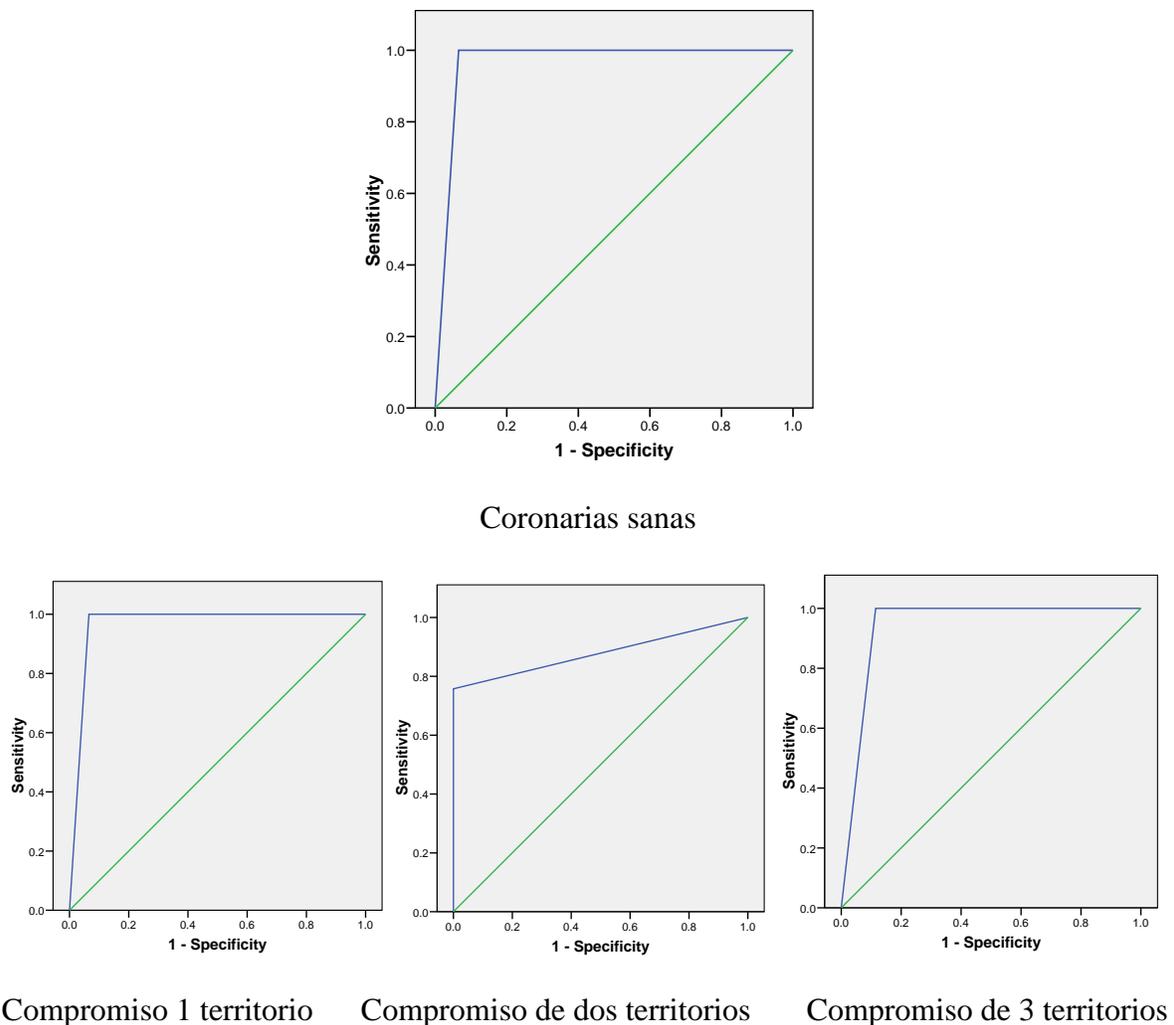
Según Swets valores de área bajo la curva mayores de 9 indican que la prueba es de alta exactitud para detectar la estenosis coronaria según número de territorios afectados, esto es importante tenerlo en cuenta, porque el valor de exactitud que se obtuvo para la detección de estenosis coronaria general fue de 0,78 pero cuando el análisis se realizó por territorio se

pudo obtener valores superiores a este oscilando entre 0,87 y 0,96, estos valores se acerca mucho a los obtenidos por la angiografía coronaria.

Tabla 11. Valores de área bajo la curva para número de territorios afectados.

	ROC	IC	P
Coronarias sanas	0,967	0,927; 1,008	0,000
Enfermedad de un territorio	0,879	0,787; 0,970	0,000
Enfermedad de dos territorios	0,952	0,878; 1,027	0,000
Enfermedad de tres territorios	0,943	0,887; 0,998	0,000

Figura 4. Curvas ROC para número de territorios afectados.



10.2.3 Identificación del territorio anatómico del vaso culpable por strain longitudinal VS angiografía coronaria.

En apartados anteriores se logró demostrar que el strain global longitudinal es una prueba que permite detectar con alta exactitud si existe estenosis de 1 o varios territorios, además de esto el strain global longitudinal pudo identificar casos en donde no hubo estenosis coronaria que correspondieron a coronarias sanas.

En este apartado se analizó cuál es el desempeño del strain para identificar el territorio anatómico del vaso culpable, para este análisis se definieron 3 vasos principales, coronaria derecha, la descendente anterior y circunfleja, es importante aclarar que el strain tiene la capacidad de identificar el territorio pero no va a discriminar si es tronco equivalente, vaso principal o secundario.

La primer parte del análisis definirá si existe concordancia entre el territorio anatómico identificado por strain global longitudinal y el territorio anatómico identificado por angiografía coronaria, y posteriormente se determinó la capacidad que tiene el strain global longitudinal para identificar los pacientes que realmente tuvieron estenosis de dicho territorio anatómico de los que no la tuvieron.

En la tabla 12 se resumen los valores de concordancia anatómica, utilizando el coeficiente Kappa de cohen, los valores que se obtuvieron para el presente estudio indican que existe una concordancia moderada para la identificación de estenosis coronaria en los territorios de coronaria derecha y descendente anterior con un valor kappa de 0,4 y la circunfleja obtuvo un valor de kappa de 0,24 indicando una concordancia débil para la detección de compromiso en el territorio de la circunfleja.

Tabla 12. Valores de concordancia para la detección de territorio anatómico comprometido por strain global longitudinal vs angiografía coronaria.

	SGL	Ang cor	Kappa	Valor p
Coronaria derecha	26	39	0,4	0,001
Descendente anterior	25	37	0,467	0,001
Circunfleja	17	27	0,247	0,041

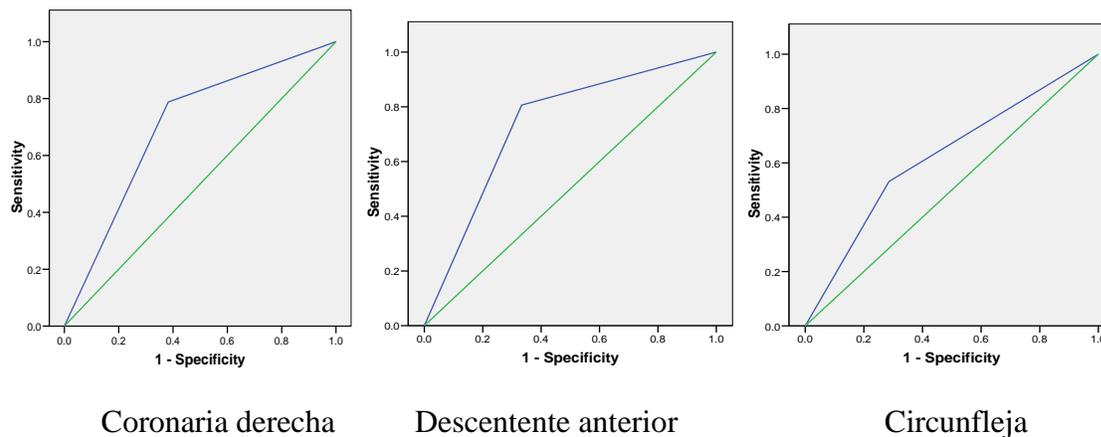
En cuanto a la capacidad del strain global longitudinal para identificar sanos y enfermos determinado por el análisis de curva ROC resumidos en la tabla 13 y figura 5 se pudo concluir que todas las áreas bajo la curva fueron mayores a 0,5 pero aunque hubo diferencias estadísticamente significativas el área bajo la curva del territorio de la circunfleja incluyo el 0,5 que es valor de hipótesis de la curva.

Sin embargo el valor de las áreas bajo la curva permiten ubicar al strain global longitudinal en la categoría de pruebas diagnósticas con utilidad para ciertos propósitos, pero es importante destacar la capacidad que tuvo el strain global longitudinal en este estudio para detectar estenosis coronaria en algún grado, detectar compromiso de varios territorios, y detectar el territorio anatómico del vaso culpable, estas propiedades son importantes teniendo en cuenta que esta técnica es no invasiva y relativamente fácil de utilizar e interpretar.

Tabla 13. Valores del Área bajo la curva para concordancia anatómica.

	ROC	IC	P
Coronaria derecha	0,703	0,576; 0,830	0,004
Descendente anterior	0,753	0,614; 0,859	0,001
Circunfleja	0,623	0,487; 0,758	0,084

Figura 5. Identificación del territorio anatómico del vaso culpable por strain global longitudinal vs angiografía coronaria.



El análisis de curvas ROC permitió identificar la capacidad que tuvo el strain global longitudinal para determinar el territorio anatómico del vaso culpable, permitiendo calcular los valores de seguridad para dicho diagnóstico como se resumen en la tabla 14.

El strain global longitudinal tuvo una sensibilidad de 66.7% y una especificidad de 75.0% para identificar el territorio de la coronaria derecha. En esta población un resultado positivo tuvo una probabilidad de 78.8% de ser realmente un individuo con estenosis de la coronaria derecha, mientras que un resultado negativo tuvo una probabilidad de 61.8% de ser realmente un individuo sano.

Para el caso del territorio de la arteria descendente anterior la sensibilidad fue 67.6% y la especificidad de 80.0%, en este caso un resultado positivo tuvo una probabilidad de 80.6% de haber tenido estenosis de la arteria descendente anterior, mientras que un resultado negativo tuvo una probabilidad de 66.7% de ser un individuo sano.

La detección del territorio de la arteria circunfleja tuvo una sensibilidad de 63.0% y una especificidad de 62.5%; para este caso un resultado positivo tuvo una probabilidad de

53.1% de ser realmente un individuo enfermo, mientras que un resultado negativo tuvo una probabilidad de 71.4% de ser realmente un individuo sano.

Tabla 14. Valores de seguridad para identificación del territorio anatómico del vaso culpable.

Valores de seguridad	Coronaria derecha	Descendente anterior	Circunfleja
Sensibilidad :	66.7% (51.9%, 81.5%)	67.6% (52.5%, 82.7%)	63.0% (44.7%, 81.2%)
Especificidad :	75.0% (59.0%, 91.0%)	80.0% (65.7%, 94.3%)	62.5% (47.5%, 77.5%)
Vp+	78.8% (64.8%, 92.7%)	80.6% (66.7%, 94.6%)	53.1% (35.8%, 70.4%)
Vp-	61.8% (45.4%, 78.1%)	66.7% (51.3%, 82.1%)	71.4% (56.5%, 86.4%)
Prevalencia real :	58.2% (46.4%, 70.0%)	55.2% (43.3%, 67.1%)	40.3% (28.6%, 52.0%)
Prevalencia aparente :	49.3% (37.3%, 61.2%)	46.3% (34.3%, 58.2%)	47.8% (35.8%, 59.7%)

10.2.4 Detección de estenosis coronaria significativa mayor del 70% por strain global longitudinal VS angiografía coronaria.

En este apartado se analizó la capacidad que tuvo el strain global longitudinal para detectar estenosis coronaria significativa utilizando la angiografía coronaria como patrón de oro, se definió esta estenosis; como toda estenosis superior al 70% identificada por angiografía coronaria.

Una vez que el strain identificó la presencia de estenosis coronaria reflejada en el resultado final de la deformación global con valores inferiores a -18%, y con un ojo de buey con presencia de zonas de compromiso codificadas con colores rojo claro y azules, además después de obtener el número de territorios con presencia de esta codificación de colores y determinar el territorio anatómico del vaso culpable, se procedió a determinar si estos valores correspondieron con una estenosis coronaria significativa; los valores que se obtuvieron se resumen en la tabla 15.

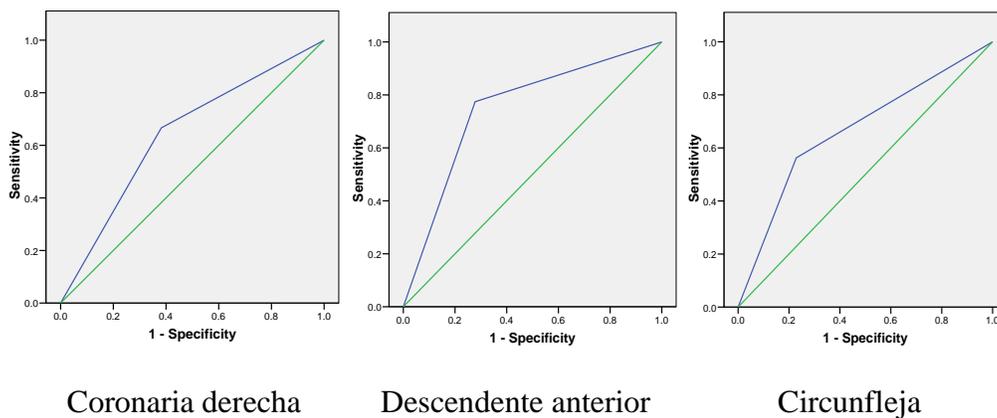
En cuanto al análisis de curvas ROC se pudo identificar una mejor exactitud para la identificación de la estenosis coronaria significativa en el territorio de la descendente anterior con un área bajo la curva de 0,74; los valores para la detección de estenosis significativa en el territorio de la coronaria derecha y circunfleja obtuvieron valores con

más baja exactitud pero sin embargo la curva se aleja de la línea de hipótesis lo cual indica que el strain global longitudinal tiene utilidad en detectar estenosis coronaria significativa para los territorios anatómicos descritos pero su exactitud se aleja mucho de la obtenida con la angiografía coronaria . Ver figura 6 y tabla 15.

Tabla 15. Valores de área bajo la curva para estenosis coronaria significativa detectada por strain global longitudinal.

	ROC	IC	P
Coronaria derecha	0,642	0,509 ; 0,776	0,045
Descendente anterior	0,748	0,627 ; 0,869	0,000
Circunfleja	0,667	0,535; 0,799	0,019

Figura 6. Curvas ROC para detección de estenosis significativa por strain global longitudinal según territorio anatómico.



10.3 Hallazgos adicionales.

10.3.1 Comparación de la capacidad de detección de estenosis coronaria por strain global longitudinal, fracción de eyección, índice de motilidad parietal utilizando la angiografía coronaria como gold estándar.

Para el análisis de la detección de estenosis coronaria por strain global longitudinal es importante resaltar las ventajas de la utilización de esta técnica ecocardiográfica que recientemente se está utilizando ampliamente como herramienta diagnóstica, entre las ventajas el strain global está que disminuye la subjetividad del observador siendo una técnica semi automatizada que necesita que el operador de unas ordenes pequeñas al equipo para que se pueda hacer el análisis, detecta alteraciones en la función de la fibra miocárdica indicando que hay anomalías en la función sistólica del ventrículo izquierdo antes que el valor de la fracción de eyección se altere, esta propiedad es sin duda la más importante porque le da al strain global longitudinal cierta propiedad de predictor o detector precoz de alteraciones.

En la tabla 16 se resumen los principales aspectos del análisis de la capacidad de dos métodos tradicionalmente utilizados en ecocardiografía para la detección de estenosis coronaria y el strain global longitudinal que se está constituyendo como técnica actual para tal fin.

En apartados anteriores se analizaron las propiedades diagnósticas del strain global longitudinal para la detección de estenosis coronaria indicando que cada individuo de esta población al que se le evaluó con esta técnica tuvo una probabilidad de detectársele estenosis coronaria de un 78%, se realizó este mismo análisis para la fracción de eyección y el índice de motilidad parietal obteniéndose los siguientes resultados.

En la tabla 16 y figura 7, en el análisis de curvas ROC se pueden apreciar los valores del área bajo la curva para el strain global longitudinal, la fracción de eyección y el índice de motilidad parietal tomando como gold estándar la angiografía coronaria, los valores indicaron la superioridad del strain global longitudinal para la detección de estenosis coronaria a comparación de las técnicas tradicionales; se observa como la curva se aleja del

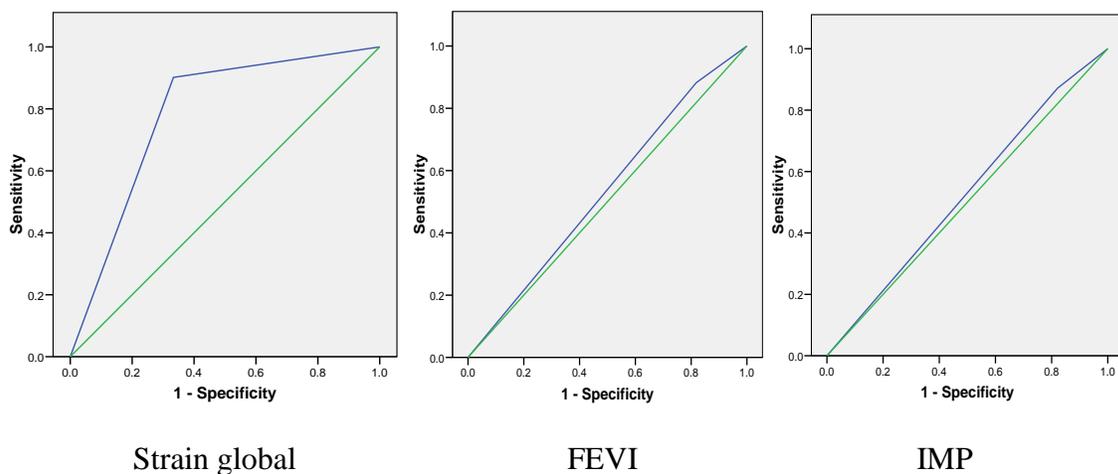
centro además cómo el valor el área bajo la curva se aleja de 0,5; y se logró demostrar diferencias estadísticamente significativas.

Las curvas de la fracción de eyección y el índice motilidad parietal son muy cercanas a la línea de hipótesis de la curva ROC que es 0,5 y sus áreas fueron muy cercanas a ella y no se obtuvo diferencias estadísticamente significativas.

Tabla 16. Valores de Área bajo la curva para detección de estenosis coronaria para strain global, fracción de eyección e índice de motilidad parietal.

	ABC ROC	Valor p	IC	P
Strain global longitudinal	0,78	0,022	0,6; 1,0	0,022
Fracción de eyección	0,53	0,652	0,39;0,67	0,727
Índice de motilidad parietal	0,52	0,727	0,38;0,66	0,652

Figura.7. Curvas ROC para strain global, fracción de eyección e índice de motilidad parietal.



Las gráficas presentadas anteriormente permiten analizar los valores de sensibilidad y especificidad, ver tabla 17, para la detección de estenosis coronaria.

Tabla 17. Valores de seguridad para detección de estenosis coronaria para strain global longitudinal, fracción de eyección e índice de motilidad parietal.

Valores de seguridad	SGL	FEVI	IMP
Sensibilidad	96.5% (91.7%, 101.3%)	52.6% (39.7%, 65.6%)	58.2% (45.1%, 71.2%)
Especificidad	40.0% (9.6%, 70.4%)	60.0% (29.6%, 90.4%)	50.0% (19.0%, 81.0%)
Vp+	90.2% (82.7%, 97.6%)	88.2% (77.4%, 99.1%)	86.5% (75.5%, 97.5%)
Vp-	66.7% (28.9%, 104.4%)	18.2% (5.0%, 31.3%)	17.9% (3.7%, 32.0%)
Prev real	85.1% (76.5%, 93.6%)	85.1% (76.5%, 93.6%)	84.6% (75.8%, 93.4%)
Prev aparente	91.0% (84.2%, 97.9%)	50.7% (38.8%, 62.7%)	56.9% (44.9%, 69.0%)

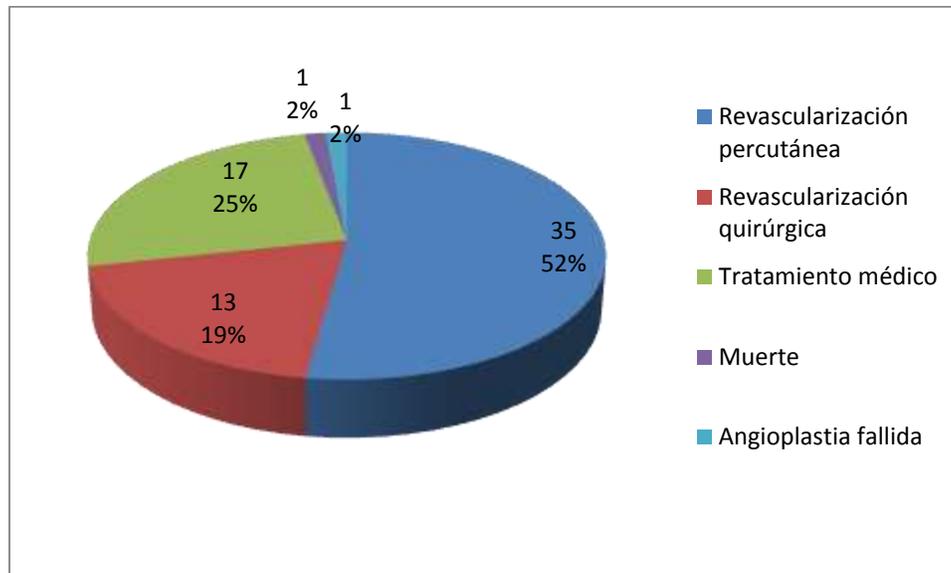
Cuando se compara la fracción de eyección y la angiografía coronaria para la detección de estenosis coronaria en el presente estudio, la fracción de eyección presenta una sensibilidad de 52.6% y una especificidad de 60.0%. En el caso del índice de motilidad parietal comparado con la angiografía coronaria para la detección de estenosis coronaria esta presentó una sensibilidad de 58.2% y una especificidad de 50.0%.

Llama la atención el nivel bajo de sensibilidad de la fracción de eyección y el índice de motilidad parietal para la detección de estenosis coronaria a comparación del strain global longitudinal, sin embargo tienen valores superiores de especificidad.

10.4 Tratamiento de las lesiones identificadas por angiografía coronaria.

Aunque el ecocardiograma se realizó antes de la angiografía coronaria este no fue incluido en el resultado pero sin embargo es interesante saber que el 52% de los pacientes incluidos en este estudio se les realizó revascularización percutánea, el 19% fueron derivados a cirugía cardiovascular a revascularización quirúrgica, un 17% requirió tratamiento médico, un paciente falleció y otro fue un caso de angioplastia fallida.

Figura 4. Tratamiento final de las lesiones identificadas por angiografía coronaria.



10.5 Análisis de valores de corte de strain global longitudinal para la población de estudio.

En la figura 9 y 10 y tabla 18, se muestran los valores del strain global longitudinal encontrados en la población de estudio, encontrándose un valor general de strain global longitudinal de $-14,8\% \pm 5,1$, con un valor mínimo de $-16,7\%$ y un valor máximo de $-22,1\%$, sin embargo el promedio se deja afectar por valores extremos encontrados por tal motivo se realizó un análisis individual para variables el caso de coronarias sanas, para compromiso de 1 territorio, dos y tres territorios.

El valor de strain global longitudinal para individuos sanos fue de mínimo $-16,1$ y máximo hasta $-22,1$ con promedio de -19% para esta población; valores más altos que los identificados en la población general; el valor de strain global longitudinal en promedio para un territorio fue de $-15,9$, para dos territorio fue de $-11,4\%$ y para tres territorios $-13,5\%$, sin embargo se observa como fluctúa el valor del strain mínimo y máximo entre territorios desde un $-16,2$ hasta un $-7,7\%$, lo mismo ocurrió con el valor máximo este fue declinando según número de territorios identificados.

Esto se puede observar más claramente en la gráfica de cajas y bigotes figura 10 en donde los valores mayores del strain global longitudinal están en los pacientes de coronarias sanas y los valores menores están en los pacientes de estenosis coronaria en tres territorios pero sin embargo llama la atención como el valor de los pacientes de 2 territorios comprometidos es aún menor que todos y tiene una distribución más homogénea de sus valores tendientes a valores de -13% y -10%.

Figura 5. Valor general del strain global longitudinal.

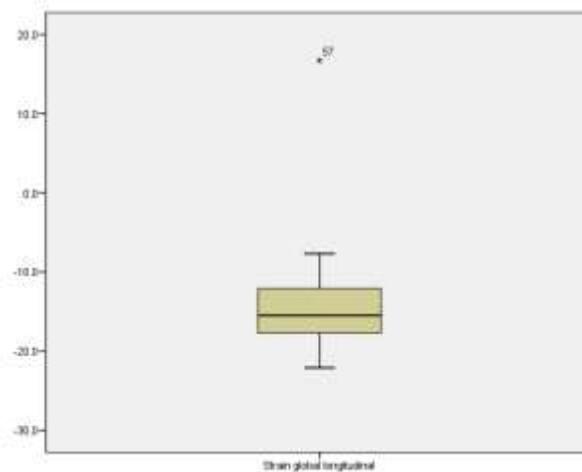
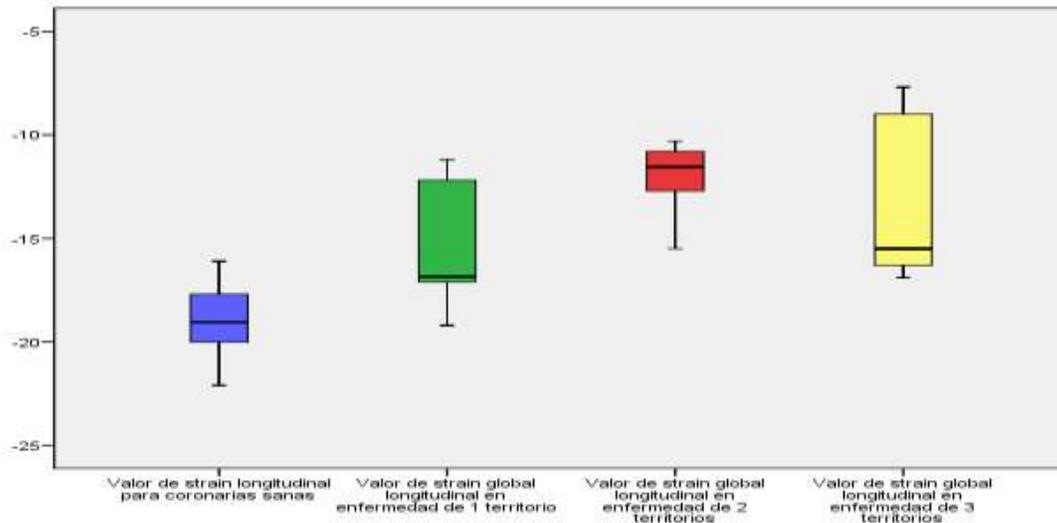


Tabla 19. Valor del strain global longitudinal por territorios

	c sanas	1 territ	2 territ	3 territ
Media	-19	-15,9	-11,4	-13,5
DE	2,0	2,6	7,0	4,0
Máximo	-22,1	-19,6	-19,1	-16,9
Mínimo	-16,1	-11,2	16,7	-7,7
CV	11	17	62	30

Figura 6. Valor de strain global longitudinal para la población de estudio por territorio anatómico afectado.



En cuanto a la ubicación de los valores del strain global longitudinal en la población se observa en la tabla 20 de cuartiles que el 25% de los pacientes del valor general tuvieron un valor igual o menor de strain global longitudinal de -17,7% y que el 75% de los pacientes tuvieron valores iguales o menores de -12,1%.

Cuando se analizan los valores de strain global longitudinal por número de territorios afectados se observa cómo el 75% de los datos tiene un valor igual o menor de -13%, siendo el más bajo el valor de strain de compromiso de 3 territorios.

Los valores para pacientes sanos el 25% de los pacientes tuvieron un strain global longitudinal igual o menor de -20,5% y el 75% tuvieron valores iguales o menores de -17,3%.

Tabla 20. Valores de cuartiles del strain global longitudinal por territorio afectado.

Cuartiles	General	1 territorio	2 territorios	3 territorios	c sanas
25	-17,7	-18,0	-15,8	-16,5	-20,5
50	-15,5	-16,8	-12,4	-15,5	-19,1
75	-12,1	-13,1	-10,3	-8,675	-17,3

11. Discusión.

El presente estudio logro demostrar que el uso de las nuevas técnicas no invasivas como el strain global longitudinal son útiles para identificar la presencia de estenosis coronaria significativa definida como una obstrucción > 70% de la luz del vaso, esta técnica permitió identificar 55 pacientes 82% con estenosis coronaria, a comparación de la angiografía coronaria que detecto 57, 85% (p= 0,002).

También se identificó compromiso de la función de más de un territorio y permitió conocer el territorio anatómico del vaso culpable en pacientes con primer evento coronario tipo infarto agudo del miocardio; además identificó en el grupo de pacientes con estenosis coronaria un importante compromiso en la función sistólica global y regional medidas por strain global longitudinal a comparación con la población de pacientes con coronarias sin lesiones.

El cada paciente que se evaluó con strain global longitudinal en este estudio tuvo una probabilidad del 78% de ser diagnosticado con estenosis coronaria a comparación de un individuo sano. Además los valores obtenidos del área bajo la curva los cuales se ubicaron entre 0,7-0,9 lo que indica que con estos valores el strain global longitudinal podría ser útil para algunos propósitos. Estos datos son similares a los reportados en estudios previos ^(5,6).

Cuando se analizaron los valores de seguridad del strain global para detección de estenosis coronaria, se pudo demostrar un alta sensibilidad de la técnica con una especificidad moderada probablemente porque la población de estudio tenía una prevalencia real de 85.1% de enfermedad coronaria y una alta probabilidad pretest de enfermedad coronaria significativa al ser pacientes con infarto agudo del miocardio demostrado por criterio clínico y elevación de biomarcadores.

Es importante tener en cuenta que el strain global longitudinal en este estudio no tuvo la misma capacidad que la angiografía coronaria para detectar el territorio del vaso culpable que tenía estenosis significativa; sin embargo es de resaltar que los valores obtenidos

aunque no son los mejores, permiten establecer que durante la valoración ecocardiográfica del paciente en un contexto de infarto agudo del miocardio con aumento de troponinas el strain global longitudinal permite hacer un primer abordaje informativo de las posibles lesiones que se pueden encontrar durante la angiografía coronaria, identificando la presencia de estenosis coronaria por disminución de sus valores, identificación del número de territorios comprometidos, ya sea para un territorio aislado o todos los territorios, además de aportar el territorio anatómico del vaso o vasos culpables, dicha información en conjunto con el valor de la fracción de eyección permitirán hacer una primera caracterización más específica del estado funcional cardíaco del paciente.

Se sabe que esta técnica diagnóstica nunca va a sustituir la angiografía coronaria como método directo para la visualización de la anatomía coronaria pero puede aportar información inicial de mucha importancia que contribuya al proceso de diagnóstico, tratamiento y toma de decisiones en torno al paciente con infarto agudo del miocardio.

Es importante resaltar que en la práctica clínica rutinaria no se disponen de métodos no invasivos que rápidamente permitan detectar la presencia de estenosis coronaria. Tradicionalmente se ha establecido la fracción de eyección como un índice de funcionamiento de la cámara ventricular ampliamente utilizado en la clínica y conocido e interpretado por todas las especialidades médicas, pero sin embargo el strain global longitudinal brinda información sobre el estado de la fibra miocárdica y detecta la alteración en su funcionamiento mucho antes que pueda tener impacto sobre la función de cámara del ventrículo izquierdo, es por este motivo que el strain global longitudinal esta ganado terreno en la práctica clínica, a pesar que el ecocardiograma está ampliamente disponible en los servicios y puede realizarse a minutos de la admisión, sin embargo los equipos ecocardiográficos deben tener el software instalado para hacer el análisis de deformación ventricular y aunque este método trata de reducir la subjetividad del operador este necesita entrenamiento y una curva de aprendizaje para la adquisición de imágenes, aspectos técnicos y la interpretación del ojo de buey y los vectores de velocidad.

Aunque todavía las diferentes técnicas ecocardiográficas tienen importantes limitaciones, en el presente estudio se pudo demostrar que el strain longitudinal global es superior cuando se comparó con la fracción de eyección medida por el método de Simpson y el cálculo de índice de motilidad parietal para la valoración de la disfunción ventricular izquierda y la severidad de la enfermedad coronaria. Se demostró una significativa relación entre el grado de disfunción sistólica y el grado de oclusión coronaria aguda.

Este estudio confirma que ni la fracción de eyección, ni el índice de motilidad parietal tienen suficiente precisión para identificar estenosis coronaria significativa en esta población. El strain longitudinal global es una medida objetiva de la función ventricular izquierda y demostró tener un adecuado poder y discriminación en este estudio.

Otro dato relevante fue la concordancia encontrada entre los territorios afectados identificados por strain y los hallazgos de la arteriografía coronaria, demostrando una mejor concordancia a nivel de los territorios de la arteria descendente anterior y coronaria derecha, y una menor concordancia a nivel del territorio de la circunfleja. Esto en parte se explica porque la perfusión de un vaso puede no ser exclusiva para un territorio anatómico, la variedad anatómica de las arterias coronarias puede determinar que un territorio comparta la irrigación con dos o más vasos; además el mal alineamiento entre los planos de la imagen también pueden ocasionar que se incluyan varios territorios.

Algunos pacientes pueden tener importante disfunción ventricular izquierda por otras causas, hipertensión o cardiomiopatía. Estos pacientes tienen generalmente una disminución uniforme de la función ventricular que da como resultado importante compromiso en los valores del strain y la fracción de eyección. En estos casos el escenario clínico es importante para establecer el diagnóstico diferencial, y se hace necesario valorar los datos con precaución dado que la enfermedad coronaria puede coexistir en este grupo de pacientes.

Los resultados de este estudio tienen importantes implicaciones clínicas ya que al identificar la oclusión coronaria que es una causa reversible de isquemia y necrosis permite

al equipo médico establecer estrategias tempranas para revertir estos fenómenos. Además la evaluación de la función sistólica del ventrículo izquierdo en este grupo de pacientes es un importante marcador pronóstico, permitiendo realizar una mejor estratificación del riesgo e implementar las medidas terapéuticas adecuadas. Potencialmente, se podrían disminuir hospitalizaciones prolongadas, procedimientos diagnósticos innecesarios, reduciendo costos y riesgo de complicaciones.

12. Conclusiones.

La medición de la función global y regional por medio del strain global longitudinal medido por speackel trackin 2D identifica en pacientes con infarto agudo del miocardio la presencia de estenosis coronaria significativa, además permite discriminar el número de territorios afectados, y la distribución anatómica de los posibles vasos culpables, sin embargo hay que tener precaución en su uso que sólo se limite a escenarios en donde pueda ser interpretado adecuadamente.

13. Recomendaciones.

Existen algunas limitaciones en este estudio; primero es un estudio realizado en un único centro con un número de pacientes relativamente pequeño y solo se evaluó el strain longitudinal global ya que es el tipo de strain que mejor evidencia ha demostrado, no se valoraron strain radial y circunferencial, y se realizó en pacientes con probabilidad alta de enfermedad coronaria.

Así que se recomienda realizar ensayos clínicos aleatorizados y estudios multicéntricos con poblaciones más grandes en donde se evalúen varios subgrupos de pacientes con probabilidades pretest bajas, intermedias, sin aumento de los biomarcadores miocárdicos, con el objetivo de evaluar el desempeño de esta técnica diagnóstica en un escenario en el que se pueda utilizar para estratificar los pacientes con probabilidad intermedia y baja en donde se podrá conocer el valor de su sensibilidad y especificidad en este tipo de población y con ello aportar evidencia suficiente para poder ubicar el strain global longitudinal como un método diagnóstico para estratificación de pacientes con sospecha de enfermedad coronaria.

14. Anexos.

Anexo 1.

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

valor diagnóstico del *strain global longitudinal* para la detección de estenosis coronaria significativa en pacientes con infarto agudo del miocardio sin elevación del ST.

Fecha: _____

Observador: _____

Iniciales del paciente: _____ NHC: _____

Datos demográficos y clínicos.

1. Edad : _____ años
2. 2: sexo: masculino: 1, femenino: 0.

Antecedentes patológicos:

0: HTA 1: DM 2: Obesidad (IMC____) 3: Tabaquismo 4: Dislipidemia. 5: Antecedente familiar de enfermedad coronaria.

Valoración ecocardiográfica

FEVI: _____%
IMP: _____
Strain GL: _____%
Territorio comprometido por strain 0: ADA 1: CX 2: CD 3: ADA Y CX. 4: CX Y CD. 5: ADA, CX, CD
Arteriografía coronaria: 0: si 1: no
Distribución de las lesiones d. ADA e. CX f. CD Lesiones mayores del 70%.

15. Bibliografía

1. Ezra A. Amsterdam, Nanette K. Wenger, Ralph G. Brindis, Donald E. Casey. **2014 AHA/ACC Guideline for the Management of Patients With Non-ST-Elevation Acute Coronary Syndromes: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines.** *Circulation*. published online September 23, 2014;
2. Gabriel Steg (Chairperson) (France)*, Stefan K. James (Chairperson) (Sweden)*, Dan Atar (Norway), Luigi P. Badano. ESC Guidelines for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation. *European Heart Journal* (2012) 33, 2569–2619
3. Kashif Kalam, Petr Otahal, Thomas H Marwick. Prognostic implications of global LV dysfunction: a systematic review and meta-analysis of global longitudinal strain and ejection fraction. *Heart* 2014;100:1673–1680
4. Eak Chirstian , Grenne bjornar, Brunvand Harald. Strain echocardiography predicts acute coronary occlusion in patients with non – ST – segment elevation acute coronary syndrome. *European Journal Echocardiography* 2010: 11 501 – 1508.
5. Sarvari SI¹, Haugaa KH, Zahid W, Bendz B, Aakhus S, Aaberge L, Edvardsen T. Layer-specific quantification of myocardial deformation by strain echocardiography may reveal significant CAD in patients with non-ST-segment elevation acute coronary síndrome. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2013 May;6(5):535-44..
6. Dahlslett Thomas, Karlsen Sigve, Greene Bjornar , Eek Christian. Early assessment of Strain Echocardiography can Accurately Exclude significant Coronary Artery Stenosis in Suspected Non segmente Elevation Acute Coronary síndrome. *J Am Soc Echocardiog* 2014 Vol 25 N: 5
7. Cole Graham , Jamil Mayet, Ilbac Malik. Diagnosis coronary artery occlusion in NSTEMACS with strain echocardiography. *Heart* 2010 96: 1516 – 1517.

8. Alejandro Cortell^a, Juan Sanchis^a, Vicente Bodí^a, Julio Núñez. **Infarto de miocardio sin elevación del ST con coronarias normales: predictores y pronóstico.** Rev Esp Cardiol. 2009;62(11):1260-6 - Vol. 62 Núm.11
9. Otto Catherine, MD. Ecocardiografía clínica práctica. Tercera edición. Elsevier.
10. James D. Thomas, MD, Zoran B. Popović, MD, PHD. Assessment of Left Ventricular Function by Cardiac Ultrasound. (J Am Coll Cardiol 2006;48: 2012–25)
11. Olaya Pastor, Sanchez Jairo, Osio Luis Fernando. Strain and Strain Rate for Dummies. Rev Colomb Cardiol 2011;18: 340 – 344.
12. Kazuaki Negishi, MD, PHD,* Tomoko Negishi, MD,* Koji Kurosawa, MD. Practical Guidance in Echocardiographic Assessment of Global Longitudinal Strain. JACC: CARDIOVASCULAR IMAGING, VOL. -, NO. -, 2014
13. Ashraf M. Anwar, MD, PhD. **Accuracy of Two-Dimensional Speckle Tracking Echocardiography for the Detection of Significant Coronary Stenosis.** J Cardiovasc Ultrasound 2013;21(4):177-182
14. Hoit Brian. Strain and Strain rate echocardiography and Coronary Artery Disease. Circ Cardiovasc Imaging 2011;4: 179 – 190.
15. Bjørnar Grenne, Christian Eek, Benthe Sjøli, et al. Acute Coronary occlusion in Non ST elevation Acute Coronary syndrome : Outcome and Early identification by Strain Echocardiography. *Heart* 2010 96: 1550-1556
16. Sara Shimoni, MD, Gera Gendelman, MD, Oded Ayzenberg, MD, Nahum Smirin, PhD, Peter Lysyansky, PhD. Differential Effects of Coronary Artery Stenosis on Myocardial Function: The Value of Myocardial Strain Analysis for the Detection of Coronary Artery Disease. J Am Soc Echocardiogr 2011;24:748-57.
17. . Catherine Szymanski,1,2 Franck Lévy,1 Christophe Tribouilloy. Should LVEF be replaced by global longitudinal strain?. HEART: 2014;100:1655–1656.
18. Harvey Feigenbaum, MD; Ronald Mastouri, MD; Stephen Sawada, MD. A Practical Approach to Using Strain Echocardiography to Evaluate the Left Ventricle. (*Circ J* 2012; **76**: 1550 – 1555)

