



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MEXICO
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO
FACULTAD DE MEDICINA

INSTITUTO NACIONAL DE CARDIOLOGÍA "IGNACIO CHAVEZ"

TESIS DE POSGRADO
PARA OBTENER EL TÍTULO DE
ESPECIALISTA EN CARDIOLOGÍA CLÍNICA

TÍTULO:

DESCRIPCIÓN DE PARÁMETROS ECOCARDIOGRÁFICOS POR MEDIO DE SPECKLE TRACKING
(RASTREO DE MARCAS) EN PACIENTES CON INFARTO AGUDO DEL MIOCARDIO CON ELEVACIÓN
DEL SEGMENTO ST DE PRESENTACIÓN TARDÍA (>12 HRS Y <72 HRS).

PRESENTA:

MIRIAM GUADALUPE ZUÑIGA SALCEDO

DIRECTOR DE ENSEÑANZA:

DR. CARLOS RAFAEL SIERRA FERNÁNDEZ

DIRECTOR DE TESIS:

DR. RODRIGO GOPAR NIETO



Dirección de Enseñanza



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

TESIS

DESCRIPCIÓN DE PARÁMETROS ECOCARDIOGRÁFICOS POR MEDIO DE SPECKLE TRACKING
(RASTREO DE MARCAS) EN PACIENTES CON INFARTO AGUDO DEL MIOCARDIO CON ELEVACIÓN
DEL SEGMENTO ST DE PRESENTACIÓN TARDÍA (>12 HRS Y <72 HRS).



Dr. Carlos Rafael Sierra Fernández

Director de Enseñanza

Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez"



Dirección de Enseñanza



Dr. Rodrigo Gopar Nieto

Director de Tesis

Médico Adscrito Unidad Cuidados Coronarios

Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez"



Miriam Guadalupe Zuñiga Salcedo

Residente de Tercer Año de Cardiología

Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez"

INDICE

	Página
I. Introducción _____	4
II. Marco teórico _____	5
III. Justificación _____	11
IV. Objetivos _____	11
V. Hipótesis _____	12
VI. Metodología de la investigación _____	13
1) Diseño de investigación _____	13
2) Población y muestra _____	13
3) Criterios de inclusión _____	13
4) Criterios de exclusión _____	14
5) Métodos _____	14
6) Variables _____	16
7) Análisis estadístico _____	20
VII. Resultados _____	21
VIII. Discusión _____	28
IX. Conclusiones _____	30
X. Referencias _____	32

I. INTRODUCCIÓN.

El infarto agudo de miocardio con elevación del segmento ST (IAM-CEST) continua siendo una de las principales causas de morbi-mortalidad en el mundo. El manejo actual del IAM-CEST se basa en terapias de reperfusión cuyo beneficio e indicación radica en el tiempo de evolución del infarto. Aunque el IAM-CEST de presentación tardía esta pasando a ser un hecho raro en países desarrollados, en registros recientes continua suponiendo un 10-15 % del total de pacientes. Este grupo de pacientes se encuentra en mayor riesgo de desarrollar remodelado que culmine en falla cardiaca, siendo esta la principal causa de falla cardiaca con fracción de eyección reducida. Pacientes asintomáticos que se presentan de forma tardía con un IAM-CEST podrían perder una oportunidad terapéutica importante, por lo que deberíamos cuestionarnos si la terapia de reperfusión inmediata debería ser únicamente guiada en el tiempo de evolución de los síntomas.

Respecto a este cuestionamiento se han desarrollado distintos estudios de imagen para demostrar la existencia de miocardio salvable en pacientes con > 48 hrs de evolución. Más recientemente el análisis de la deformación miocárdica mediante la imagen de strain 2D derivada del seguimiento de marcas (speckle tracking), analiza el movimiento mediante el seguimiento de marcas en una imagen 2D de ultrasonido. Ha demostrado su utilidad para la evaluación del daño miocárdico posterior al infarto, utilizado con éxito en el diagnóstico clínico de isquemia en ventrículo izquierdo (VI), infarto y en la estimación del tamaño de este. A pesar de que el IAM-CEST de presentación tardía representa un porcentaje no despreciable de la cantidad total de infartos con elevación, es una población poco estudiada en la que

herramientas diagnósticas rápidas como esta podrían ayudar a establecer su asociación con el pronóstico, la función e incluso permeabilidad coronaria. Por lo que es el objetivo de este estudio evaluar la función ventricular, mediante el strain de seguimiento de marcas, de pacientes con IAM-CEST de presentación >12hrs y <72 hrs y caracterizar este tipo de población debido a que hasta donde es de nuestro conocimiento no se ha evaluado mediante este método previamente, siendo esta una herramienta con alta disponibilidad hospitalaria, mayor que la resonancia magnética, y mas sensible que el ecocardiograma 2D para determinar y cuantificar la función del VI.

II. MARCO TEÓRICO

1) Antecedentes: Definición y epidemiología.

El infarto agudo de miocardio con elevación del segmento ST (IAM-CEST) continua siendo una de las principales causas de morbi-mortalidad en el mundo. De los 1.5 millones de casos de infarto agudo del miocardio (IAM) diagnosticados al año en Estados Unidos, el 75% reciben terapia de reperfusión, de estos 30% experimentan la complicación de no reflujo. Del 25% de los pacientes que no reciben terapia de reperfusión, las principales causas son la distancia al hospital, retraso en síntomas o diagnóstico erróneo de infarto. En combinación con los pacientes que presentan no reflujo, son aproximadamente 500 000 pacientes al año que no son reperfundidos.(1).

El manejo actual del IAM CEST se basa en terapias de reperfusión cuyo beneficio e indicación radica en el tiempo de evolución del infarto. Las guías europeas en IAM-CEST recomiendan la realización de intervención coronaria percutanea (ICP) en pacientes que acuden entre 12-48 hrs después del inicio de los síntomas con un nivel de recomendación Ila (2). Mientras que las guías estadounidenses actuales respaldan la realización de ICP en

pacientes con IAM-CEST mas allá de las 12 hrs pero no después de transcurridas 24 hrs tras el inicio de los síntomas, si existe evidencia de isquemia concomitante como recomendación Ila **(3)**.

Aunque el IAM-CEST de presentación tardía esta pasando a ser una hecho raro en países desarrollados, en registros recientes continua suponiendo un 10-15 % del total de pacientes **(4)**. Incluso cifras mas altas se ha reportado en el estudio ISACS-TC (The International Survey of Acute Coronary Syndromes in Transitional Countries) que incluyo a 37 países de Europa y un total de 7917 pacientes con diagnostico de IAM-CEST, de los cuales 1944 (24.6%) no recibieron terapia de reperfusión, teniendo como principal causa la presentación tardía > 12 hrs del inicio de los síntomas. Asociándose ademas a una mortalidad mas alta a 30 días en el grupo de pacientes no reperfundidos en comparación con aquellos que si la recibieron **(5)**.

Por otro lado en un estudio se analizaron los 3 registros de ámbito nacional en Francia llamados FAST-MI (French Registry of Acute ST- elevation and non ST- elevation Myocardial Infarction) que se llevaron a cabo a los largo de 1 mes en los años 2005, 2010 y 2015. En los 3 registros se incluyeron pacientes con IAM-CEST ingresados en un plazo de 48hrs, reportándose un total de 6273 pacientes, de los cuales 1169 (18.6%) acudieron tarde con mas de 12 hrs de sus síntomas **(4)**. Este grupo de pacientes se encuentra en mayor riesgo de desarrollar remodelado que culmine en falla cardiaca, siendo esta la principal causa de falla cardiaca con fracción de eyección reducida.

El manejo actual del IAM CEST se basa en terapias de reperfusión cuyo beneficio e indicación radica en el tiempo de evolución del infarto, sin embargo la relación entre la probabilidad de muerte y el tiempo de isquemia no es lineal **(6)**. Por lo que continua existiendo controversia respecto al beneficio de la intervención coronaria percutánea (ICP) tardía en pacientes con >12 hrs de inicio de síntomas debido a resultados contradictorios de distintos estudios. Cabe resaltar que el beneficio otorgado a la angioplastia primaria en

las primeras 12 hrs de síntomas fue inferido de estudios derivados de trombólisis, haciendo estos datos debatibles.

El estudio LATE (Late Assessment of Thrombolytic Efficacy) no demostró beneficio en mortalidad en pacientes sometidos a trombólisis que se presentaban con mas de 12 horas **(7)**. Sin embargo la reperfusión mediante angioplastia en el estudio BRAVE-2 (Beyond 12 Hours Reperfusion Alternative Evaluation) demostró beneficio en el pronostico de pacientes con IAM-CEST de presentación tardía con entre 12hrs y 48 hrs **(8)**. Por el contrario en el estudio OAT (Occluded Artery Trial) pacientes con presentación muy tardía (3-28 días) y angioplastia no demostraron mejoría en mortalidad o función ventricular durante los 4 años de seguimiento **(9)**. Recientemente Bouisset et al. en el análisis de los registros FAST-MI reporto que el uso de la coronariografía fue menos frecuente en el grupo de presentación tardía (91.9% frente a 96.5%), por ende con menos ICP (76.8% vs 86.5%). En este mismo estudio, del total de pacientes con presentación tardía se incluyeron 1077 pacientes en el análisis del efecto beneficioso de la revascularizacion. De estos 729 (67.7%) fueron revascularizados en las siguientes 48 hrs de ingreso. A los 30 días de seguimiento la mortalidad fue inferior en la población revascularizada (2.1% vs 7.2%: $p < 0.001$), a largo plazo se mantuvo este beneficio en la tasa de mortalidad (30.4 por 1000 pacientes- año frente a 78.7 por 1000 pacientes- año) con una reducción de la mortalidad del 65% **(6)**.

El estudio SWISS II (Swiss Interventional Study on Silent Ischemia Type II) demostró beneficios clínicos de revascularizacion en pacientes con IAM-CEST reciente, asintomáticos pero con isquemia saliente. Por lo que la ausencia de dolor torácico no siempre refleja ausencia de isquemia **(6)**.

Pacientes asintomáticos que se presentan de forma tardía con un IAM-CEST podrían perder una oportunidad terapéutica importante, por lo que deberíamos cuestionarnos si la terapia de reperfusión inmediata debería ser únicamente guiada en el tiempo de evolución de los síntomas. El tomar el tiempo de inicio de síntomas como única

variable definitoria de que paciente se beneficia de terapia de reperfusión, excluye variables como oclusión coronaria intermitente o parcial, la presencia de circulación colateral, el grado de pre-acondicionamiento cardiaco y el estado metabólico dentro del miocardio isquémico.

Respecto a este cuestionamiento se han desarrollado distintos estudios de imagen para demostrar la existencia de miocardio salvable en pacientes con > 48 hrs de evolución. Entre las distintas técnicas para viabilidad la evaluación por resonancia magnética tiene una alta sensibilidad (95%) y un valor predictivo negativo alto por lo que es actualmente el estándar de oro **(10)** , sin embargo su uso es limitado en la fase aguda de IAM-CEST, determinando la necesidad de herramientas para la caracterización de infartos de presentación tardía. Herramientas con disponibilidad inmediata y acceso fácil a las mismas como lo es el ecocardiograma.

2. Planteamiento del problema.

La ecocardiografía enfocada identifica anormalidades obvias de movimiento , sin embargo en la fase temprana del infarto del miocardio (IM) existe obstrucción microvascular que no lleva como resultado anormalidades obvias de movilidad. No obstante la obstrucción microvascular resulta en una alteración en la función de las fibras subendocárdicas de orientación longitudinal en el VI antes de desarrollar cualquier alteración manifiesta de la movilidad **(11)**. Más recientemente el análisis de la deformación miocárdica mediante la imagen de strain 2D derivada del seguimiento de marcas (*speckle tracking*), analiza el movimiento mediante el seguimiento de marcas en una imagen 2D de ultrasonido. Estas marcas acústicas están estadísticamente distribuidas de forma igual a lo largo del miocardio. La cantidad de deformación es usualmente expresada en %. El valor de Strain positivo se refiere al engrosamiento , valores negativos describen acortamiento de un segmento determinado en relación con su longitud original. Durante contracción

miocárdica el miocardio se engruesa y se acorta y así la evaluación de todos los parámetros; engrosamiento radial (positivo) , acortamiento circunferencial (negativo) y acortamiento longitudinal (negativo) ayuda a la evaluación de la contractilidad **(12)** .

El strain y la tasa de deformación parecen ser sensibles indicadores de enfermedades sub- clínicas, incluyendo diabetes, esclerosis sistémica, isquemia miocárdica etc. Ha demostrado su utilidad para la evaluación del daño miocárdico posterior al infarto, utilizado con éxito en el diagnóstico clínico de isquemia en ventrículo izquierdo (VI), infarto y en la estimación del tamaño de este. En un estudio de 30 pacientes Leitmann et al, encontraron que el 80.3% de los segmentos infartados y el 97.8% de los segmentos normales fueron adecuadamente reconocidos por imagen 2D de strain ST **(13)**. Por otro lado ha demostrado una buena correlación con la resonancia magnética en enfermedad isquémica crónica y evaluación de viabilidad.

En un estudio que incluyó pacientes con IAM CEST y áreas acinéticas evaluadas por ecocardiografía, cuya arteria responsable del infarto fue tratada, se evaluó la habilidad del strain para predecir viabilidad miocárdica en comparación con el estudio de resonancia magnética usando como punto de corte para considerar el tejido viable un reforzamiento tardío menor al 50% de transmuralidad. Los parámetros de strain fueron mejores en el grupo de viabilidad con un strain longitudinal global (SLG) -14.4%. Vs. -10.9% y un strain longitudinal territorial (SLT) de -11.0% vs -3.2% , estos dos parámetros mostrando marcada mejoría en el grupo de viabilidad posterior a los 3 meses del infarto. Se encontró una correlación significativa entre el strain global longitudinal (SGL) y el realce tardío por resonancia magnética, un valor corte de $> -13.9\%$ en SLG predecía viabilidad con una sensibilidad de 86% y especificidad de 78%. El strain territorial longitudinal mostró la mejor correlación con la resonancia magnética, prediciendo viabilidad un valor de -9.4% , con una sensibilidad de 78% y especificidad de 95%. Valores extremos $> -2.5\%$ predecían NO viabilidad en un 100% **(10)**. Parámetros de strain podrían diferenciar miocardio con

disfunción reversible que se beneficia de revascularización, de aquel con daño permanente. Además de asociarse con daño miocárdico, en pacientes con IAM-CEST ha demostrado ser un importante predictor de desenlaces adversos al alta, y ayuda a discriminar que pacientes recuperaran de forma exitosa la función ventricular izquierda y cuales desarrollarían remodelado **(11)**.

Otro de los escenarios donde se ha demostrado la utilidad del strain ST es en el infarto agudo del miocardio sin elevación del segmento ST, donde el EKG tiene una limitada habilidad para detectar oclusión coronaria aguda con una sensibilidad del 70%, habiendo un 30% de pacientes con oclusión coronaria aguda que no desarrollan elevación del ST. En este contexto se realizó un estudio con 150 pacientes con diagnóstico de infarto agudo del miocardio sin elevación del ST de primera vez, en quienes se realizó angiografía en las primeras 72 hrs de evento índice. Se evaluó la función ventricular izquierda mediante strain por seguimiento de marcas y el área funcional en riesgo (AFR) en base al mismo (definida por los segmentos adyacentes que presentaba un strain longitudinal por seguimiento de marcas mayor o igual a -14%). De estos 33 pacientes (22%) tenían una oclusión aguda por coronariografía. Todos los parámetros ecocardiográficos analizados de la función ventricular izquierda difirieron significativamente entre pacientes con y sin oclusión coronaria aguda. Encontrándose que la evaluación de el AFR tenía la mejor habilidad para identificar pacientes con oclusión coronaria aguda, reportándose que un AFR de al menos 4 segmentos adyacentes tenía una sensibilidad del 85% y una especificidad del 70% para predecir oclusión, identificándose 28 de los 33 pacientes con oclusión no detectada por EKG. Con un riesgo relativo de oclusión coronaria aguda en pacientes con un AFR > 4 segmentos de 7.5 veces más **(14)**.

III. JUSTIFICACIÓN.

Al evaluar por strain ST distintas patologías cardíacas y hablando particularmente de la cardiopatía isquémica es evidente que existe una asociación estrecha entre el puntaje por strain, la función ventricular izquierda, el pronóstico y el grado de isquemia. A pesar de que el IAM-CEST de presentación tardía representa un porcentaje no despreciable de la cantidad total de IAM-CEST, es una población poco estudiada en la que herramientas diagnósticas rápidas como esta podrían ayudar a establecer su asociación con el pronóstico, la función e incluso permeabilidad coronaria. Por lo que es el objetivo de este estudio evaluar la función ventricular, mediante el strain de seguimiento de marcas, de pacientes con IAM-CEST de presentación >12hrs y <72hrs y caracterizar este tipo de población debido a que hasta donde es de nuestro conocimiento no se ha evaluado mediante este método previamente, siendo esta una herramienta con alta disponibilidad hospitalaria, mayor que la resonancia magnética, y más sensible que el ecocardiograma 2D para determinar y cuantificar la función del VI.

IV. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.

Objetivo general.

- Evaluar mediante strain de seguimiento de marcas a pacientes con infarto agudo del miocardio con elevación del segmento ST de más de 12 hrs de evolución pero menos de 72 hrs, en quienes no se instaura una terapia de reperfusión.

Objetivos específicos.

- Describir valores obtenidos de strain por seguimiento de marcas en pacientes con IAM-CEST de mas de 12 hrs de evolución y menos de 72 hrs en quienes no se realizo terapia de reperfusión urgente.
- Correlacionar valores obtenidos mediante strain por seguimiento de marcas en IAM-CEST de presentación tardía con el porcentaje de obstrucción coronaria demostrado por angiografía coronaria electiva.
- Correlacionar valores obtenidos mediante strain por seguimiento de marcas en IAM-CEST de presentación tardía con estado clínico de paciente.

V. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.

H1: Existen valores de strain por seguimiento de marcas propios del infarto agudo de miocardio con elevación del segmento ST de presentación tardía sin terapia de reperfusión que lo distinguen de infartos reperfundidos.

H2: Los valores de strain por seguimiento de marcas del infarto agudo de miocardio con elevación del segmento ST de presentación tardía sin terapia de reperfusión no difieren de aquellos obtenidos en pacientes con infartos reperfundidos.

VI. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.

¿Existen valores específicos de strain por seguimiento de marcas que caracterizan al infarto no reperfundido?

VII. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN.

1. Diseño del estudio.

Se realizó una cohorte de pacientes ingresados al Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez, de enero 2021 hasta mayo 2022, con diagnóstico de IAM-CEST no reperfundido y con una evolución de síntomas mayor a 12 hrs y menor a 72 hrs en quienes no se instauró terapia de reperfusión, y se realizó strain por seguimiento de marcas.

2. Población de estudio y muestra.

Pacientes mayores de 18 años de ambos sexos. La muestra fue no probabilística y se obtuvo de forma retrospectiva del año 2020 al 2021, mediante la consulta del expediente clínico electrónico del Instituto Nacional de Cardiología “Dr. Ignacio Chávez”, de todos aquellos pacientes ingresados con el diagnóstico de IAM-CEST no reperfundido y con una evolución de síntomas mayor a 12 hrs y menor a 72 hrs en quienes no se instauró terapia de reperfusión, y se realizó strain por seguimiento de marcas.

3. Criterios de inclusión.

- Mayores de 18 años.
- Diagnóstico de infarto agudo de miocardio con elevación del segmento ST acorde a 4a definición de infarto.
- Primer evento de infarto.
- Con presentación de más de 12 hrs de evolución de los síntomas y menos de 72 hrs.
- Sin criterios de inestabilidad.
- Sin terapia de reperfusión en las primeras 72 hrs.

4. Criterios de exclusión.

- Valvulopatías significativas.
- Infartos previos.
- Marcapasos.
- Bloqueo de rama izquierda.
- Bloqueo de rama derecha.

5. Métodos.

Se realizó un registro mediante el análisis del expediente clínico electrónico del Instituto Nacional de de Cardiología Ignacio Chavez, de forma retrospectiva, de aquellos pacientes que ingresaban con diagnóstico de infarto agudo de miocardio no reperfundido, cuya evolución era mayor a 12 hrs y menor a 72 hrs, y que al ingreso se encontraba hemodinámicamente estables, sin criterios de angioplastia de urgencia, y en quienes se realizó ecocardiografía durante evento índice y se reportó strain global longitudinal, y en quienes además no se realizó ninguna estrategia de reperfusión previo a la realización del ecocardiograma. Se recopilaron las siguientes variables: edad, sexo, fecha de ingreso al Instituto Nacional de Cardiología, presencia de diabetes mellitus, hipertensión arterial, tabaquismo, enfermedad renal, obesidad, dislipidemia, presión arterial sistólica al ingreso, puntuación TIMI, puntuación GRACE, Killip y Kimball, hemoglobina, glucemia, troponina, NT proBNP, tiempo total de isquemia, fracción de eyección del ventrículo izquierdo, strain longitudinal global, índice de movilidad de pared. Y en caso de realizarse coronariografía, arteria responsable del infarto, puntuación flujo TIMI inicial, si se realizó o no angioplastia electiva y si esta fue exitosa o no en base al flujo TIMI final de 3. Por último la presencia o ausencia de mortalidad intrahospitalaria.

Para su análisis se dividió en dos grupos aquellos con strain global longitudinal (SGL) menor o igual a -10% como grupo 1 y grupo 2 quienes presentaban SGL mayor -10%, es decir cuyas cifras se acercaban mas a la positividad, tomando en cuenta que en estudios previos tal cifra se asocio a miocardio no viable es decir pacientes con cifras mayores de -10%, por resonancia magnética representaban un infarto transmural es decir mayor al 50% del grosor, asociándose a peores desenlaces.

5.1 Protocolo ecocardiográfico.

El ecocardiograma fue realizado por un miembro experimentado del laboratorio de ecocardiografía durante la hospitalización por el evento índice y previo a que se instaurara alguna terapia de reperfusión electiva. Los ecocardiogramas se realizaron en equipo General Electric T8. Se calculó la fracción de eyección del ventrículo izquierdo mediante método de Simpson biplano. La evaluación del índice de movilidad de pared se realizo otorgándole un puntaje a la movilidad parietal mediante evaluación visual, siendo 0 movilidad normal, 1 hipocinesia, 2 acinesia, 3 discinesia y 4 a una zona aneurismática, con un total de 17 segmentos.

6. Variables.

<i>Variable</i>	Tipo de variable y escala	Unidades
<i>Fecha de ingreso</i>	Nominal	Día/Mes/Año
<i>Edad</i>	Cuantitativa continua	Años
<i>Sexo</i>	Cualitativa dicotómica	0=mujer. 1=Hombre
<i>Diabetes Mellitus 2</i>	Cualitativa dicotómica	0=No. 1= Si
<i>Hipertensión Arterial</i>	Cualitativa dicotómica	0=No. 1= Si
<i>Dislipidemia</i>	Cualitativa dicotómica	0=No. 1= Si
<i>Tabaquismo actual o previo.</i>	Cualitativa dicotómica	0=No. 1= Si
<i>Enfermedad Renal Crónica</i>	Cualitativa dicotómica	0=No. 1= Si
<i>Obesidad</i>	Cualitativa dicotómica	0=No. 1= Si
<i>Presión arterial sistólica al ingreso.</i>	Cualitativa continua	mmHG
<i>Killip y kimball</i>	Cualitativa categórica	1= I: Sin signos ni síntomas de insuficiencia cardiaca.

Puntuación GRACE

	<p>2= II: Estertores crepitantes, tercer ruido o aumento de presión venosa central.</p> <p>3= III: Edema agudo de pulmón.</p> <p>4 = IV: Choque cardiogenico.</p>
<p>Cuantitativa continua</p>	<p>Puntos. Descripción de puntaje:</p> <p>Edad (< 30 años = 0 puntos, 30-39 = 8 puntos, 40-49 años =25 puntos, 50-59 años = 41 puntos, 60-69 años = 58 puntos, 70 -79 años = 75 puntos, 80-89 años = 91 puntos, >90 años = 100 puntos).</p> <p>Frecuencia cardiaca (<50 lpm = 0 puntos, 50 – 69 lpm = 3 puntos, 70-89 lpm = 9 puntos, 90 -109 lpm = 15 puntos, 110-149 lpm = 24 puntos, 150-199 lpm = 38 puntos, > 200 lpm= 46 puntos). Tension arterial sistolica (<80 mmHg = 58 puntos, 80-99 mmHg = 53 puntos, 100-119 mmHg = 43 puntos, 120-139 mmHg= 34 puntos, 140-159 mmHg = 24 puntos, 160-199 mmHg = 10 puntos, > 200 mmHg = 0 puntos). Creatinina (0-0.39</p>

		<p>mg/dl= 1 puntos, 0.4-0.79 mg/dl= 7 puntos, 1.2-1.59 mg/dl= 10 puntos, 1.6-1.99 mg/dl= 13 puntos, 2-3.99 mg/dl =21 puntos, > 4 mg/dl= 28 puntos). Clase Killip y Kimball (I= 0 puntos, II= 20 puntos, III = 39 puntos, IV = 59 puntos). Paro cardiaco al ingreso= 39 puntos. Desviación del segmento ST = 28 puntos. Elevacion de enzimas cardiacas = 14 puntos.</p>
Puntuación TIMI	Cuantitativa continua	<p>Puntos. Descripción de la puntuación: Edad (0= < 65 años, 1= 65-74 años, 2 = > 75 años). Presencia de diabetes, hipertension o angina= 1 punto. Tensión arterial sistolica < 100 mmHg = 3 puntos. Clase Killip II-IV = 2 puntos. Peso < 67 kg=1 puntos. Elevacion del ST anterior o bloqueo de rama izquierda= 1 punto. Tiempo a tratamiento > 4 horas = 1 punto.</p>
Troponinas T al ingreso	Cuantitativa continua	ng/ml

<i>Creatinina al ingreso</i>	Cuantitativa continua	mg/dL
<i>Nitrógeno ureico en sangre al ingreso.</i>	Cuantitativa continua	mg/dL
<i>Hemoglobina al ingreso</i>	Cuantitativa continua	g/dL
<i>NT-PROBNP al ingreso.</i>	Cuantitativa continua	pg/mL
<i>Glucosa al ingreso</i>	Cuantitativa continua	mg/dL
<i>Lactato</i>	Cuantitativa continua	mool/L
<i>Tiempo total de isquemia al ingreso.</i>	Cuantitativa continua	Horas.
<i>Localización del infarto</i>	Cualitativa nominal	1.Anterior. 2. Lateral. 3. Inferior. 4. Posterior. 5. Dos caras
<i>Fracción de eyección del ventrículo izquierdo</i>	Cualitativa continua	%
<i>Índice de movilidad de pared</i>	Cuantitativa continua	Numérico
<i>Strain global longitudinal</i>	Cuantitativa continua	%
<i>Arteria culpable del infarto</i>	Cualitativa nominal	1= descendente anterior 2= circunfleja. 3= coronaria derecha.

Flujo TIMI de arteria culpable del infarto.	Cuantitativa categórica	0= TIMI 0, 1=TIMI 1- o 2= TIMI 2. 3 = TIMI 3.
Porcentaje de oclusión en arteria culpable.	Cuantitativa categórica.	0.100%. 1.90-99%. 2.80-89% 3.70-79%. 4. < 70%
Angioplastia electiva.	Cuantitativa dicotómica	0. No. 1. Si.
Angioplastia exitosa.	Cuantitativa dicotómica	0. No. 1. Si.
Sobrevida	Cuantitativa dicotómica	0=No. 1= Si

7. Análisis estadístico.

Se realizó un análisis descriptivo de las variables cuantitativas, y dependiendo de su normalidad, corroborada por la prueba de Shapiro-Wilk, se describieron con media y desviación estándar, en caso de ser paramétricas, o con mediana y rangos intercuartilares, en caso de ser no paramétricas. De igual manera, tomando en cuenta la normalidad, se hizo un análisis bivariado para las variables cuantitativas por medio de t de Student o U de Mann-Whitney, según correspondiera.

Las variables cualitativas se describieron por medio de frecuencias y porcentajes, mientras que para su análisis bivariado se utilizó la prueba de χ^2 o la prueba exacta de Fisher, dependiendo del número de eventos recopilados. Para el análisis de correlación se utilizó el método de Pearson y el de Spearman; mientras que para su representación se utilizó una gráfica de dispersión de puntos y una gráfica de caja y bigotes.

En todos los análisis se consideró como significativo un valor de $p < 0.05$. Se utilizó el programa STATA v13 (StataCorp LP, College Station, Tx).

VII. Resultados

El total de la población estudiada fueron 32 pacientes, de los cuales 26 tuvieron coronariografía diagnóstica y 21 de ellos fueron sometidos a angioplastia electiva posteriormente. Con una media de edad de 66.5 años (51.5-72 RIC) y una distribución de género con 81.3% hombres y 18.7% mujeres. Se encontraron las siguientes prevalencias de enfermedades crónico degenerativas: diabetes Mellitus 2 37.5%, hipertensión arterial 43%, dislipidemia 25%, tabaquismo previo o actual 65%, obesidad 68% y ninguno de ellos contaba con historia de enfermedad renal crónico. (Tabla 1)

Tabla 1. Descripción de las características basales en pacientes con infarto de miocardio con elevación del segmento ST no reperfundido de acuerdo con la alteración del strain longitudinal global en el Instituto Nacional de Cardiología durante 2020 y 2021.

Variable	Total n=32	GRUPO 1 Strain <-10% n= 15	GRUPO 2 Strain >-10% n=17	p
Edad (años)	66.5(51.5-73)	61(48-72)	67(57-73)	0.26
Mediana (RIC)				
Masculino n(%)	26(81.3)	12(80)	14(82.4)	1
Femenino n(%)	6(18.7)	3(20)	3(17.6)	
Diabetes n(%)	12 (37.5)	5 (33)	7 (41)	0.72
Hipertensión n(%)	14 (43)	5 (33)	9 (52)	0.30

Tabaquismo n(%)	21 (65)	12 (80)	9 (52)	0.14
Obesidad n(%)	22 (68)	11 (73)	11 (64)	0.71
ERC n(%)	0	0	0	
Dislipidemia n(%)	8 (25)	5 (33)	3 (17)	0.42

En cuanto a las características clínicas al ingreso, se encontró una mediana de presión arterial sistólica de 136mmHg, clasificación Killip y kimball I en el 53% y II en el 47%, TIMI de 4, GRACE 125 puntos. Se encontraron diferencias entre grupos en cuanto al puntaje TIMI y GRACE, siendo siempre mayor en el grupo 2, con una p significativa.

En los estudios laboratoriales iniciales no se encontró diferencia entre los grupos cuando se trataba de hemoglobina, glucosa, creatinina, BUN, troponinas o lactato, la única diferencia observada fue en NT-proBNP siendo casi el doble en el grupo 2 (p=0.03) que habla de mayor disfunción ventricular. El tiempo total de isquemia al ingreso tuvo una media de 33 horas sin diferencias significativas entre ambos grupos. (Tabla 2).

Tabla 2. Descripción de los parámetros clínicos y de laboratorio en pacientes con infarto de miocardio con elevación del segmento ST no reperfundido de acuerdo con la alteración del strain longitudinal global en el Instituto Nacional de Cardiología durante 2020 y 2021.

Variable		Total n=32	GRUPO 1 Strain <-10% n= 15	GRUPO 2 Strain >-10% n=17	p
Tensión arterial sistólica (mmHg)		136 (105-157)	140 (108-158)	130 (103-157)	0.92
Mediana (RIC)					
Killip-Kimball	I	17 (53)	9 (60)	8 (47)	0.69

n(%)	II	15 (47)	6 (40)	9 (53)	
	III	0	0	0	
	IV	0	0	0	
TIMI		4 (3-6)	3 (2-4)	5 (4-6)	0.02
Mediana (RIC)					
GRACE		125 (94-141)	120 (83-140)	127 (118-142)	0.24
Mediana (RIC)					
Hemoglobina (g/L)		16 (14- 17)	16 (13-17)	16 (15-17)	0.40
Mediana (RIC)					
Glucosa (mg/dL)		154 (122-214)	130 (112-159)	174 (134-222)	0.08
Mediana (RIC)					
Creatinina (mg/dL)		0.9 (0.8-1.05)	0.89 (0.7-1.1)	0.9 (0.8-1)	0.63
Mediana (RIC)					
Nitrógeno ureico (mg/dL)		16 (14-21)	14 (13-26)	17 (14-21)	0.70
Mediana (RIC)					
Troponina T (pg/dL)		6304 (2259-	6428 (2206-	6180 (2374-	0.64
Mediana (RIC)		17661)	14963)	27027)	
NT-proBNP (pg/dL)		2389 (1186-	1516 (904-3905)	3061 (2059-	0.03
Mediana (RIC)		4198)		5204)	
Lactato mmol/L		1.8 (1.4-2.6)	1.8 (1.3-2.3)	1.95 (1.55-2.75)	0.32
Mediana (RIC)					
Tiempo total de isquemia al ingreso		33 (22-47)	35 (24-48)	31 (21-41)	0.54
(hrs)					
Mediana (RIC)					

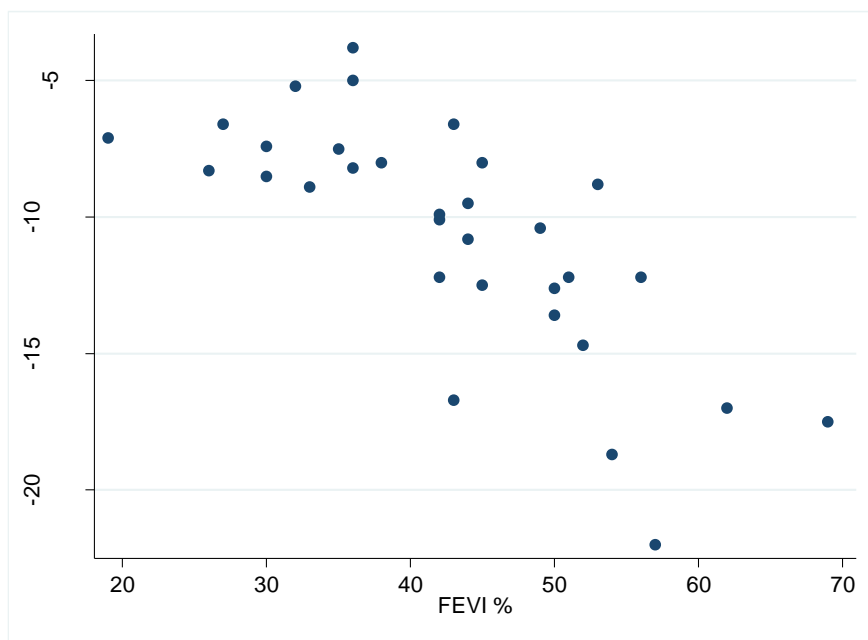
Todas las variables ecocardiografías evaluadas en este estudio, las cuales traducen disfunción ventricular con una sensibilidad y especificidad variable, se reportaron alteradas con una p significativa. La fracción de eyección del ventrículo izquierdo se reportó con una media de 43%, que se traduce en una reducción leve de la misma, habiendo diferencias

significativas entre ambos grupos ya que se reporta con una media de 50% es decir cercana a la normalidad en el grupo 1 y reducida con una media de 36% en el grupo 2, infiriendo una relación entre estas dos variables (Figura 1) sin que ambas sean directamente proporcionales al grado de severidad en la disfunción ya que se reporto una media de SLG de -13% en el grupo 1 y de -8% en el grupo 2, siendo ambos valores en extremo bajos que traducirían disfunción severa en la deformación global del ventrículo izquierdo lo cual no se correlación con una FEVI de 50% por ejemplo del grupo 1. Por otro lado el índice de movilidad parietal (IMP) tuvo una media de 1.58 traduciendo hipocinesia leve, habiendo diferencias significativas entre ambos grupos con un IMP de 1.29 en el grupo 1 muy cercano a la normalidad, comparado con 2.1 en el grupo 2 que se traduce en hipocinesia. Comparados los anteriores el SLG es el parámetro que refleja mayor disfunción ventricular de los 3 antes comentados. (Tabla 3)

Tabla 3. Descripción de variables ecocardiográficas en pacientes con infarto de miocardio con elevación del segmento ST no reperfundido de acuerdo con la alteración del strain longitudinal global en el Instituto Nacional de Cardiología durante 2020 y 2021.

Variable	Total n=32	GRUPO 1 Strain <-10% n= 15	GRUPO 2 Strain >-10% n=17	p
FEVI% Media(RIC)	43 (35-50)	50 (44-56)	36 (30-42)	0.0001
Strain longitudinal global % Media(RIC)	-10% (-12 a -8)	-13% (-17 a -12)	-8% (-9 a -7)	0.0001
Indice de movilidad parietal	1.58 (1.3-2.1)	1.29 (1.1-1.5)	2.1 (1.7-2.4)	0.0001

Figura 1. Correlación entre el strain longitudinal global y la fracción de eyección del ventrículo izquierdo.



Correlación de Pearson= -0.79 (p=0.00)

Respecto a las características del infarto el 66% se trató de un infarto anterior siendo el territorio más común en el grupo 2 con un 88% vs el 40% del grupo 1, la arteria culpable del infarto fue la descendente anterior en el 86% del grupo 2 en comparación al 42% del grupo 1. Se encontró una oclusión total en el 31% de todos los pacientes, siendo más común una lesión de entre el 90-99% presente en 54% de los pacientes. Cuando se compara ambos grupos, en el grupo 2 se encontró más comúnmente oclusión total (36% vs 25%), así mismo no se encontraron oclusiones menores al 90% en el grupo 2, en comparación al 33% del grupo 1 en el que se encontraron lesiones menores al 80% de obstrucción. Al evaluar el flujo TIMI se encontró un 62% de pacientes con flujo TIMI 2-3 a pesar de no instaurarse terapia de reperfusión, y al comparar ambos grupos no existió

diferencia significativa entre el porcentaje de flujo TIMI 2-3 entre estos. Se comparo el flujo TIMI durante coronariografía con el SLG, tomando como punto de corte -10 , se concentró la media del flujo TIMI 0-1 con tendencia al grupo 2 y el flujo TIMI 2-3 con tendencia hacia el grupo 1, sin embargo sin significancia estadística con una correlación de Spearman acercándose a 0. (Figura 2)

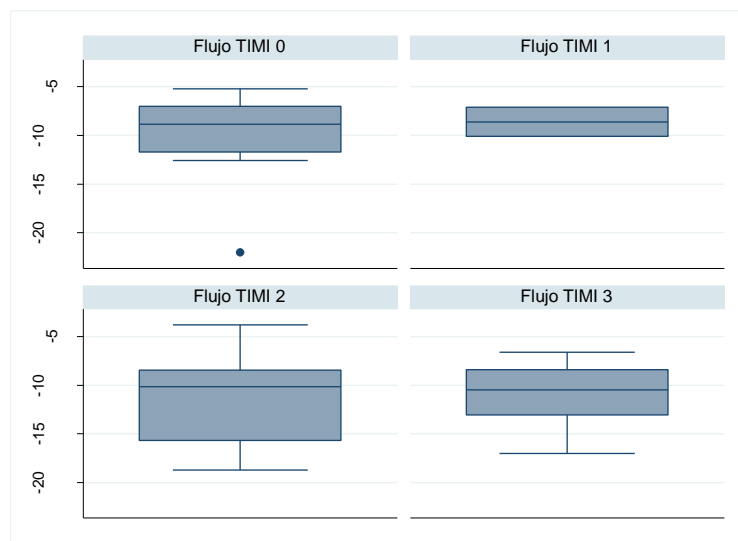
Durante el seguimiento se decidió angioplastia electiva en 21 pacientes, 93% del grupo 2 vs 67% del grupo 1, con tasas similares de éxito (80% vs 79%). Se encontró enfermedad trivascular en el 12% del grupo 2, sin ningún paciente trivascular en el grupo 1. Ocurrió una sola defunción perteneciendo al grupo 2. (Tabla 4)

Tabla 4. Descripción de las características del infarto y desenlaces en pacientes con infarto de miocardio con elevación del segmento ST no reperfundido de acuerdo con la alteración del strain longitudinal global en el Instituto Nacional de Cardiología durante 2020 y 2021.

Variable		Total n=32	GRUPO 1 Strain <-10% n= 15	GRUPO 2 Strain >-10% n=17	p
Sitio del infarto n(%)	Anterior	21 (66)	6 (40)	15 (88)	0.32
	Lateral	1 (3)	0	1 (6)	
	Inferior	6 (19)	6 (40)	0	
	Posterior	1 (3)	1 (7)	0	
	Posteroinferior	3 (9)	2 (13)	1 (6)	
Muerte durante hospitalización		1 (3)	0	1 (6)	1
Variable		Total n=26	GRUPO 1 n=12	GRUPO 2 n=14	P
Arteria culpable	DA	17 (65)	5 (42)	12 (86)	0.35

n(%)	CD	7 (27)	6 (50)	1 (7)	
	CX	2 (8)	1 (8)	1 (7)	
% de oclusión de arteria culpable	100%	8 (31)	3 (25)	5 (36)	0.24
n(%)	90-99%	14 (54)	5 (42)	9 (64)	
	80-89%	1 (4)	1 (8)	0	
	70-79%	2 (7)	2 (17)	0	
	<70%	1 (4)	1 (8)	0	
Flujo TIMI	0	8 (31)	3 (25)	5 (36)	1
n(%)	1	2 (7)	1 (9)	1 (7)	
	2	8 (31)	4 (33)	4 (29)	
	3	8 (31)	4 (33)	4 (29)	
Angioplastia electiva		21 (80)	8 (67)	13 (93)	0.14
n(%)					
Angioplastia electiva exitosa		19 (79)	8 (80)	11 (79)	1
n(%)					

Figura 2. Descripción de la asociación del flujo TIMI y el strain longitudinal global.



Correlación de Spearman: -0.15

VIII. Discusión.

Hasta donde llega nuestro conocimiento este es el primer estudio que evalúa una población tan poco estudiada pero con una prevalencia considerable mediante la herramienta de alta disponibilidad como lo es el strain por seguimiento de marcas, con la intención de caracterizar la población mediante esta herramienta, haciendo las bases para probablemente establecer su utilidad en el diagnóstico, tratamiento y pronóstico, como lo es actualmente en múltiples patologías cardiovasculares más estudiadas. Respecto a lo anterior son pocos los estudios que han enfocado su atención en pacientes con infartos de presentación tardía entre ellos y comentados al inicio del presente trabajo se encuentra el estudio BRAVE-2 y los registros ISACS-TC y los 3 FAST-MI, de los cuales se puede comparar la población descrita con el presente. En el estudio BRAVE-2 se tenía una edad media (65 vs 67 años) similar, con mayor prevalencia en crónico degenerativos, y tabaquismo (34% vs 65%). Lo mismo al comparar características base de la población del registro ISACS-TC y FAST-MI coincidiendo con la edad media (65.9 y 65.2 años respectivamente) y observándose mayor prevalencia de crónico degenerativos en nuestro estudio.

En cuanto a su presentación clínica no se observaron pacientes en Killip-Kimball >2 a pesar de la gran proporción de pacientes con infarto anterior, sin embargo coincide en lo reportado con el estudio BRAVE-2 y con el bajo porcentaje de pacientes con Killip-kimball >2 reportado en los registros FAST-MI que fue del 6%. El puntaje GRACE fue menor en nuestro estudio con una media de 125 puntos considerándose riesgo intermedio, comparado con la media de 147 puntos riesgo alto en los registros FAST-MI.

En nuestro estudio se encontraron niveles elevados de NT-proBNP con una media de 2389 pg/dL, siendo el doble en el grupo 2 cuando se compara con el grupo 1, evidenciando el mayor grado de disfunción. Resalta en nuestro estudio un mayor tiempo de retraso desde

el inicio de los síntomas hasta el primer contacto médico con 23 horas reportadas en BRAVE-2, 13.5 horas en los registros FAST-MI vs 33 horas en el presente estudio.

La localización del infarto anterior resultó ser el más común reportada en BRAVE-2 y en los registros FAST-MI, pero con mayor proporción en nuestro estudio (37.4% y 44.9% vs 66%), y al comparar ambos grupos de nuestro estudio fue más común encontrar un infarto anterior en el grupo 2 (88%) que en el grupo 1 (40%) que coincide con una menor deformación secundaria a compromiso de la arteria descendente anterior.

De forma interesante se encontró oclusión del total de la arteria responsable del infarto únicamente en 1/3 de los pacientes siendo más frecuente en el grupo 2 que en el 1 (36% vs 25%), y ninguno de los pacientes del grupo 2 tenía una oclusión menor al 80% reportada mediante angiografía, por lo que un strain mayor a -10% podría asociarse a la no permeabilidad de la arteria epicárdica, ya que en nuestro estudio encontramos que el 62% de los pacientes tenían flujo TIMI 2 y 3 a pesar de no instaurarse terapia de reperfusión, comparado con el 32% reportado en los registros FAST-MI y el 43% reportado en el estudio BRAVE-2.

En la evaluación mediante ecocardiograma de nuestra cohorte pudimos observar que la FEVI se mantuvo en rangos que la clasifican como levemente disminuida a pesar de que la mayoría se trataban de infartos anteriores sin terapia de reperfusión y al respecto resalta la similitud en cifras reportadas en estudios de pacientes que son sometidos a reperfusión (10,15). En cuanto a las cifras obtenidas de SGL -10% es difícil saber si coincide con aquellas antes descritas ya que no existe estudio tal que lo reporte, sin embargo en estudios como el de Vartdal *et al.* (15) donde se demostró la utilidad del SGL en la evaluación de la extensión del infarto comparado con el gold estándar la RMN, en paciente con IAM-CEST sometidos a ICP primaria, reportando un SLG de -13.5%, se puede asumir que las cifras menores en nuestro estudio se deben a una mayor extensión del infarto y transmuralidad. Por otro lado cifras menores a < -10% se han asociado a tejido no viable

en resonancia magnética (10) tomando en cuenta lo anterior se podría inferir que dentro de los pacientes que no fueron sometidos a reperfusión urgente existen paciente con tejido viable que e podrían beneficiar de ICP electiva, sin embargo se requieren mayores estudios para considerar su aplicabilidad.

El presente estudio describe por primera vez valores de strain longitudinal global en paciente con infarto agudo de miocardio de presentación tardía que no recibieron terapia de reperfusión urgente demostrando el gran deterioro temprano en la deformación miocárdica con peores valores comparado con aquellos en quienes se ha instaurado alguna terapia de reperfusión y que ha diferencia parámetros como la fracción de eyección si existe un diferencia entre ambos grupos y sobre todo en la proporción ya que la fracción de eyección se ha encontrado levemente disminuida en comparación con la gran afección en la deformación global, consideramos el presente estudio otorga las bases para una futura asociación con pronostico y posible beneficio en reperfusión temprana en paciente con presentación tardía.

IX. Conclusiones.

La proporción de pacientes con infarto agudo de miocardio con elevación del segmento ST de presentación tardía quienes no reciben terapia de reperfusión continua siendo importante, hasta un 24% en reportes recientes (5) teniendo como causa principal el tiempo de evolución. Esta información nos da la obligación en primer lugar de caracterizar a este espectro de pacientes y por otro lado de buscar herramientas que nos ayuden a determinar de forma individualizada que pacientes se benefician, aun pasadas las 12 hrs de evolución. El ecocardiograma es la herramienta diagnostica con mayor disponibilidad y aun mas el avance tecnológico que ha permitido la evaluación de la deformación miocárdica, parámetro mas fidedigno de la función cardiaca, lo hacen una herramienta muy

llamativa para la evaluación de estos pacientes en quienes métodos como la resonancia magnética no esta bien establecida. Por lo que en el presente estudio se abordo a esta población vulnerable con este método tan reproducible demostrando un menor porcentaje en la deformación miocárdica en comparación con aquellos que si fueron reperfundidos de forma urgente y aun entre esta población existen cifras cercanas a la normalidad que podrían indicar la no transmuralidad del infarto y la presencia de tejido viable por ende el beneficio de la intervención coronaria percutanea, sin embargo no fue el propósito de este estudio está asociación, sin embargo podría ser la base para su futuro desarrollo.

X. Referencias.

1. Lindsey M, de Castro Brás L, DeLeon-Pennell K, Frangogiannis N, Halade G, O'Meara C et al. Reperfused vs. nonreperfused myocardial infarction: when to use which model. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*. 2021;321(1):H208-H213.
2. Esc s. The task force for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with st-segment elevation of the european society of cardiology (esc) 2017 esc guidelines for themanagement of acutemyocardial infarction in patients presenting with st-segment elevation. *European heart journal*. 2018;(5):103-158.
3. 2013 ACCF/AHA Guideline for the Management of ST-Elevation Myocardial Infarction: Executive Summary: A Report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *Journal of the American College of Cardiology*. 2013;82(1):E1-E27.
4. Bouisset, F, Gerbaud E, Bataille V, Coste P, Puymirat E, Belle L et al. Revascularización miocárdica percutánea en pacientes con IAMCEST y presentación tardía. *Journal of the american college of cardiology*. 2022;78(13):70-83.
5. Cenko E, Ricci B, Kedev S, Vasiljevic Z, Dorobantu M, Gustiene O et al. Reperfusion therapy for ST-elevation acute myocardial infarction in Eastern Europe: the ISACS-TC registry. *European Heart Journal*. 2015;2(1):45-51.
6. Alkhalil M, Choudhury R. Reperfusion Treatment in Late Presentation Acute Myocardial Infarction. *Circulation: Cardiovascular Interventions*. 2018;11(9).

7. Late Assessment of Thrombolytic Efficacy (LATE) study with alteplase 6-24 hours after onset of acute myocardial infarction. *The Lancet*. 1993;342(8874):759-766.
8. Schömig A, Mehilli J, Antoniucci D, Ndrepepa G, Mark wards C, Di Pede F et al. Mechanical Reperfusion in Patients With Acute Myocardial Infarction Presenting More Than 12 Hours From Symptom Onset. *JAMA*. 2005;293(23):2865.
9. Hochman J, Lamas G, Buller C, Dzavik V, Reynolds H, Abramsky S et al. Coronary Intervention for Persistent Occlusion after Myocardial Infarction. *New England Journal of Medicine*. 2006;355(23):2395-2407.
10. Mghaieth Zghal F, Boudiche S, Haboubi S, Neji H, Ben Halima M, Rekik B et al. Diagnostic accuracy of strain imaging in predicting myocardial viability after an ST-elevation myocardial infarction. *Medicine*. 2020;99(19):e19528.
11. Favot M, Courage C, Ehrman R, Khait L, Levy P. Strain Echocardiography in Acute Cardiovascular Diseases. *Western Journal of Emergency Medicine*. 2016;17(1):54-60.
12. Dandel M, Lehmkuhl H, Knosalla C, Suramelashvili N, Hetzer R. Strain and Strain Rate Imaging by Echocardiography - Basic Concepts and Clinical Applicability. *Current Cardiology Reviews*. 2009;5(2):133-148.
13. Leitman M, Lysyansky P, Sidenko S, Shir V, Peleg E, Binenbaum M et al. Two-dimensional strain—a novel software for real-time quantitative echocardiographic assessment of myocardial function. *Journal of the American Society of Echocardiography*. 2004;17(10):1021-1029.
14. Eek C, Grenne B, Brunvand H, Aakhus S, Endresen K, Smiseth O et al. Strain echocardiography predicts acute coronary occlusion in patients with non-ST-

segment elevation acute coronary syndrome. *European Journal of Echocardiography*. 2010;11(6):501-508.

15. Vartdal T, Brunvand H, Pettersen E, Smith H, Lyseggen E, Helle-Valle T et al. Early Prediction of Infarct Size by Strain Doppler Echocardiography After Coronary Reperfusion. *Journal of the American College of Cardiology*. 2007;49(16):1715-1721.