



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO
ESPECIALIZACIONES MÉDICAS

TESIS DE POSGRADO

**VALOR DEL STRAIN LONGITUDINAL GLOBAL MEDIANTE ECOCARDIOGRAFÍA
BIDIMENSIONAL SPECKLE TRACKING COMO PREDICTOR DE LA LOCALIZACIÓN DE
ENFERMEDAD ARTERIAL CORONARIA**

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

ESPECIALISTA EN CARDIOLOGÍA

CENTRO MÉDICO ABC
THE AMERICAN BRITISH COWDRAY MEDICAL CENTER, I.A.P.
SERVICIO DE CARDIOLOGÍA

PRESENTA:	Dr. Julio César Muñoz Calderón
ASESOR DE TESIS:	Dr. Luis Rodrigo González Azuara
ASESOR ESTADÍSTICO:	Dra. María Elena Soto López
PROFESOR TITULAR:	Dr. Víctor Manuel Ángel Juárez

Ciudad de México, 2019



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Dr. Víctor Manuel Ángel Juárez

Profesor Titular del curso de Cardiología
Facultad de Medicina UNAM, División de Estudios de Posgrado

Dr. Luis Rodrigo González Azuara

Jefe de la Unidad de Cuidados Críticos Cardiovasculares
Asesor de Tesis

Dra. María Elena Soto López

Coordinadora de Investigación, Línea de Servicio Cardiovascular
Asesor Estadístico

Dr. Juan Osvaldo Talavera Piña

Director de la División de Educación e Investigación, Centro Médico ABC
Facultad de Medicina UNAM, División de Estudios de Posgrado

Dr. Julio César Muñoz Calderón

Residente de la especialidad de Cardiología, Centro Médico ABC

PARTICIPANTES:

Dr. Julio César Muñoz Calderón
Residente de Cardiología, Centro Médico ABC

Dr. Luis Rodrigo González Azuara
Jefe de la Unidad de Cuidados Críticos Cardiovasculares del Centro Médico ABC
Asesor de Tesis

Dra. María Elena Soto López
Coordinadora de Investigación de la Línea de Servicio Cardiovascular, Centro Médico ABC
Asesor Estadístico

Dr. Armando Iván Fajardo Juárez
Colaborador de Tesis

AGRADECIMIENTOS:

A mi familia, amigos, maestros y todos aquellos que me han acompañado a lo largo de mi preparación como especialista en Cardiología.

ÍNDICE

I.	ABREVIATURAS	5
II.	RESUMEN	6
III.	MARCO TEÓRICO	8
IV.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	24
V.	PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	25
VI.	JUSTIFICACIÓN	26
VII.	HIPÓTESIS	26
VIII.	OBJETIVOS	26
IX.	CONFLICTO DE INTERESES	27
X.	ASPECTOS ÉTICOS	28
XI.	MATERIAL Y MÉTODO	28
A.	Diseño	28
B.	Población	28
C.	Criterios de Inclusión/Exclusión	29
D.	Metodología	30
a.	Variables	33
XII.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	35
XIII.	RESULTADOS	36
XIV.	DISCUSIÓN	52
XV.	LIMITACIONES	54
XVI.	CONCLUSIONES	54
XVII.	REFERENCIAS	55

ABREVIATURAS:

ACTC: Angiotomografía coronaria

SLG: Strain longitudinal global

SLT: Strain longitudinal territorial

EAC: Enfermedad arterial coronaria

ICP: Intervención coronaria percutánea

SICA: Síndrome coronario agudo

IAMCEST: Infarto agudo del miocardio con elevación de segmento ST

IAMSEST: Infarto agudo del miocardio sin elevación de segmento ST

AE: Angina estable

AI: Angina inestable

ECOTT-2D: Ecocardiograma bidimensional

ST: Speckle tracking

CIE: Cardiopatía isquémica estable

DA: Descendente anterior

Cx: Circunfleja

CD: Coronaria derecha

TCI: Tronco de la arteria coronaria izquierda

RESUMEN:

VALOR DEL *STRAIN* LONGITUDINAL GLOBAL MEDIANTE ECOCARDIOGRAFÍA BIDIMENSIONAL *SPECKLE TRACKING* COMO PREDICTOR DE LA LOCALIZACIÓN DE ENFERMEDAD ARTERIAL CORONARIA

Dr. Julio César Muñoz Calderón

Residente de Cardiología

-Introducción: Se conoce que la EAC grave es predictor de disfunción miocárdica, sin embargo, la fracción de expulsión ventricular izquierda (FEVI) puede apreciarse conservada e inclusive normal en pacientes asintomáticos y hemodinámicamente estables a los que se realiza estudio ecocardiográfico. El establecimiento de nuevas técnicas de procesamiento de imagen brinda utilidad diagnóstica en la detección temprana de disfunción ventricular izquierda. El strain longitudinal es la medición que se reduce en mayor proporción en segmentos afectados por una arteria coronaria obstructiva, lo que lo hace el indicador ecocardiográfico más sensible y reproducible para isquemia.

-Objetivo: Conocer el valor del strain longitudinal global mediante ecocardiografía bidimensional (ECOTT-2D) con análisis speckle tracking como predictor de la localización de enfermedad arterial coronaria al correlacionar las mediciones con los hallazgos obtenidos por angiografía coronaria percutánea.

-Metodología: Se trata de un estudio de tipo retrospectivo, observacional, descriptivo, comparativo y transversal en un periodo comprendido entre agosto de 2016 y junio de 2019 en el Centro Médico ABC, Campus Observatorio. A todos los pacientes se les realizó ECOTT-2D previo y posterior a angiografía coronaria percutánea. Se analizó

cada uno de los ECOTT-2D con técnica de speckle tracking para obtener el strain longitudinal global y territorial.

-Resultados: Los resultados revelaron que el strain longitudinal global (SLG) fue significativamente más negativo en aquellos pacientes con lesiones coronarias significativas igual o mayores a 70% en obstrucción luminal, visto el estudio de angiografía coronaria por medio de intervención coronaria percutánea (ICP). Las variables que a continuación se mencionan son las que poseen un valor de predicción más alto para localización de enfermedad arterial coronaria obstructiva significativa: Para la arteria DA la variable de strain longitudinal territorial (SLT-DA). En el caso de la arteria circunfleja y la coronaria derecha, las variables con mayor valor fueron la edad y el strain longitudinal global (SLG).

-Conclusión: El strain longitudinal global (SLG) y el strain longitudinal territorial (SLT) evaluados por ecocardiografía bidimensional en reposo (ECOTT-2D) con técnica de speckle tracking, tiene alto poder predictivo para detección y localización de enfermedad arterial coronaria obstructiva significativa.

Dichos hallazgos podrían ayudar en la identificación de pacientes de alto riesgo en los cuales se sospecha el diagnóstico de EAC estable con angina estable (AE) con el subsecuente beneficio de corroborar el diagnóstico con angiografía por ICP y posterior angioplastia coronaria.

MARCO TEÓRICO:

-INTRODUCCIÓN:

Las patologías asociadas a enfermedad arterial coronaria (EAC) ocupan la primera causa de muerte a nivel mundial desde hace más de 90 años. Se estima que sólo en Estados Unidos de América anualmente 65,000 personas presentan un evento agudo y aproximadamente 300,000 personas manifiestan recurrencia de cardiopatía isquémica. En México los datos epidemiológicos son similares, siendo la primera causa de mortalidad en mayores de 60 años y la segunda en población general.

La EAC que se manifiesta como cardiopatía isquémica estable (CIE) es multifacética, por lo que su prevalencia e incidencia son difíciles de determinar y los datos varían entre la literatura según la definición que se haya usado. La prevalencia de la angina en estudios poblacionales aumenta con la edad en ambos sexos, de un 5-7% en mujeres de 45 a 64 años de edad y 10-12% en mujeres de 65 a 84 años, versus 4-7% en hombres de 45 a 64 años y 12-14% en los de 65 a 84 años.

La incidencia anual es del 1.0% para *angina pectoris* en hombres occidentales de 45 a 65 años y es discretamente más elevada en mujeres menores a 65 años. Se observa un aumento marcado asociado a la edad, llegando a ser de casi 4% en pacientes de 75 a 84 años (ambos sexos). No se dispone de datos epidemiológicos sobre angina microvascular y la vasoespástica.

Actualmente la mayor sensibilidad de las pruebas diagnósticas podría contribuir a la alta prevalencia de CIE diagnosticada.

CARDIOPATÍA ISQUÉMICA ESTABLE

La CIE se caracteriza por episodios reversibles con alteración del equilibrio entre el aporte de oxígeno y la demanda metabólica, con la subsecuente isquemia o hipoxia. Usualmente dichos eventos se inducen con la actividad física, estrés o estado emocional y algunos pacientes son inducibles, aunque también ocurren de forma espontánea.

Las exacerbaciones de desajuste entre demanda y aporte al miocardio se asocian al cuadro clínico manifiesto que alterna con fases estables asintomáticas. La angina se describe frecuentemente como una opresión retroesternal (a veces en epigastrio, mandíbula, omóplatos o extremidades superiores) y en ocasiones como una sensación punzante o ardorosa. Puede acompañarse de síntomas menos específicos como disnea, fatiga, náusea, etc. En la CIE la duración del dolor suele ser breve, en la mayoría de los casos no mayor a 10-15 minutos y desaparece rápidamente al reposo o con la administración de nitratos.

El desarrollo del proceso de isquemia ocurre siguiendo una secuencia temporal y previsible:

1. Incremento en las concentraciones de H^+ y K^+ en la sangre venosa que drena procedente del territorio afectado.
2. Disfunción ventricular diastólica de forma inicial y posteriormente sistólica, con alteraciones de la movilidad regional en la pared vascular.
3. Cambios en el segmento ST y onda T del electrocardiograma (ECG).
4. Cuadro clínico: dolor torácico cardíaco de origen isquémico. La angina está causada por la liberación de metabolitos isquémicos que estimulan terminaciones nerviosas sensibles (en algunos pacientes no se manifiesta de forma típica por alteraciones en la transmisión de estímulos dolorosos a la corteza).

La secuencia antes comentada explica por qué las técnicas diagnósticas de imagen basadas en la motilidad parietal, la perfusión y el metabolismo son más sensibles que un ECG o la sintomatología referida por el paciente en la detección de isquemia. Las diferentes presentaciones clínicas de la CIE se asocian a varios mecanismos subyacentes que pueden actuar individualmente o en combinación.

La hipertensión arterial sistémica (HAS), diabetes mellitus (DM), dislipidemia (DLP), obesidad, tabaquismo, vida sedentaria e historia familiar de cardiopatía isquémica son factores de riesgo cardiovascular (FRCV) convencionales que influyen negativamente en el pronóstico de los pacientes con enfermedad arterial coronaria posiblemente por su efecto en la progresión de la aterosclerosis.

Se conoce que la EAC grave es predictor de disfunción miocárdica, sin embargo, la fracción de expulsión ventricular izquierda (FEVI) puede apreciarse conservada e inclusive normal en pacientes asintomáticos y hemodinámicamente estables a los que se realiza estudio ecocardiográfico. El establecimiento de nuevas técnicas de procesamiento de imagen brinda utilidad diagnóstica en la detección temprana de disfunción ventricular izquierda.

En la EAC estable, la angiografía coronaria por Tomografía Computada (ACTC) es una alternativa que permite evaluar la anatomía de arterias epicárdicas, sin embargo, su aplicación depende del contexto clínico de cada paciente y las facilidades con las que cuente un centro médico. La necesidad de aplicar un método no invasivo eficaz y ampliamente disponible ha llevado a la búsqueda de nuevas técnicas diagnósticas para mejorar el cribado de pacientes estables que son seleccionados para la realización de angiografía coronaria.

Características principales de la cardiopatía isquémica estable

Patogenia

Alteraciones anatómicas ateroscleróticas estables y funcionales de las arterias epicárdicas o de la microcirculación

Historia natural

Fases estables, sintomáticas o asintomáticas, que pueden interrumpirse por un SCA

Mecanismos de la isquemia miocárdica

Estenosis fijas o dinámicas de las arterias coronarias epicárdicas

Disfunción microvascular

Espasmo coronario epicárdico focal o difuso

Estos mecanismos pueden superponerse en el mismo paciente y cambiar con el paso del tiempo

Presentaciones clínicas

Angina inducible de esfuerzo causada por:

- Estenosis epicárdica
 - Disfunción microvascular
 - Vasoconstricción en la zona de la estenosis
 - Una combinación de los anteriores
-

Angina en reposo causada por:

- Vasospasmo (focal o difuso)
 - Epicárdico focal
 - Epicárdico difuso
 - Microvascular
 - Una combinación de los anteriores
-

Asintomática:

- Debido a la ausencia de isquemia o disfunción del VI
 - A pesar de la isquemia y la disfunción del VI
-

Miocardopatía isquémica

La identificación no invasiva de pacientes con enfermedad arterial coronaria (EAC) sigue siendo un desafío clínico a pesar de los avances tecnológicos en estudios de imagen y protocolos de estrés. Más del 50% de pacientes a los que se realiza una angiografía coronaria invasiva resultan sin lesiones o con obstrucciones no significativas.

La EAC grave con lesiones obstructivas significativas puede llevar a disfunción ventricular izquierda, la cual permanece inalterada durante las etapas tempranas. Es por eso que la detección de EAC con métodos sensibles y eficaces es importante para un diagnóstico oportuno que permita alterar el curso en la historia natural de la enfermedad.

El arreglo de las fibras subendocárdicas las hace vulnerables por su relación directa con la presión intraventricular, además de que la anatomía coronaria puede comprometer su flujo. Como resultado, la función longitudinal será la primeramente afectada con una EAC obstructiva.

Las mediciones del movimiento y deformación longitudinal corresponden a marcadores altamente sensibles en la detección de EAC, principalmente en casos donde la estenosis coronaria sea avanzada y grave debido a que la isquemia intermitente puede resultar en formas sutiles de aturdimiento. Dichos cambios pueden ser detectados con la medición del strain.

El miocardio se deforma activamente durante la sístole debido al acortamiento del sarcómero. Dicho cambio condiciona al decremento del tamaño de ventrículo izquierdo (VI) y por lo tanto, de la expulsión del volúmen sistólico (VS). Durante el período de diástole se restaura la geometría original asociado a una relajación activa, seguido del llenado pasivo durante la contracción auricular.

La evaluación ecocardiográfica de la función miocárdica global y segmentaria ocupa un rol sumamente importante en el diagnóstico y tratamiento de la EAC. La evaluación visual de alteraciones regionales en la movilidad parietal (WMA - wall motion abnormalities) es comúnmente utilizada y basa su principio en el desplazamiento radial, limitado a una alta variabilidad inter e intra observador.

La fracción de expulsión ventricular izquierda (FEVI) corresponde a una medida de la función de VI durante la sístole que asume que la fracción de sangre desplazada desde VI es proporcional a la fuerza generada. Existe una relación bien evidenciada entre la FEVI y los volúmenes ventriculares en pacientes que sufrieron un infarto agudo del miocardio (IAM) y aquellos con diagnóstico de insuficiencia cardiaca (IC), además de la mejoría y el deterioro de esos parámetros según la evolución clínica y el tratamiento brindado.

El método de Simpson es el más utilizado en la ecocardiografía bidimensional para evaluar la FEVI por la facilidad de realización, alta reproducibilidad y por la estrecha relación entre las cifras que reporta y el beneficio clínico. Se basa en que el volumen de VI es igual a la suma de los volúmenes de diferentes discos contiguos perpendiculares al eje mayor de VI, que ocupan la cavidad ventricular completa. El software calcula los volúmenes y la FEVI, sin embargo la principal desventaja del método es su dependencia de la definición del endocardio.

La valoración de la contracción regional de VI se considera un mejor indicador pronóstico que la FEVI. Se aplica el modelo de 17 segmentos, otorgando una puntuación según su movilidad:

1. Movilidad normal
2. Hipocinesia
3. Acinesia
4. Discinesia

El índice de motilidad regional (WMSI - wall motion score index) se calcula mediante la suma de la puntuación de todos los segmentos visualizados, dividida por el número de segmentos. Cuanto mayor es el índice, peor será la función regional. Las medidas

obtenidas por cada técnica están sometidas a la variabilidad inter e intra observador y al error humano.

El estudio de las paredes del músculo cardíaco mediante la aplicación de nuevas técnicas en la ecocardiografía permiten analizar de forma cualitativa y cuantitativa la deformación de las fibras musculares que construyen la arquitectura del corazón. El análisis de dichos cambios ofrece parámetros de la función sistólica y diastólica en cada uno de los segmentos de miocardio, en las tres direcciones a las que se desplaza:

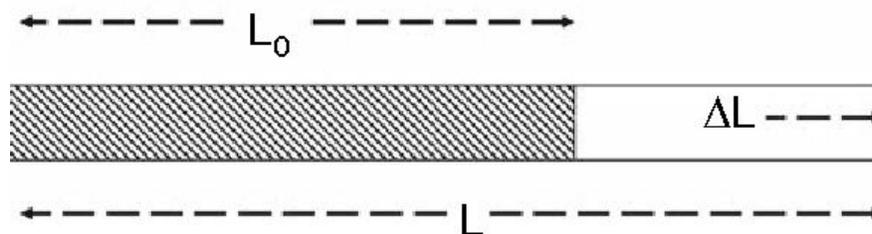
- Longitudinal (fibras subendocárdicas): De la base a ápex
- Radial (fibras mesocárdicas): De endocardio a epicardio
- Circunferencial (fibras subepicárdicas): Sentido tangencial

El corazón ejerce una función de bomba con vaciamiento y llenado gracias a que la base rota en sentido horario mientras que la punta lo hace en sentido antihorario, lo cual se define como torsión (sístole) y destorsión (diástole). Durante el periodo sistólico en un ciclo cardíaco normal, las fibras que se disponen en sentido longitudinal se acortan hacia el ápex y engruesan de forma radial, mientras que las fibras orientadas a lo largo de la circunferencia convergen hacia el centro, reduciendo su eje de contracción.

El tejido de miocardio es incompresible, por lo que el volumen de las paredes permanece constante y únicamente se deforma en tres dimensiones: longitudinal, radial y circunferencial. La deformación miocárdica o strain, es el cambio total que sufre el miocardio en relación a la posición inicial, que se considera negativa cuando las fibras se acortan y positiva con la elongación de las mismas.

El strain se considera un parámetro adimensional y se expresa como porcentaje que comúnmente se le representa con la letra griega épsilon (ϵ) y se calcula con la siguiente fórmula:

$$\epsilon = \frac{L - L_0}{L_0} = \frac{\Delta L}{L_0}$$



En dicha fórmula se representan los cambios de una miofibrilla: ϵ corresponde a la deformación, L_0 es la longitud inicial, L es la longitud instantánea al momento de la medición y ΔL es la variación de la longitud.

Cuando se adquieren imágenes mediante ecocardiografía bidimensional, con la escala de grises se pueden observar pequeños puntos dentro de las paredes de miocardio. Este patrón se encuentra superpuesto y se produce por la interacción del ultrasonido con las estructuras adyacentes. Los gránulos tiene forma de espículas (speckles) y adoptan un patrón único al estilo de una huella digital.

El desplazamiento de los puntos (tracking) puede ser analizado, dando lugar a la técnica denominada speckle tracking (ST). Cada uno de los puntos que componen la pared muscular del corazón puede ser identificada, lo que permite observar los cambios de posición durante el ciclo cardiaco.

A diferencia del estudio de la deformación mediante Doppler tisular color que evalúa el movimiento en relación al transductor, el estudio de la deformación miocárdica bidimensional se enfoca al movimiento miocárdico en relación al miocardio contiguo. Las principales ventajas que esta técnica ofrece derivan en que el análisis no depende del ángulo del ultrasonido ni del movimiento de traslación del corazón, se realiza en menor tiempo y otorga la posibilidad de observar el ápex de VI (una región omitida con otras técnicas de imagen). Con el método de speckle tracking se obtienen simultáneamente las imágenes de la deformación longitudinal, circunferencial y radial en todos los segmentos.

Los resultados de la deformación miocárdica bidimensional se expresan en modo de escala de grises con su escala a colores de deformación y una gráfica que representa con curvas de línea continua cada segmento de miocardio analizado, más la promediada (línea punteada).

El análisis de la deformación longitudinal se grafica con una curva negativa (invertida) con un pico cercano al momento que ocurre el cierre de la válvula aórtica. Dicha línea representa el acortamiento de miocardio máximo durante la contracción. El valor normal varía dependiendo de la bibliografía donde se estudie, pero cifras entre -17% y -21% son consideradas en rango normal.

El análisis por ST nos permite medir mediante ECOTT-2D en proyecciones apicales la deformación longitudinal y transversal, y con el eje corto paraesternal se observa la deformación radial y circunferencial.

Las fibras musculares que comprenden la pared ventricular tienen una disposición peculiar debido a que las localizadas en subendocardio y subepicardio se alinean a modo longitudinal como un espiral y las mesoparietales lo hacen de forma circunferencial. La distribución antes mencionada es significativamente eficiente, ya que el acortamiento de alrededor de 20% de la longitud del miocito (longitudinal) se

obtiene un 40-60% en engrosamiento parietal (radial), lo que permitirá alcanzar una fracción de expulsión ventricular izquierda (FEVI) del 50-60%.

Para obtener imágenes que permitan el óptimo análisis de la deformación miocárdica, se requiere de un ecocardiograma de calidad técnica alta (incluyendo aplicación de armónicas) y empleando un rango de frecuencias entre 40 a 80 cuadros por segundo (frames/second o f/s) que corresponden a aproximadamente el 80% de la frecuencia cardíaca. En caso de que los f/s sean bajos, el tiempo entre cuadros es muy largo y se pierde la capacidad de detección de desplazamiento de speckles, mientras que a f/s elevadas >80 disminuye la resolución espacial.

Se han utilizado diferentes modelos de segmentación de VI para facilitar un análisis más detallado de la función ventricular regional. El modelo estándar de 17 segmentos es el recomendado por la American Society of Echocardiography (ASE) y la American Heart Association (AHA).

En el ECOTT-2D, la ventana apical se localiza en el quinto espacio intercostal, en la región donde el choque de punta es palpable. La posición del ápex es variable dependiendo del hábito general de cada paciente. Es posible obtener diferentes proyecciones al rotar sutilmente el transductor.

La proyección apical 4 cámaras (A4C) es la vista más importante en la ecocardiografía. El plano se orienta en sentido craneal para obtener una imagen con la cual se aprecien las cuatro cavidades principales (aurículas y ventrículos) además de las válvulas auriculoventriculares. La proyección A4C permite observar la función ventricular derecha e izquierda (tamaño y volúmenes) para interpretar una función regional más detallada que describa el septum, ápex y pared lateral.

Al rotar el transductor en sentido antihorario desde A4C se obtiene la proyección apical 2 cámaras (A2C), con la cual se aprecia al corazón entero desde el ápex. Únicamente muestra la aurícula y ventrículo izquierdos, además de la válvula mitral a nivel de su línea de cierre. Se observan las paredes anterior e inferior del VI.

Con la proyección de eje largo apical (ALAX - apical long axis) o apical 3 cámaras (A3C) se obtienen imágenes similares a las del eje paraesternal largo puesto que atraviesa las mismas estructuras, pero además permite analizar los segmentos apicales y su disposición paralela al flujo a través de la válvula mitral y aórtica ofrece mejor técnica para el estudio de dichas estructuras.

El proceso de obtención de imágenes y su procesamiento para análisis de deformación miocárdica comprende los siguientes pasos:

- Toma de imágenes con proyecciones apicales en eje mayor (3 cámaras), 2 y 4 cámaras con el propósito de evaluar la deformación en sentido longitudinal y transversal.
- Con ayuda del software se marcan tres puntos en cada vista, lo cual dará un trazado automático de las paredes de VI denominada región de interés (ROI - region of interest).
- Se pueden realizar ajustes o modificaciones para optimizar el área demarcada de estudio.
- Los valores de la deformación miocárdica pico obtenidos se grafican automáticamente para cada uno de los seis segmentos (2 basales, 2 medios y 2 apicales).
- Se obtendrán las curvas de deformación negativas para cada segmento.
- Con la imagen representativa en “ojo de buey” (bull’s eye plot) es un esquema de 17 segmentos de la deformación bidimensional longitudinal pico sistólico (GLPS). Con esto es posible conocer el valor obtenido en cada uno de los

segmentos (basal, medio y apical) y en territorios de irrigación correspondientes a las tres principales arterias coronarias epicárdicas (descendente anterior, circunfleja, derecha).

El strain longitudinal es la medición que se reduce en mayor proporción en segmentos afectados por una arteria coronaria obstructiva, lo que lo hace el indicador ecocardiográfico más sensible y reproducible para isquemia.

Estudios recientes muestran el valioso rol del strain longitudinal global (SLG) como un predictor independiente de EAC significativa. Cuando se combina con ecocardiografía de estrés, el SLG incrementa su poder diagnóstico y concordancia entre observadores, además de mejorar la agudeza descriptiva en analistas principiantes.

Se ha descrito que la medición de strain en sus diferentes presentaciones se afecta independientemente en pacientes con diabetes mellitus (DM), disminuyendo el desempeño del SLG y el strain longitudinal segmentario (SLS) en detección de EAC.

VALORACIÓN CORONARIA INVASIVA

La intervención coronaria percutánea (ICP) es considerada una valiosa herramienta de revascularización. En estudios iniciales se apreciaba una ligera ventaja en supervivencia tras la cirugía de bypass aortocoronario frente a la ICP sin implantación de stents. La incorporación del stent y de nueva medicación coadyuvante mejoró los resultados de la ICP. La estrategia de reperfusión estará en función de las innovaciones tecnológicas, tanto en el campo de la cardiología como de la cirugía, experiencia del centro y por las preferencias del paciente. La ICP debe considerarse con reserva en los pacientes diabéticos con enfermedad coronaria multivaso y en pacientes con estenosis del tronco izquierdo. Los pacientes que presentan síndrome coronario agudo sin elevación del segmento ST (SICASEST) tipo angina inestable (AI) o infarto agudo de miocardio sin elevación del ST (SICA IAMSEST) deben ser estratificados por el riesgo de complicaciones agudas. Sólo en los grupos de alto riesgo

se ha demostrado un claro beneficio de la angiografía temprana (< 48h) y, cuando es preciso, ICP o cirugía de bypass aortocoronario. Se recomienda la implantación de stents de forma rutinaria en base a la previsibilidad del resultado y a la seguridad inmediata de esta técnica.

En el caso de la cardiopatía isquémica, conocida o sospechada engloba varios grupos de pacientes: a) pacientes con AE u otros síntomas, como la disnea, que indican la presencia de CI; b) pacientes con síntomas previos y diagnóstico de enfermedad obstructiva o no obstructiva que están asintomáticos por el tratamiento y requieren un seguimiento periódico; c) pacientes que refieren síntomas por primera vez y se cree que podrían deberse a un estado estable y crónico de la enfermedad (p. ej., al hacer la historia médica se descubre que los síntomas han estado presentes durante varios meses). Por lo tanto, la CI estable define las diferentes fases de evolución de la CI, excluyendo las situaciones en las que la trombosis coronaria domina la presentación clínica (síndromes coronarios agudos [SCA])

El pronóstico a largo plazo de la CIE depende de una serie de factores, entre ellos, las variables clínicas y demográficas, la función del ventrículo izquierdo (VI), el resultado de las pruebas de estrés y la anatomía coronaria determinada por angiografía. Cuando se habla de estratificación del riesgo de pacientes con CIE, el riesgo de eventos se refiere fundamentalmente a muerte cardiovascular e IM, aunque en algunos estudios se utilizan combinaciones más amplias de objetivos clínicos cardiovasculares (CV). Como la muerte por cualquier causa está mejor definida que otras variables más débiles (incluido el IM), en la presente guía el riesgo se estratifica según esa variable (hard endpoint).

El proceso de estratificación del riesgo sirve para identificar a los pacientes con alto riesgo de eventos que se beneficiarán de la revascularización más allá de la mejoría de los síntomas. La definición del grupo de pacientes con alto riesgo de eventos que se

beneficiarán de la revascularización ha cambiado desde la edición anterior de esta guía. Anteriormente, la identificación de un alto riesgo de eventos se basaba únicamente en el score de la Universidad de Duke (Duke Treadmill Score), y un riesgo anual de muerte cardíaca $> 2\%$ se consideraba el umbral pasado el cual se recomendaba la coronariografía para determinar la necesidad de revascularización. Este valor umbral se basaba en la mortalidad CV observada en los grupos asignados a placebo en estudios de poblaciones de «alto riesgo», como el estudio MICRO-HOPE y el estudio IONA, en los que las tasas anuales de mortalidad fueron $> 2\%$.

En la guía de práctica clínica de la European Society of Cardiology (ESC) 2013 sobre el diagnóstico y tratamiento de la CIE, a los pacientes con mortalidad anual $> 3\%$ se los define como pacientes de alto riesgo de eventos. Tanto los índices basados en la isquemia como los índices anatómicos llegan a las mismas conclusiones a la hora de identificar a los pacientes que están a un nivel tan alto de riesgo de eventos tratados solo con tratamiento farmacológico que, en cuanto al pronóstico, se beneficiarían de la revascularización. Por lo tanto, en dicha guía el objetivo de una estrategia diagnóstica basada en el riesgo de eventos es la identificación de pacientes con una mortalidad anual $> 3\%$. Se define a los pacientes con bajo riesgo de eventos a aquellos que tienen una mortalidad anual $< 1\%$, definición similar a la utilizada en la edición previa. El grupo de riesgo intermedio de eventos tiene una mortalidad anual $\geq 1\%$ pero $\leq 3\%$.

IMPLICACIONES TÉCNICAS EN LA ICP:

El Consejo Nacional de Protección Radiológica de Estados Unidos (NCRP), ha determinado que la obtención de las imágenes médicas supone casi la mitad de la exposición total a la radiación ionizante en ese país. Dentro de los procedimientos intervencionistas, la cardiología intervencionista (CI) representa el mayor porcentaje de la irradiación médica. En general, se sabe que los procedimientos de CI suponen un enorme beneficio clínico pero también un riesgo radiológico significativo para los pacientes, dadas las elevadas dosis de radiación que se pueden recibir en ciertos

procedimientos. El incremento en la frecuencia y la alta radiosensibilidad de los pacientes requiere especial atención.

La exposición a la radiación ionizante y sus efectos deletéreos son factores a tomar en cuenta de los profesionales del área de la cardiología intervencionista. La reducción del tiempo de fluoroscopia, siempre y cuando sea posible, es recomendada, acompañada de todo el arsenal de radioprotección disponible y la calibración de los equipos de cinefluoroscopia radiodiagnóstico. Por exigir mayor curva de aprendizaje para el dominio técnico, la vía radial puede llevar a un mayor tiempo de fluoroscopia, tanto absoluto como proporcional al tiempo del examen. Para reducir tal riesgo, la competencia y experiencia con la técnica deben ser buscadas por todo el equipo médico. Vale resaltar que la mensuración del tiempo necesario para la ejecución del cateterismo cardíaco no refleja la calidad del procedimiento, pudiendo tener amplia variación entre operadores, sin que eso signifique diferencia técnica o inadecuación profesional. El uso del tiempo de procedimiento en el presente estudio tuvo el objetivo de evaluar su relación con el tiempo de fluoroscopia y la viabilidad funcional de la vía radial para los servicios de cardiología intervencionista.

Con el incremento en el tipo y número de procedimientos diagnósticos y de tratamiento especializado en Cardiología, la práctica cotidiana de la cardiología intervencionista en el departamento de hemodinámica y, el daño renal secundario por la exposición al medio de contraste, se ha convertido en una condición clínica frecuente intrahospitalaria. La nefropatía por medio de contraste se define como una alteración iatrogénica consistente en aumento absoluto > 0.5 mg o relativo mayor de 25% de la creatinina sérica, comparado con el basal, que ocurre en las 24-48 horas después de la exposición a un medio de contraste, en ausencia de otra causa de insuficiencia renal aguda. En general, el pico de creatinina ocurre en los 3 a 5 días de la aplicación del radiofármaco; sin embargo, una pequeña proporción de pacientes puede llegar a padecer nefropatía después de una semana de la aplicación del medio de contraste.

La incidencia de nefropatía por medio de contraste varía según la población estudiada y depende de la coexistencia de los siguientes factores de riesgo:

- a) Insuficiencia renal preexistente: es el factor de riesgo más importante para nefropatía por medio de contraste. Una disfunción renal mínima (creatinina > 1.2 mg/dL) aumenta de forma exponencial el riesgo. Por encima de 1.5 mg/dL de creatinina existe un riesgo 21 veces mayor que en los pacientes con función renal normal.
- b) Existe una fuerte asociación entre diabetes mellitus con disfunción renal previa y nefropatía por medio de contraste (5 a 30%).
- c) Volumen de medio de contraste utilizado: hay estudios que sugieren que el volumen de contraste utilizado se correlaciona directamente con el riesgo de nefropatía por medio de contraste, lo que sugiere el uso máximo dosificado de 5 mL/kg de peso/creatinina sérica.
- d) Edad: relacionada con la declinación de la filtración glomerular es otro factor independiente, se reporta un riesgo hasta tres veces mayor en octogenarios comparado con pacientes jóvenes.
- e) Hipertensión arterial.
- f) El infarto agudo de miocardio en las primeras 24 horas después de aplicado el contraste, inestabilidad hemodinámica y el uso de balón de contrapulsación aórtica durante el procedimiento percutáneo, son factores de riesgo importante.

El volumen infundido se relaciona de manera directa con el riesgo de daño renal. En pacientes a quienes se realiza angiografía coronaria, cada 100 mL administrados de medio de contraste se asocian con un incremento significativo de nefropatía de 12% (RM 1.12 por cada 100 mL, $p = 0.02$). Para pacientes con creatinina sérica mayor de 2 mg/dL, un volumen infundido menor de 125 mL se asoció con incremento de 2% del riesgo de llegar a padecer nefropatía, mientras que un volumen mayor de 125 mL se asoció con incremento de 19%. Se concluyó que dosis menores de 2 mL/kg son

seguras. También es un factor de riesgo independiente del volumen, la infusión del medio por segunda vez dentro de las 72 horas después de la primera aplicación.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

No todos los pacientes con EAC son sometidos a estudios diagnósticos previos a la intervención coronaria percutánea. La identificación y estratificación de dichos casos por métodos no invasivos sigue siendo un desafío para el médico clínico a pesar de los avances tecnológicos con los que se cuenta actualmente. Existen riesgos asociados a la revascularización coronaria vía intervención percutánea, los cuales pueden ser inherentes al procedimiento o formar parte de las comorbilidades de cada caso.

Existen pocos estudios que evalúen el cálculo de strain longitudinal mediante ECOTT-2D speckle tracking como predictor de localización de EAC, con el análisis realizado previo y posterior a la angiografía coronaria percutánea.

La información que pueda obtenerse con dichos métodos antes y después del cateterismo sería una herramienta útil como apoyo al médico clínico y al hemodinamista en la toma de decisiones para tratar o no aquellas lesiones coronarias angiográficamente significativas.

PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN:

¿Cómo se relacionan los hallazgos obtenidos mediante *strain* longitudinal por ECOTT-2D *speckle tracking* con la información obtenida por Angiografía Coronaria Percutánea?

¿El *strain* longitudinal global (SLG) y el *strain* longitudinal territorial (SLT) obtenidos con ECOTT-2D con análisis *speckle tracking* previo y posterior a la ICP correlacionan como predictores de localización de enfermedad arterial coronaria?

JUSTIFICACIÓN:

A pesar de la amplia gama de opciones diagnósticas no invasivas que se ofrecen para estudiar a pacientes con enfermedad arterial coronaria previo a realizar una ICP, el cardiólogo clínico en ocasiones puede dudar acerca de cuál es el más apropiado y costo-efectivo para cada paciente en particular.

El ecocardiograma transtorácico es uno de los métodos de imagen cardiovascular más populares y disponibles, sin embargo, carece de valor diagnóstico y para estratificación de riesgo en casos donde se sospecha EAC estable. No se espera encontrar alteraciones de la contractilidad en el ECOTT-2D simple en reposo a menos de contar con antecedentes de cardiopatía isquémica o aturdimiento miocárdico, sin embargo, la medición del *strain* longitudinal global por ECOTT-2D en reposo con técnica de *speckle tracking* se considera un parámetro altamente sensible en la detección de disfunción ventricular temprana asociada a isquemia.

HIPÓTESIS:

Nula. “Las alteraciones de *strain* longitudinal global y territorial obtenidas por ECOTT-2D *speckle tracking* realizado en reposo previo y posterior al cateterismo cardiaco no se correlacionan con las lesiones significativas encontradas por angiografía coronaria percutánea”

Alternativa. “Las alteraciones de *strain* longitudinal global y territorial obtenidas por ECOTT-2D *speckle tracking* realizado en reposo previo y posterior al cateterismo cardiaco sí correlacionan con lesiones significativas encontradas por angiografía coronaria percutánea”

OBJETIVOS:

Primario:

-Estudiar el valor del *strain* longitudinal global mediante ecocardiografía bidimensional (ECOTT-2D) con análisis *speckle tracking* como predictor de la localización de enfermedad arterial coronaria al correlacionar las mediciones con los hallazgos obtenidos por angiografía coronaria percutánea.

Secundarios:

-Calcular la deformación longitudinal territorial por medio de ecocardiograma bidimensional con análisis speckle tracking realizado previo y posterior a la Intervención Coronaria Percutánea (ICP) en pacientes hemodinámicamente estables que cursan con cuadro de cardiopatía isquémica tipo angina estable (AE).

-Estudiar el valor del strain longitudinal territorial para cada una de las tres principales arterias coronarias (descendente anterior, circunfleja y derecha) mediante ecocardiografía bidimensional (ECOTT-2D) con análisis speckle tracking como predictor de la localización de enfermedad arterial coronaria al correlacionar las mediciones con los hallazgos obtenidos por angiografía coronaria percutánea.

-Describir las lesiones que se aprecien obstructivas por medio de Angiografía Coronaria Percutánea en pacientes hemodinámicamente estables que cursan con cuadro de cardiopatía isquémica tipo angina estable (AE).

-Describir el impacto del número de arterias epicárdicas con lesiones significativas y la localización de dichas obstrucciones en el tiempo total de procedimiento, tiempo total de fluoroscopia, dosis total de radiación recibida y administración total de medio de contraste.

CONFLICTO DE INTERÉS:

Sin conflicto de interés por parte del autor principal y colaboradores de esta investigación.

ASPECTOS ÉTICOS:

El protocolo de investigación fue presentado al Comité de Enseñanza e Investigación del Centro Médico ABC y se aprobó para la realización de esta tesis de posgrado.

MATERIAL Y MÉTODO:

Diseño del estudio:

Se trata de un estudio de tipo retrospectivo, observacional, descriptivo, comparativo y transversal en un periodo comprendido entre agosto de 2016 y junio de 2019 en el Centro Médico ABC, Campus Observatorio.

Población:

El estudio comprende datos de 60 pacientes que recibieron atención en el Centro Médico ABC, Campus Observatorio del periodo que comprende entre agosto de 2016 a junio de 2019.

Criterios de Inclusión:

- Mujeres y hombres de edad mayor a 18 años
- Cumplir sospecha clínica de criterios diagnósticos para cardiopatía isquémica estable (CIE) tipo angina estable (AE) al momento del ingreso a hospitalización y programados de forma electiva para realización de ICP.

-Pacientes a los que se les haya realizado durante la misma hospitalización un ecocardiograma bidimensional (ECOTT-2D) basal con un periodo máximo de hasta 5 días previos a la ICP.

-Pacientes a los que se les haya realizado durante la misma hospitalización un ecocardiograma bidimensional (ECOTT-2D) de control con un periodo máximo de hasta 5 días posteriores a la ICP.

-Pacientes que se hayan sometido a Intervención Coronaria Percutánea (ICP) para angiografía coronaria.

Criterios de exclusión:

-Mujeres y hombres menores de 18 años de edad

-Pacientes que no cuenten con ecocardiograma bidimensional (ECOTT-2D) previo y posterior a la ICP.

-ECOTT-2D incompleto o que se haya obtenido con una mala ventana acústica para el análisis de strain longitudinal por speckle tracking.

-Pacientes con valvulopatías significativas valoradas en ECOTT-2D basal.

-Pacientes que no cumplan con la sospecha clínica y criterios diagnósticos para Angina Estable (AE) al momento del ingreso a hospitalización.

-Pacientes con diagnóstico de Síndrome Coronario Agudo tipo Angina Inestable (SICA AI), Síndrome Coronario Agudo tipo Infarto Agudo del Miocardio Sin Elevación de Segmento ST (SICA IAMSEST) o Síndrome Coronario Agudo tipo Infarto Agudo del Miocardio Con Elevación de Segmento ST (SICA IAMCEST).

-Pacientes con enfermedad arterial coronaria o cardiopatía isquémica ya conocidas.

-Pacientes con diagnóstico de insuficiencia cardiaca con FEVI <45%

- Pacientes con diagnóstico de fibrilación auricular en cualquiera de sus presentaciones, complejos prematuros ventriculares frecuentes o un ECG basal con imagen de Bloqueo Completo de Rama Izquierda del haz de His (BCRIHH).
- Pacientes con diagnóstico de cáncer y/o antecedente de quimioterapia.
- Pacientes hemodinámicamente inestables o dependientes de vasopresores durante la hospitalización.

METODOLOGÍA.

De manera retrospectiva se seleccionaron pacientes que ingresaron a hospitalización en el Centro Médico ABC, Campus Observatorio con sospecha clínica diagnóstica de cardiopatía isquémica estable durante el periodo antes establecido. Al momento de admisión se obtuvieron datos generales incluyendo información demográfica (edad, género, peso y talla), factores de riesgo cardiovascular, antecedentes heredofamiliares, antecedentes personales patológicos y no patológicos.

*A todos los pacientes elegidos se les realizaron los siguientes estudios diagnósticos de laboratorio y gabinete:

- Estudios de Laboratorio: Biometría hemática completa (BHC), química sanguínea de 3 elementos (QS-3 que incluye glucosa, creatinina sérica y BUN), electrolitos séricos (ES - Na, K, Cl, Ca, P, Mg) y perfil de lípidos (PL - colesterol total, HDL, LDL y triglicéridos).
- Electrocardiograma de 12 derivaciones.
- Ecocardiograma bidimensional: Se realizó un ECOTT-2D convencional completo **basal** dentro de los 5 días previos a realizarse la angiografía coronaria

percutánea y se realizó otro ECOTT-2D de **control** en los siguientes 5 días posteriores a la ICP utilizando un ultrasonido Philips EPIQ 7 con número de serie USN16BO984 o un equipo Philips iE33 con número de serie BOMJD2, ambos pertenecientes al Centro Cardiovascular de Centro Médico ABC, Campus Observatorio. Se evaluó el grosor parietal de ventrículo izquierdo, diámetros y mediciones internas, alteraciones de la contractilidad, función sistólica y diastólica en modo M, 2D y con función Doppler.

*Todos los pacientes fueron sometidos durante la hospitalización a ICP:

- Angiografía Coronaria Percutánea: Se realizó ICP de forma electiva en los 5 días posteriores al primer ECOTT-2D. Los accesos utilizados fueron radial y femoral derecho, a criterio del hemodinamista. Se usó técnica de Seldinger modificada y colocación de introductor radial 6Fr o femoral 7Fr según el caso. Las imágenes angiográficas se obtuvieron para cada vaso en al menos dos proyecciones con un equipo Artis zee de Siemens Healthineers y procesadas con software PURE. El sistema calcula de manera automática la intensidad y dosis de radiación óptima (kv/mA) para cada paciente. Se utilizó medio de contraste Ultravist 370 (Iopromida) de tipo iodados no iónicos e isoosmolares.
- Se consideró a una lesión como significativa cuando la obstrucción fue igual o mayor al 70% de la luz del vaso a reserva de la opinión del experto. Dichos sitios de estenosis fueron tratados mediante angioplastia con balón y/o colocación de stents liberadores de fármaco.
- Se adquirieron los siguientes datos técnicos del procedimiento de manera a posteriori: tiempo total de fluoroscopia, dosis de radiación (mGy) y el volumen de medio de contraste utilizado en mililitros.

*Análisis de strain longitudinal global y territorial mediante técnica de speckle tracking:

- Con el objetivo de obtener mediciones de la deformidad longitudinal global ventricular, las imágenes en escala de grises del ECOTT-2D se analizaron a posterior para cada uno de los ecocardiogramas realizados previa y posteriormente al cateterismo cardiaco.
- Se utilizaron imágenes de dos ciclos cardiacos consecutivos en reposo para cada una de las proyecciones apicales (dos, tres y cuatro cámaras) a una frecuencia de 40 a 60 cuadros por segundo (fr/s).
- El procesamiento consistió en identificar la imagen en telediástole (definida con el pico de la onda R en el ECG) y en telesístole (momento del cierre de la válvula aórtica). Se trazaron de forma manual dos puntos de referencia a nivel del anillo mitral y uno en el ápex, obteniendo los bordes de endocardio de forma automática. El algoritmo del software divide las paredes de VI en seis segmentos equidistantes. En todos los casos se ajustaron los bordes de forma manual para obtener mejor procesamiento de speckles.
- La cifra de strain longitudinal global (SLG) se obtuvo al promediar los valores de strain longitudinal de cada proyección apical. A mayor negatividad en dicho resultado, el strain longitudinal se incrementa directamente proporcional.
- Con ayuda del esquema que divide al VI en 17 segmentos, comúnmente llamado “ojo de buey”, el software asignó un valor de strain para cada uno de los segmentos. Se obtuvo el strain longitudinal territorial (SLT) para cada una de las tres arterias coronarias epicárdicas según su principal zona de irrigación: strain longitudinal territorial de la arteria coronaria descendente anterior (SLT-DA) compuesta por 7 segmentos, strain longitudinal territorial de la arteria circunfleja (SLT-Cx) y strain longitudinal territorial de la arteria coronaria derecha (SLT-CD) compuestas por 5 segmentos cada una.
- Los cálculos del Strain Longitudinal Global (SLG) se realizan y confirman con el apoyo de un cardiólogo ecocardiografista experto. El resultado de las demás

pruebas diagnósticas únicamente se recabaron y almacenaron en la base de datos debido a que ya que contaban con evaluación previa de concordancia intraobservador.

VARIABLES

De acuerdo a los criterios de inclusión y exclusión, se obtuvo un total de población estudiada de 60 pacientes y las variables medidas fueron las siguientes:

Tabla 5. Variables

Variable	Definición conceptual	Tipo	Unidad
Variables demográficas			
Edad	Edad en años de cada paciente	Numérica	
Género	Hombre o mujer	Dicotómica	1= Mujer 2= Hombre
Variables clínicas			
Diagnóstico	Conclusión analítica por el cual se identifica la presencia de una enfermedad o condición clínica	Nominal	1= Angina estable
Creatinina basal y de control	Producto final del metabolismo de la creatina que se encuentra en el tejido muscular y en la sangre.	Numérica	

Diabetes mellitus	Pacientes con diagnóstico previo de diabetes mellitus.	Dicotómica	1= Si 2= No
Hipertensión	Pacientes con diagnóstico previo de HAS.	Dicotómica	1= Si 2= No
Cáncer	Neoplasia maligna diagnosticada previamente	Dicotómica	1= Si 2= No
Dislipidemia	Pacientes con diagnóstico previo de dislipidemia.	Dicotómica	1= Si 2= No
Tabaquismo	Consumo de tabaco agudo o crónico.	Dicotómica	1= Si 2= No

Variables ecocardiográficas

Strain longitudinal global	Parámetro de deformación que engloba a todos los segmentos del miocardio. Se calcula por técnica speckle tracking.	Numérica
Strain longitudinal territorial	Parámetro de deformación que engloba a los segmentos de un territorio en particular. Se calcula por técnica speckle tracking.	Numérica

Variables por cateterismo

Estenosis por cateterismo	Grado de obstrucción de la luz vascular medido por cateterismo. Significativa es igual o mayor a 70%	Numérica
----------------------------------	--	----------

Estenosis por cateterismo	Grado de obstrucción de la luz vascular medido por cateterismo.	Dicotómica	0= No significativa 1= Significativa
Acceso	Vía de ingreso del material para el cateterismo cardíaco y la angioplastia	Nominal	1= Radial derecho 2= Femoral derecho
Dosis de radiación	Nivel de radiación emitida durante la totalidad del procedimiento de intervención	Numérica	
Contraste	Medio de contraste IV utilizado en ICP.	Numérica	
Tiempo total fluoroscopia	Tiempo en el cual se emitió radiación	Numérica	

AE: Angina estable. CD: Coronaria derecha. TCI: Tronco de la coronaria izquierda. DA: Descendente anterior. CX: Circunfleja.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO:

Los resultados de las variables dicotómicas nominales categóricas en números absolutos, frecuencias y porcentajes, en variables numéricas mediante medias y desviación estándar, o medianas y percentiles dependiendo de su distribución de normalidad mediante prueba de Kolmogorov-Smirnov o de Shapiro-Wilkins.

La comparación de variables categóricas mediante la X² con corrección de Yates y se evaluará el uso de ji-cuadrada o de McNemar en grupos mayores a dos. Las diferencias de medias entre dos grupos se analizarán mediante la prueba t de Student

o U de Mann Whitney de acuerdo a la distribución paramétrica o no, se hará correlación de e Pearson en las variables numéricas. Un valor de P <0.05 será considerado estadísticamente significativo. Se utilizará Excel en la captura y en el análisis el Software Excel y SPSS 19.

RESULTADOS

Un Total de 60 pacientes fueron estudiados, de los cuales 40 (67%) fueron hombres y 20 (33%) mujeres. Tabla 1 muestra las características demográficas generales.

Tabla 1. Características demográficas de los pacientes que cumplieron criterios de inclusión y exclusión para el análisis.

X± DE	Total 60 (100%)	Hombres N=40 (67%)	Mujeres 20 (33%)	p
Edad	67± 10	66±11	70±8	0.06
Creatinina sérica	0.94± 0.5	1± 0.28	0.77± 0.24	0.001
Creatinina con	1±0.5	1.1±0.7	0.88 ±0.34	0.02
n (%)				
AHF de EAC	32 (53)	23 (58)	9 (45)	NS

DM	19 (32)	15 (38)	4 (20)	NS
HAS	31 (52)	21 (53)	10 (50)	NS
DISLIPIDEMIA	35 (58)	23 (58)	12 (60)	NS
TABAQUISMO	41 (68)	26 (65)	15 (75)	NS
CÁNCER	0	0	0	NS

La vía de acceso vascular fue en 16 pacientes (27%) por femoral derecha y 44 pacientes (73%) por arteria radial derecha. La Tabla 2 muestra la frecuencia, sitios de lesión y el grado en cada una de las arterias coronarias.

Se dividió a la población en los siguientes grupos:

- Lesión significativa de un solo vaso: 16 pacientes (26.7%)
- Lesión significativa en dos vasos: 5 pacientes (8.3%)
- Lesión significativa en tres vasos: 17 pacientes (28.3%)
- Sin lesiones coronarias significativas (controles): 22 pacientes (36.7%)

Tabla 2. Sitio de lesión coronaria que muestra los promedios del grado de estenosis de acuerdo a si tienen o no lesión coronaria		
	Sin lesión	Con lesión
Sitio de la lesión coronaria		

	Total	Mediana (Min-Max)	Total	Mediana (Min-Max.)
DA	31 (52)	20 (0-90)	29 (48)	70 (0-90)
CD	34 (57)	0 (0-60)	26 (43)	70 (70-90)
CX	40 (67)	5 (0-40)	20 (33)	70 (70-100)
TCI	58 (97)	0 (0-50)	2 (3)	85 (70-100)

- El tiempo promedio de fluoroscopia fue de una mediana de 46.7 minutos y valores mínimos - máximos de (2.8-70.11 min)
- La radiación de 2974 mGy (237-13940 mGy)
- La cantidad de medio de contraste utilizado fue de 200 mL (35-480 mL).

La Tabla 3 y gráficos 1, 2 y 3 muestra los promedios de esos parámetros en relación al número de vasos. Tabla 4 en relación al sitio de la lesión.

Tabla 5 describe las variables demográficas de acuerdo al número de vasos involucrados.

Tabla 3. Promedios de tiempos de fluoroscopia, radiación y medio de contraste de acuerdo al número de vasos involucrados

	SIN LESION N=22	1 VASO N=16	2 VASOS N=5	3 VASOS N=17	p
Fluoroscopia	13.74± 8.7	23-65±15.7	26.7±11.4	25.6± 14.38	0.02
Radiación	2640±1632	3871± 2457	4718±2993	4398 ±2911	0.09
Medio de contraste	156±79	219±91	247±46	252±113	0.01

Gráfico 1.

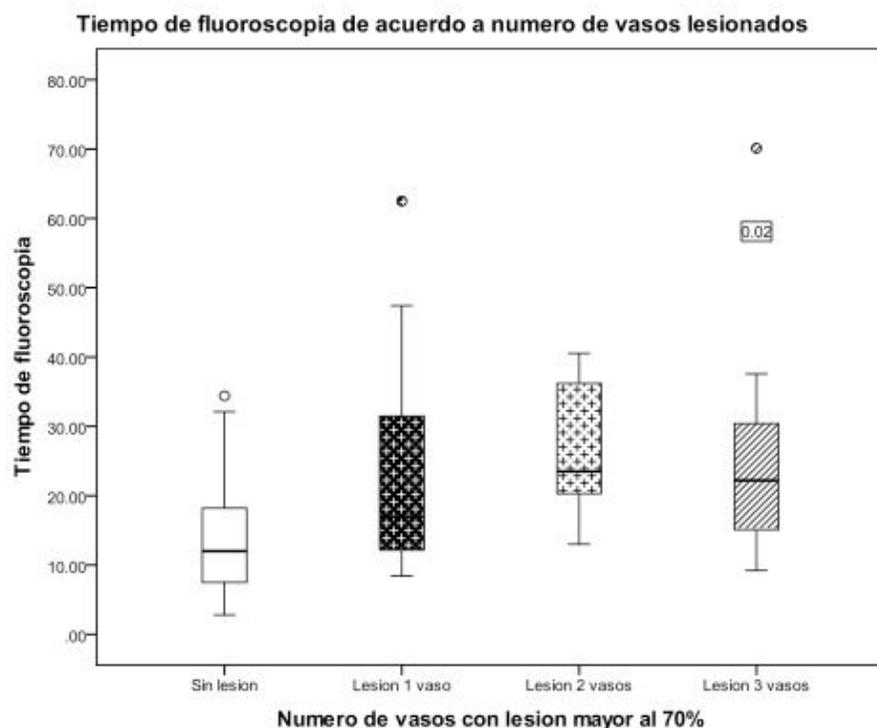


Gráfico 2.

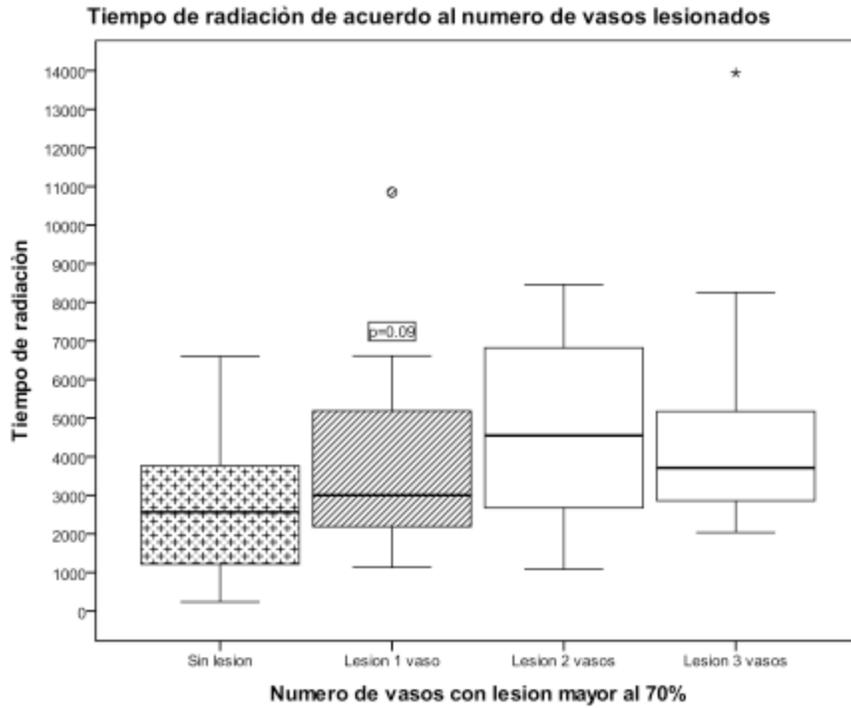


Gráfico 3.

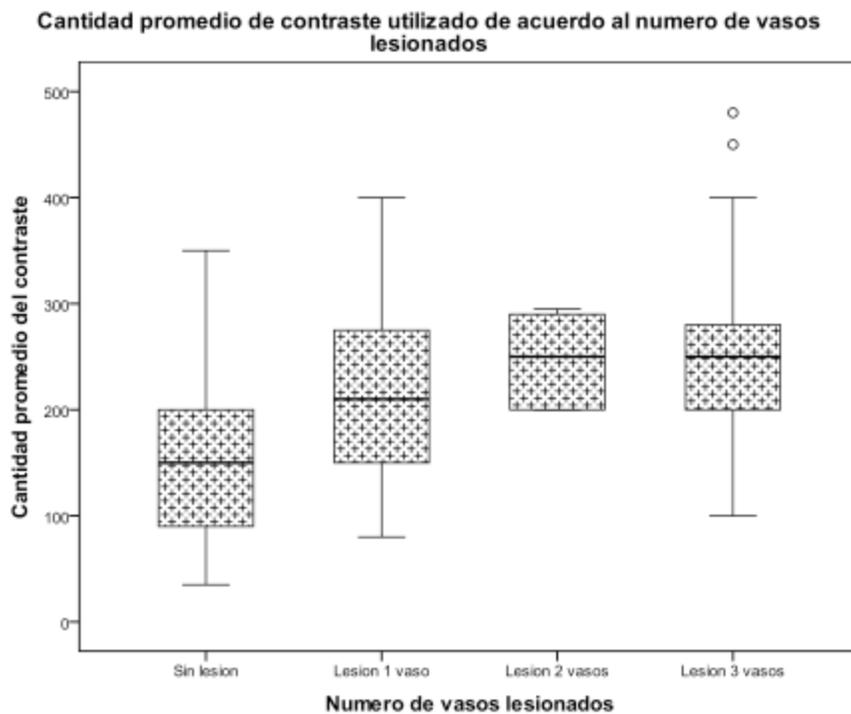


Tabla 4 Promedios de fluoroscopia, radiación y cantidad de medio de contraste de acuerdo al tipo de lesión coronaria

	Total	Fluoroscopia	Radiación	Medio de contraste
CD	26	26.3 ± 15	4452 ± 2703	242 ± 98
DA	29	22.7 ± 13	4067±2618	234±98
CX	20	27 ±14	4665±3176	266.2±110
TCI	2	21.58 ±12	3192 ± 732	200

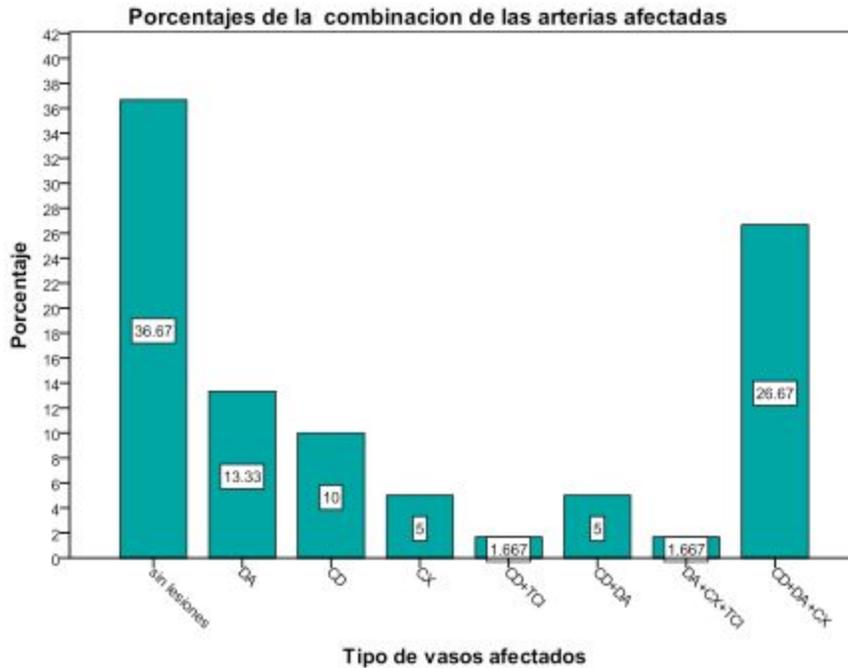
Tabla 5. Frecuencias de las características demográficas de acuerdo al número de vasos involucrados.

X± DE	Sin lesión n=22	1 vaso n=16	2 Vasos n=5	3 Vasos n=17	p
Edad	65 ± 9.5	67 ± 9.2	61±11	72 ± 10*	NS
Creatinina sérica	1 ± 0.36	0.91 ±0.26	0.82 ± 0.13	1.02 ± 0.28	NS
Creatinina con	1.1±0.72	1.01± 0.37	0.96 ± 0.30	0.88 ±0.34	NS
n (%)					
AHF de EAC	3 (59)	8 (50)	2 (40)	9 (53)	NS
DM	7 (32)	4 (25)	1 (20)	7 (42)	NS
HAS	10 (45)	11(69)	1(20)	9 (53)	NS
DISLIPIDEMIA	11 (50)	13 (81)	3 (60)	8 (47)	NS
TABAQUISMO	13 (59)	11 (69)	4 (80)	13 (76)	NS
CÁNCER	0	0	0	0	NS

Edad > en lesión de tres vasos vs control p=0.04

El gráfico 4 muestra la combinación de arterias afectadas.

Gráfico 4.



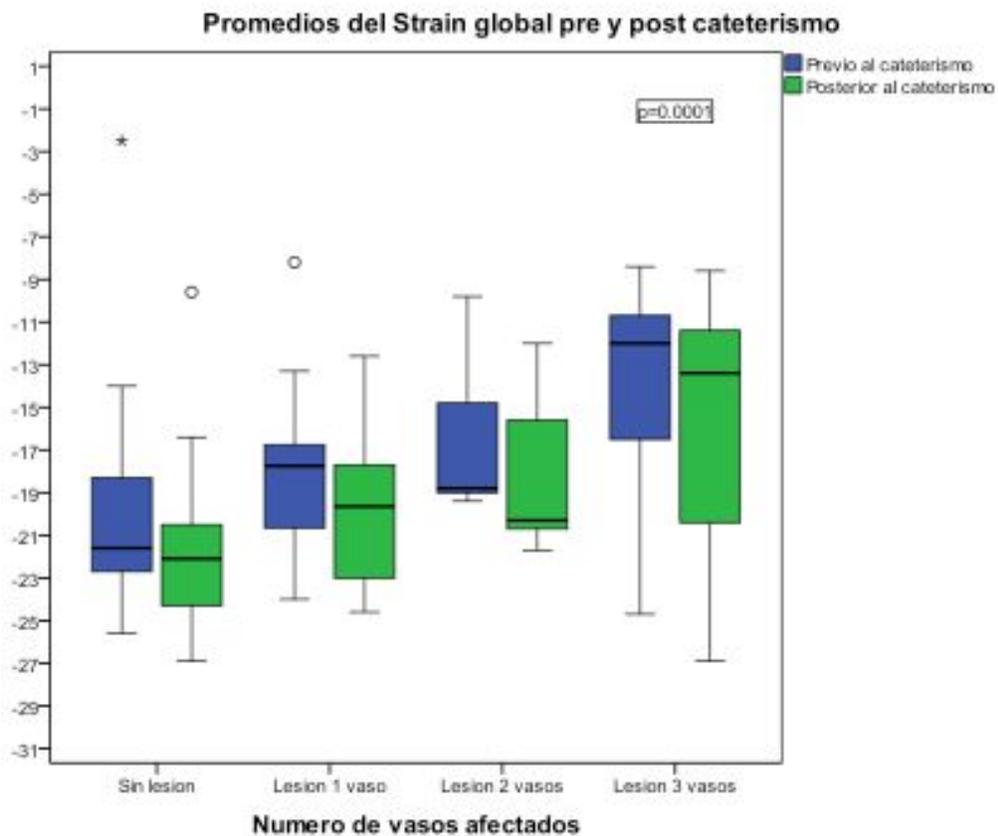
La Tabla 6 muestra el cambio del Strain global y el Gráfico 5 los cambios de acuerdo al número de vasos afectados. La Tabla 7 y el gráfico 6 muestran los cambios del strain global en relación a las arterias afectadas. La Tabla 8 muestra la delta de cambio del Strain longitudinal territorial el cual muestra diferencias altamente significativas.

Tabla 6.- Análisis del Strain Global antes y después del intervencionismo y su relación con el número de vasos afectados.

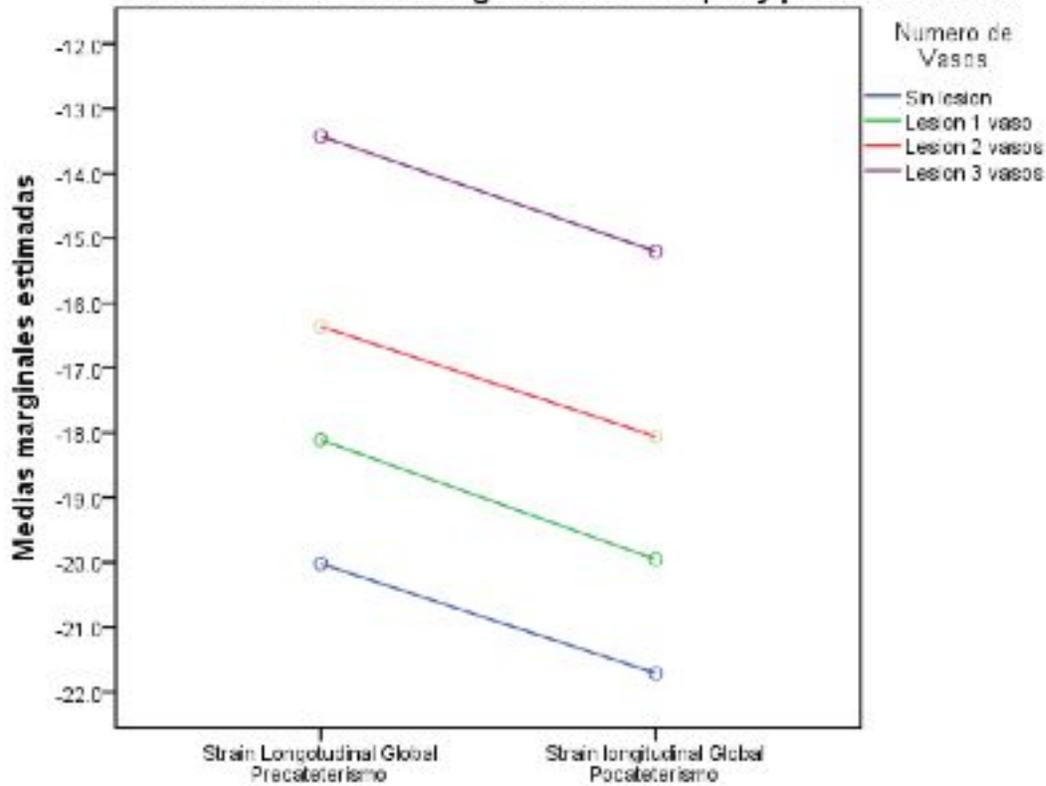
	Pre-cateterismo	Post-cateterismo	Delta	P
Global	-17.33 ±5.1	-19.09±4.84	1.75	0.0001

Sin lesión	-20.01±3.7	-21.7±3.7	1.69	0.0001
1 Vaso	-18.11±3.8	-19.95±3.3	1.84	0.0001
2 Vasos	-16.36±4.11	-18.06±4.1	1.71	0.003
3 Vasos	-13.42± 4.5	-15.2±5.12	1.76	0.0001

Gráfico 5.



Promedio del Strain Longitudinal Global pre y postcateterismo



Medicion de Strain Longitudinal global antes-despues

Tabla 7- Análisis del Strain global pre y post intervencionismo en relación al sitio de la arteria o arterias afectadas

	Número casos	Pre-cateterismo	Post-cateterismo	Delta	P
Global		-17.33 ±5.1	-19.09±4.84	1.75	0.0001
Sin lesión	22	-20.01±3.7	-21.7±3.7	1.69	0.0001
DA	8	-17.50±2.26	-21.71±3.7	1.71	0.04
CD	6	.20,20±3.2	-21.93±3.3	1.73	0.08
CX	3	-16.00±6.7	-18.56±5.1	2.56	NS
CD+TCI	1	-18.50	-20.30	NA	NA
CD+DA	3	-14.53±4.6	-16.10±4.3	0.709	0.06
DA+CX+TCI	1	-19.10	-21.20	NA	NA
CD+DA+CX	16	-13.06±4.4	-14.83±5.09	1.76	0.0001

DA= Descendente anterior, CD= coronaria derecha, CX= circunfleja, TCI= tronco de la coronaria izquierda, NA= No aplica, NS= No significativo

Gráfico 6.

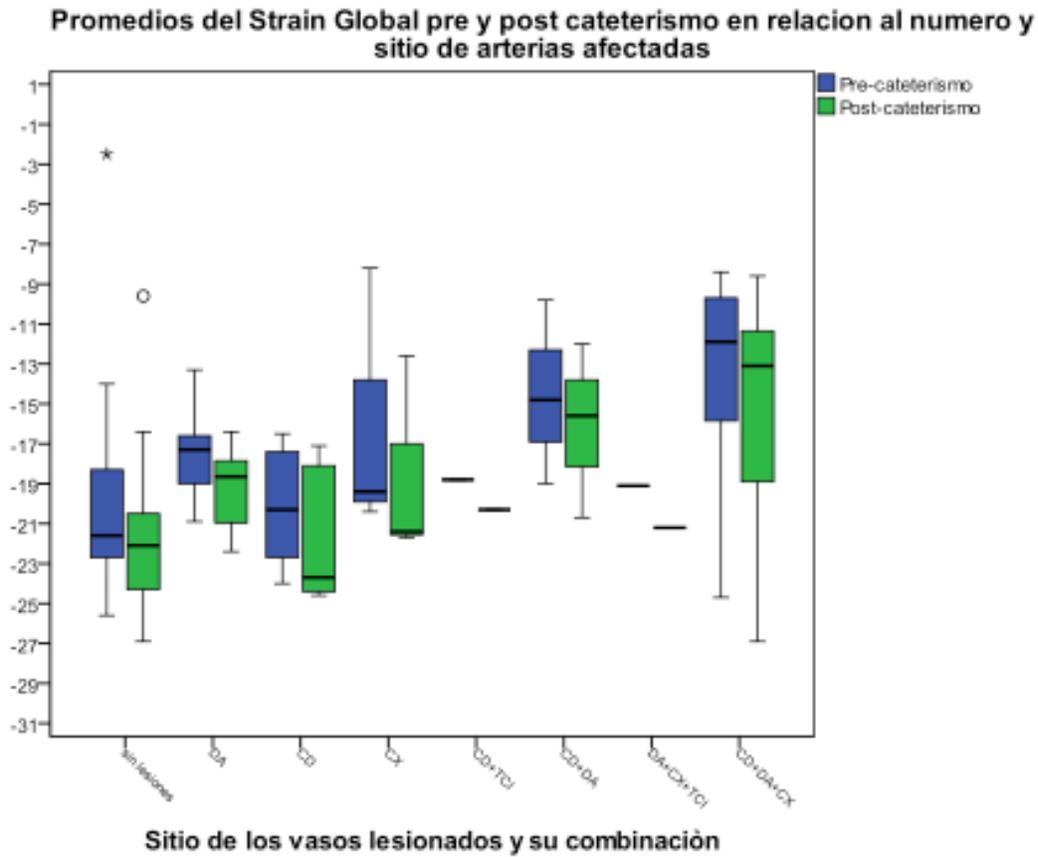


Tabla 8.- Evaluación pre y post cateterismo del Strain Longitudinal Territorial de acuerdo al vaso afectado.

	Pre cateterismo	Pos cateterismo	Delta	p
TLS-DA	-19.7± 8.03	-22.75±6.22	3.008	0.0001
TLS-CD	-15.00±6.2	-17.14±4.8	2.141	0.001
TLS-CX	-14.61±8.2	-17.40±4.8	2.791	0.007

Gráfico 7.

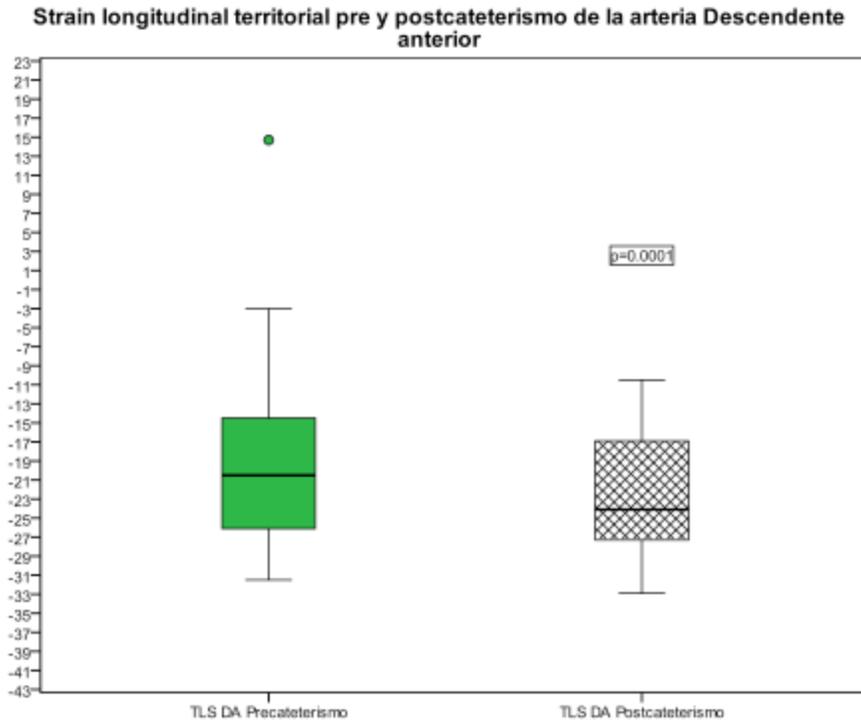


Gráfico 8.

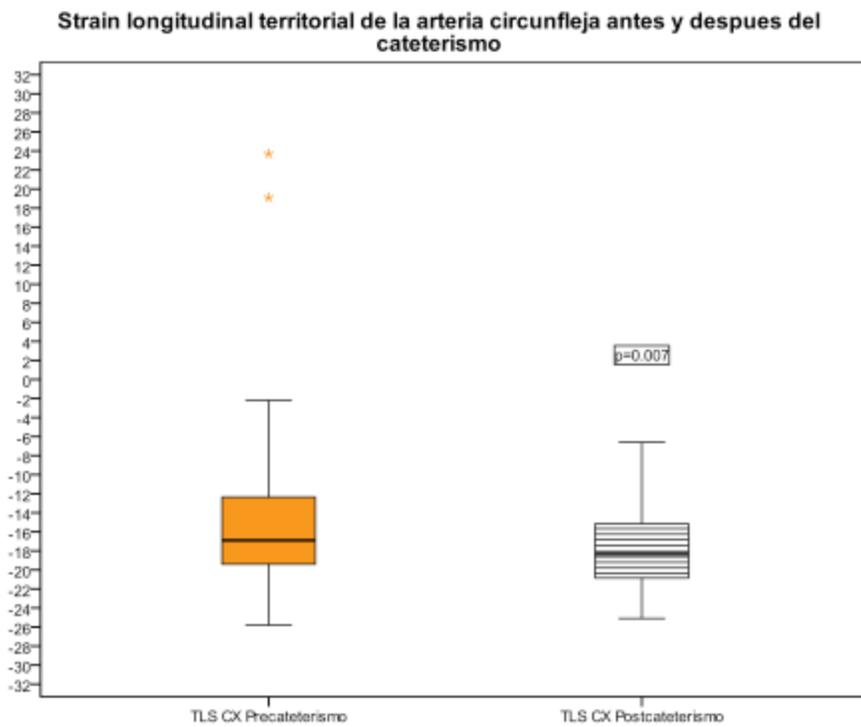
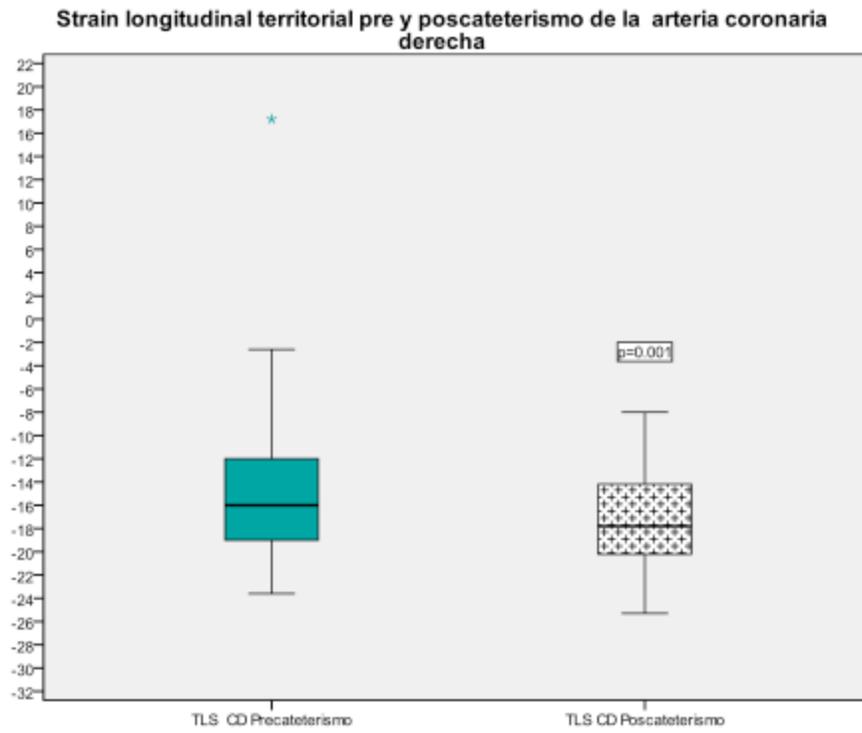


Gráfico 9.



La tabla 9 muestra el resultado del modelo de regresión logística cuando se incluyen las variables Strain longitudinal global (global) y el TLS se observa cuál de ellas predice oclusión de acuerdo al tipo de lesión coronaria.

Tabla 9. Variables que predicen el riesgo de oclusión dependiendo de la arteria afectada.

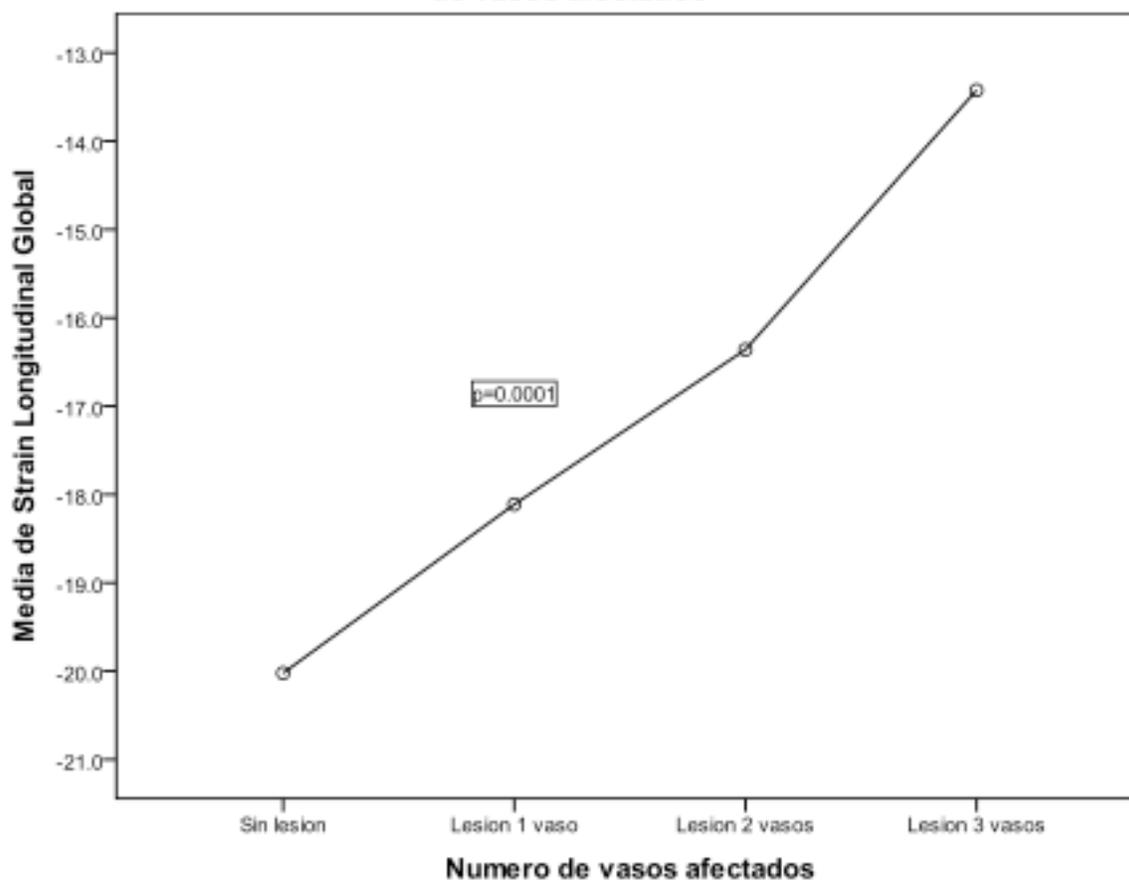
	Variable	Wald	p	Riesgo	IC 95%	
					Inferior	Superior
DA	TLS-DA	12.664	0.001	1.217	1.09	1.356
CD	SLG	7.703	0.006	1.871	1.05	1.339
CD	Edad	4.053	0.0001	1.062	1.002	1.129
CX	SLG	11.313	0.001	1.260	1.10	1.459
CX	Edad	3.831	0.05	1.068	1.000	1.140

Promedio del Strain Longitudinal Global de acuerdo a no lesion u numero de vasos afectados

Strain Longitudinal Global

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Sin lesion	22	-20.023	4.0489	1.0330	-22.173	-17.873	-25.6	-2.5
Lesion 1 vaso	16	-18.112	3.8408	.9602	-20.159	-16.066	-24.0	-8.2
Lesion 2 vasos	5	-16.360	4.1119	1.8389	-21.466	-11.254	-19.4	-9.8
Lesion 3 vasos	17	-13.424	4.5841	1.1118	-15.790	-11.057	-24.7	-8.4
Total	60	-17.338	5.1294	.6622	-18.663	-16.013	-25.6	-2.5

Promedio del Strain Global Longitudinal Precateterismo de acuerdo al numero de vasos afectados



DISCUSIÓN

El presente estudio incluyó a pacientes con sospecha clínica de enfermedad arterial coronaria obstructiva estable, los cuales fueron hospitalizados en el Centro Médico ABC Campus Observatorio. Durante el internamiento se realizó ECOTT-2D previamente y posterior a la angiografía por cateterismo cardiaco.

Se analizó una población homogénea en cuanto a datos generales demográficos, siendo no significativas las diferencias entre géneros, factores de riesgo cardiovascular y antecedentes heredofamiliares. Se encontró que los pacientes del grupo con enfermedad trivascular eran mayores de edad y probablemente éste factor contribuyó a que los niveles séricos de creatinina basal y de control se incrementaran en misma población.

Se utilizó la ecocardiografía bidimensional con análisis posterior del strain longitudinal global y territorial mediante técnica de speckle tracking para determinar su valor pronóstico en la localización de enfermedad arterial coronaria obstructiva.

Los resultados revelaron que el strain longitudinal global (SLG) fue significativamente más negativo en aquellos pacientes con lesiones coronarias significativas igual o mayores a 70% en obstrucción luminal, visto el estudio de angiografía coronaria por medio de intervención coronaria percutánea (ICP).

Se obtuvieron datos que corroboraron el decremento del SLG (cifras más positivas) de forma directamente proporcional al número de vasos epicárdicos con estenosis significativas. El SLG resultó mayormente afectado en pacientes con enfermedad trivascular, comparado con pacientes control y aquellos con una o dos lesiones obstructivas.

Dichas cifras sugieren que la deformación miocárdica se encuentra ligada e íntimamente afectada por la isquemia que causarían dichas lesiones.

En nuestro estudio, la agudeza diagnóstica del strain longitudinal en las dos presentaciones analizadas, global y territorial, mejoró importantemente posterior a la realización de ICP con angioplastia coronaria.

Existe clara evidencia de que una estenosis coronaria significativa puede alterar los valores de deformación miocárdica obtenidos por ECOTT-2D, por lo que su análisis podría ser útil en la detección de enfermedad arterial coronaria.

Otro hallazgo importante es el referente al strain longitudinal territorial (SLT) como herramienta para localizar arterias coronarias estenóticas. Estudios previos únicamente utilizaban el valor del SLG como marcador de disfunción contráctil y sugerían corroborar dichos datos al estudiar cada segmento por separado, sin embargo no se cuenta con valores establecidos. En esta tesis se encontró que la agudeza diagnóstica del SLT fue satisfactoria.

Los valores de SLG totales sugieren mayor alteración en la deformidad mientras más arterias coronarias se encuentren ocluidas. Existe relación entre la media de SLG y el número de lesiones: SLG en grupo control (-20.02%), SLG-1 vaso (-18.12%), SLG-2 vasos (16.36%) y SLG-3 vasos (-13.42%).

Con la integración de la edad de pacientes y cifras de SLG y SLT a un modelo de regresión logística, se encontró que las variables que a continuación se mencionan son las que poseen un valor de predicción más alto para localización de enfermedad arterial coronaria obstructiva significativa: Para la arteria DA la variable de strain longitudinal territorial (SLT-DA). En el caso de la arteria circunfleja y la coronaria derecha, las variables con mayor valor fueron la edad y el strain longitudinal global (SLG).

LIMITACIONES:

El presente estudio incluyó una pequeña muestra de población al tratarse de un solo centro, sin embargo, se aportan bases para realizar un análisis prospectivo controlado y determinar la reproducibilidad.

CONCLUSIÓN:

El strain longitudinal global (SLG) y el strain longitudinal territorial (SLT) evaluados por ecocardiografía bidimensional en reposo (ECOTT-2D) con técnica de speckle tracking, tiene alto poder predictivo para detección y localización de enfermedad arterial coronaria obstructiva significativa.

Dichos hallazgos podrían ayudar en la identificación de pacientes de alto riesgo en los cuales se sospecha el diagnóstico de EAC estable con angina estable (AE) con el subsecuente beneficio de corroborar el diagnóstico con angiografía por ICP y posterior angioplastia coronaria.

Se necesitan de estudios similares con muestra poblacional mayor para confirmar los resultados.

BIBLIOGRAFÍA:

1. Patel MR, Peterson ED, Dai D, Brennan JM, Redberg RF, Anderson HV, et al. Low diagnostic yield of elective coronary angiography. *New Engl J Med* 2010;362:886–95.
2. Tsai WC, Liu YW, Huang YY, et al. Diagnostic value of segmental longitudinal strain by automated function imaging in coronary artery disease without left ventricular dysfunction. *J Am Soc Echocardiogr* 2010;23:1183–9.
3. Shimoni S, Gendelmann G, Ayzenberg O, et al. Differential effects of coronary artery stenosis of myocardial function: the value of myocardial strain analysis for the detection of coronary artery disease. *J Am Soc Echocardiogr* 2011;24:748–57.
4. Chen ZW, Yu ZQ, Yang HB, Chen YH, Qian JY, Shu XH, Ge JB: Rapid predictors for the occurrence of reduced left ventricular ejection fraction between LAD and non-LAD related ST-elevation myocardial infarction. *BMC Cardiovasc Disord* 2016;16:3
5. Shiga T, Hagiwara N, Ogawa H, Takagi A, Nagashima M, Yamauchi T, Tsurumi Y, Koyanagi R, Kasanuki H; Heart Institute of Japan Acute Myocardial Infarction-II (HIJAMI-II) Investigators: Sudden cardiac death and left ventricular ejection fraction during long-term follow-up after acute myocardial infarction in the primary percutaneous coronary intervention era: results from the HIJAMI-II registry. *Heart* 2009;95:216–220.
6. Christofferson RD, Lehmann KG, Martin GV, Every N, Caldwell JH, Kapadia SR. Effect of chronic total occlusion on treatment strategy. *Am J Cardiol.* 2005;95(9):1088-91

7. Melchior JP, Doriot PA, Chatelain P, Meier B, Urban P, Finci L, et al. Improvement of left ventricular contraction and relaxation synchronism after recanalization of chronic total coronary occlusion by angioplasty. *J Am Coll Cardiol.* 1987;9(4):763-8
8. Perk G, Tunick PA, Kronzon I. Non-Doppler two-dimensional strain imaging by echocardiography--from technical considerations to clinical applications. *J Am Soc Echocardiogr* 2007; 20: 234-243.
9. Hoffmann S, Jensen JS, Iversen AZ, Sogaard P, Galatius S, Olsen NT, Bech J, Fritz-Hansen T, Biering-Sorensen T, Badskjaer J, Pietersen A, Mogelvang R. Tissue Doppler echocardiography improves the diagnosis of coronary artery stenosis in stable angina pectoris. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging.* 2012;13:724–729.
10. Choi JO, Cho SW, Song YB, Cho SJ, Song BG, Lee SC, Park SW. Longitudinal 2D strain at rest predicts the presence of left main and three vessel coronary artery disease in patients without regional wall motion abnormality. *Eur J Echocardiogr.* 2009;10:695–701.
11. Amsterdam E, Wenger N, Brindis R, et al. 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.* 2014;130(25):344–426.
12. Task Force M, Montalescot G, Sechtem U, et al. 2013 ESC guidelines on the management of stable coronary artery disease: the Task Force on the management of stable coronary artery disease of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J.* 2013;34:2949–3003.
13. P.A. Chandraratna, D.S. Mohar, P.F. Sidarous, et al., Evaluation of non-ST segment elevation acute chest pain syndromes with a novel low-profile continuous imaging ultrasound transducer, *Echocardiography* 29 (2012) 895–899.

14. B. Grenne, C. Eek, B. Sjøli, et al., Acute coronary occlusion in non-ST-elevation acute coronary syndrome: outcome and early identification by strain echocardiography, *Heart* 96 (2010) 1550–1556.